



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Sebralla Architekten
Frau Petra Dostal
Friedrich-Ebert-Str. 112
58454 Witten

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
42.8181	P8181B220121	Köh / Pru	Witten	21.01.2022

Neubau eines Lebensmittelmarktes mit Wohnungen im Obergeschoss

Auf dem Schnee 1 in 58454 Witten

- Baugrund- und Umweltgutachten -

Auftrag vom 22.09.2021

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, <https://www.dr-spang.de>
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDEDB430
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	4
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	4
1.3 Unterlagen	4
1.4 Untersuchungen	6
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	7
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	7
2.2 Baugrund	7
2.2.1 Regionalgeologie	7
2.2.2 Baugrunduntersuchung	8
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	11
2.4 Umwelttechnische Untersuchungen	12
2.4.1 Mischprobenplan	12
2.4.2 Bewertungsgrundlagen	13
2.4.3 Ergebnisse der chemischen Analysen	13
2.5 Bodenmechanische Laborversuche	14
2.5.1 Untersuchung der Konsistenzgrenzen	15
2.5.2 Untersuchung der Korngrößenverteilung	15
2.5.3 Untersuchung des Wassergehaltes	16
2.6 Geotechnische Besonderheiten	17
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	17
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	17
3.2 Bodenkennwerte	19
3.3 Felsmechanische Kennwerte	19
3.4 Homogenbereiche	20
3.4.1 Allgemeines	20
3.4.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	22
3.4.3 DIN 18 303 Verbauarbeiten	24
3.4.4 DIN 18 301 Bohrarbeiten	24
3.4.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	26
4. FOLGERUNGEN	27
4.1 Gründung	27
4.2 Baugrube	28
4.3 Grundwasserhaltung	29



4.4	Nachbarbebauung	29
4.5	Geotechnische Kategorie	29
5.	EMPFEHLUNGEN	29
5.1	Gründung	29
5.2	Baugruben	32
5.3	Wasserhaltung / Abdichtung	35
5.4	Nachbarbebauung	37
5.5	Sonstige Empfehlungen	37
6.	ANLAGEN	
	Anlage 1: Übersichtslageplan, M. = 1 : 25.000 (2)	
	Anlage 2.1: Luftbild mit Aufschlusspunkten, M. = 1 : 500 (1)	
	Anlage 2.2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, M. = 1 : 500 (1)	
	Anlage 3.1: Geotechnischer Längsschnitt A-A', M. = 1 : 100 (1)	
	Anlage 3.2: Geotechnischer Querschnitt B-B', M. = 1 : 100 (1)	
	Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)	
	Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)	
	Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS), M. = 1 : 50 (10)	
	Anlage 4.3: Schwere Rammsondierung (DPH), M. = 1 : 50 (10)	
	Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (1)	
	Anlage 5.1: Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 (1)	
	Anlage 5.2: Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12 (2)	
	Anlage 5.3: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4 (2)	
	Anlage 6: Chemische Analytik (1)	
	Anlage 6.1: Auswertung nach LAGA TR Boden (3)	
	Anlage 6.2: Auswertung nach LAGA M20 Bauschutt (1)	
	Anlage 6.3: Prüfberichte der Eurofins Umwelt Ost GmbH (15)	



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Das Architekturbüro Sebralla Architekten plant die Neubaumaßnahme eines Lebensmittelmarktes mit 12-15 darüber liegenden Wohnungen. Das Projektgelände erstreckt sich über eine Fläche von rund 3.700 m² und grenzt südwestlich an die Ardeystraße (L625) und südöstlich an die Straße „Auf dem Schnee“ in Witten. Das Grundstück ist der Adresse „Auf dem Schnee 1“ zugeordnet und wird aus den Flurstücken 427, 791 und 512 der Gemarkung Rüdinghausen zusammengesetzt.

Die Planung beabsichtigt den Neubau von einer im Erdgeschoss beginnenden Supermarktfläche, die mit zunehmender Geländehöhe als Souterrain ausgebildet ist. Die angrenzende Anlieferungsfläche soll überdacht werden. Auf der Supermarktfläche sollen des Weiteren 3 Gebäudekomplexe zur Wohnraumnutzung errichtet werden, die im mittleren Bereich von einem Wohnhof abgetrennt werden. Für die Wohnungen sind 11 PKW-Stellplätze mit Zufahrt von der Straße „Auf dem Schnee“ und ein Spielplatz vorgesehen. Dem Supermarkt sind 51 PKW-Stellplätze mit Zufahrt von der Ardeystraße zugeteilt.

1.2 Auftrag

Die Dr. Spang GmbH wurde vom Büro Sebralla Architekten im Namen des Bauherrn A+H Bauträger und Verwaltungsgesellschaft mbH beauftragt, ein Baugrund- und Umweltgutachten mit Gründungsberatung sowie eine Bergschadenauskunft mit Grubenbildeinsichtnahme und eine Kampfmittelabfrage zu leisten.

Bei dem vorliegenden Gutachten handelt es sich um ein Baugrund- und Umweltgutachten auf Basis unseres Angebots A 42.16501 vom 30.08.2021. Mit dem Schreiben vom 22.09.2021 wurde der Dr. Spang GmbH der Auftrag erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:



- [U 1] **Lageplan zu Planungszwecken M. = 1 : 250**; Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure Nitsche Kösters Vermessung, Hagen, November 2021.
- [U 2] **Höhenplan M. = 1 : 250**; Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure Nitsche Kösters Vermessung, Hagen, November 2021.
- [U 3] **Lageplan, M. = 1 : 250**; Sebralla Architekten, Witten, 20.04.2021.
- [U 4] **Lageplan, Blick von Norden, M. = 1 : 500**; Sebralla Architekten, Witten, 04.01.2021.
- [U 5] **Längs & Querschnitt**; Sebralla Architekten, Witten, übergeben am 30.09.2021.
- [U 6] **Neubau eines Lebensmittelmarktes mit Wohnungen im Obergeschoss - Beurteilung der bergbaulichen Situation**; Dr.-Spang GmbH, 03.11.2021, Witten.
- [U 7] **Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen M. = 1 : 25.000**; Blatt 4510, Witten, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 1980.
- [U 8] **Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen M. = 50:000**; Tafel 5, Blatt 4510, Witten, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 1980.
- [U 9] **Gefährdungspotenziale des Untergrunds in Nordrhein-Westfalen**; Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Bezirksregierung Arnsberg:
http://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger/Buerger.html, abgerufen im Januar 2022.
- [U 10] **Geoportale des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur-, Verbraucherschutz Nordrhein – Westfalen**; <http://www.elwasweb.nrw.de> & <http://www.uvo.nrw.de>, aufgerufen im Januar 2022.
- [U 11] **Karte der Erdbebenzonen, DIN EN 1998-1/NA**; auf Grundlage der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland: Bundesland Nordrhein-Westfalen M = 1:350.000, Karte zu DIN 4149:2005-04, Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen.



1.4 Untersuchungen

Am 04. und 05.11.2021 wurden durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH **10 Kleinrammbohrungen** als Rammkernsondierungen nach DIN EN ISO 22 475-1 (Schappen-Ø 40 – 80 mm) und **10 Schwere Rammsondierungen** nach DIN EN ISO 22 476-2 bis in eine maximale Tiefe von 4,6 m unter Geländeoberfläche (GOF) ausgeführt.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert sowie nach DIN 18 300:2012 klassifiziert. Nach VOB/C (2019) wurden zusätzlich Homogenbereiche definiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die Schweren Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Ansatzpunkte der Aufschlusspunkte sind in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen in Anlage 3 und der Tabelle 1.4-1 zu entnehmen.

Ansatzpunkt	Ansatzhöhe [m NHN]	Erkundungstiefe [m]			
		BS		DPH	
		[m NHN]	[m u. GOK]	[m NHN]	[m u. GOK]
BS/DPH 1	+250,80	+247,50	3,30	+246,20	4,60
BS/DPH 2	+251,13	+248,43	2,70	+248,53	2,60
BS/DPH 3	+250,47	+246,97	3,50	+246,97	3,50
BS/DPH 4	+250,66	+246,86	3,80	+247,36	3,30
BS/DPH 5	+250,43	+247,13	3,30	+247,03	3,40
BS/DPH 6	+250,83	+248,23	2,60	+248,13	2,70
BS/DPH 7	+253,05	+248,95	4,10	+248,85	4,20
BS/DPH 8	+254,79	+250,89	3,90	+250,69	4,10
BS/DPH 9	+254,77	+250,37	4,40	+250,67	4,10
BS/DPH 10	+254,93	+251,13	3,80	+251,03	3,90

Tabelle 1.4-1: Lage der Baugrundaufschlüsse und Höhen

Für die umwelttechnische Beurteilung wurden 5 Analysen nach LAGA TR Boden (2004) und 2 Analysen nach LAGA M20 Bauschutt durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Anlage 6 zu entnehmen. Einzelheiten zur Probenauswahl und den Analyseergebnissen, deren Interpretation und Bewertung



sowie die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen werden in Kapitel 2.4 dargestellt und erläutert. Die Analysenergebnisse der chemischen Untersuchungen sowie die zugehörigen Auswertungen sind in den Anlagen 6.1 bis 6.2 beigefügt.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Das Baufeld liegt unmittelbar an der Kreuzung der Ardeystraße mit der Straße „Auf dem Schnee“ am östlichen Stadtrand von Witten (vgl. Anlage 1). Es handelt sich um die Flurstücke 427, 791 und 512, Flur 6, Gemarkung Rüdinghausen.

Morphologisch befindet sich die Fläche auf einem Höhenrücken, unmittelbar am Übergang zur nördlichen Flanke. Das Gelände fällt daher in nordwestlicher Richtung ab. Die absoluten Höhen liegen zwischen ca. +255 m NHN an der Straße „Auf dem Schnee“ und ca. +249 m NHN am nördlichen Grundstücksrand.

Das Projektgebiet ist umgeben von Wohnbebauung im Osten, den Straßen „Auf dem Schnee“ südwestlich und Ardeystraße nordwestlich sowie landwirtschaftlichen Nutz- und Grünflächen mit Baumbewuchs im Norden.

2.2 Baugrund

2.2.1 Regionalgeologie

Gemäß der geologischen Karte [U 7] befindet sich das Projektgebiet im Gebiet der tagesnahen produktiven Karbonschichten des Ruhrgebiets, welche im Norden von der zunehmend mächtigeren Sedimentdecke der Oberkreide des Münsterlands diskordant überlagert werden. Das Projektgelände liegt im Bereich der Magerkohleschichten bzw. Sprockhövel-Schichten des Namur C aus dem flözführenden Oberkarbon. Diese treten als Schiefertone mit Sandsteinbänken, Kohleflözen und Eisensteinbänken auf. Hauptsächlich werden Ton- und Schluffsteine erwartet, die schwach bis stark sandig angereichert sein können. Lokal werden der Sandstein im Liegenden von Flöz Sengsbank und das Kaisberg-Konglomerat erwartet. Die Sprockhövel-Schichten haben eine Mächtigkeit von



über 100 m. Unmittelbar südlich des Baugebietes folgen Gesteine der Vorhaller Schichten mit Ton- und Schluffsteinen sowie dünnen Sandsteinbänken (Flözleeres Oberkarbon). Die ursprünglich horizontal abgelagerten Sedimente des flözführenden Oberkarbons sind durch Gebirgsbildungsprozesse zu Sätteln und Mulden aufgefaltet und vielfach an geologischen Störungen gegeneinander versetzt und überschoben worden. Das Baufeld liegt nach geologischer Karte auf dem Nordwestschenkel des Wengerner Sattels. Es wird ein Schichteinfallen von etwa 65° nach Nordwesten erwartet.

Für das Projektgelände wurde eine Grubeneinsichtnahme durchgeführt. Diese Beurteilung liegt in einem gesonderten Bericht [U 6] vor.

2.2.2 Baugrunduntersuchung

Im Rahmen der **Baugrunduntersuchung** wurden folgende Einheiten erkundet:

Schicht 0 - Pflastersteine: Zuoberst wurden die Pflastersteine der Stellplatzanlage angetroffen. Diese weisen eine Mächtigkeit von 0,08 m auf.

Schicht 1.1 - rollige Auffüllungen: Unterhalb der Oberflächenbefestigung wurden rollige Auffüllungen angetroffen. Diese sind zu unterteilen in Bettungsschicht aus Splitt und die darunterliegende, mächtigere Frostschutz- bzw. Schottertragschicht (FSS/STS). Die Mächtigkeit beträgt zwischen 0,27 m und 0,72 m, wobei die Bettungsschicht eine Mächtigkeit von 0,03 m bis 0,10 m aufweist und die FSS/STS eine Mächtigkeit von 0,20 m bis 0,68 m. Die Bettungsschicht besteht vorwiegend aus Splitt, welcher bodenmechanisch in Form von schwach schluffigen, schwach sandigen Kiesen von grauer oder vereinzelt schwarzer Farbe angesprochen wurde. Die Kornform ist kantig. Das Material ist stark kalkhaltig. Im südlicheren Parkplatzbereich (BS 9 und 10) besteht die Bettungsschicht aus schwach schluffigen, teils schwach kiesigen Sanden von grauer, gelber oder grau bis brauner Farbe. Die Kornform ist teils kantig und teils gerundet. Die unterlagernde FSS/STS besteht aus schwach schluffigen bis lokal schluffigen, sandigen, lokal schwach sandigen Kiesen. Die Farben reichen von rot über braun bis schwarz und grau. Die Kornform ist kantig und die kiesigen Bestandteile bestehen aus gebrochenen Kalk- und Tonsteinen. Die Einheiten sind kalkhaltig bis stark kalkhaltig.

Schicht 1.2 - bindige Auffüllungen: Der rolligen Auffüllungen (Schicht 1.1) werden durch bindige Auffüllungen unterlagert. Diese weisen eine Mächtigkeit von 0,2 bis 2,5 m auf und bestehen aus



schwach schluffigen bis stark schluffigen, sandigen bis stark sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen Tonen von steifer bis halbfester Konsistenz. Entsprechend der Handansprache handelt es sich um leicht bis mittelplastische Tone (TL, TM). Die kiesigen Beimengungen bestehen aus Schlacken, Kalk-, Sand- und Tonsteinbruchstücken. Die Farben reichen von braun über grau bis schwarz.

Schicht 2.1 - Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten: Zuunterst wurde im Baugebiet der Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten, einem Teil des flözführenden Oberkarbons, angetroffen. Die erkundete Mächtigkeit beträgt 1,7 m, allerdings wurde die Schichtunterkante nicht erkundet, sodass der Übergang von Verwitterungshorizont zu gesteinsfestem Gebirge nicht klar abgegrenzt werden kann. Die erkundete Einheit besteht aus schwach bis mäßig oder stark verwitterten Sandsteinen, mäßig bis stark verwitterten Tonsteinen und ihren Verwitterungsprodukten. Die Farbe des verwitterten Sand- und Tonsteins ist braun. Im Falle des Sandsteins handelt es sich bei den Verwitterungsprodukten um kiesige, schwach schluffige Sande und schwach schluffige bis schluffige sandige Kiese von brauner bis grauer oder gelber Farbe. Die kiesigen Bestandteile bestehen aus Sand- oder Tonsteinstücken. Die Lagerungsdichte ist entsprechend der Ergebnisse der schweren Rammsondierung als mitteldicht bis sehr dicht zu bewerten. Die Verwitterungsprodukte des Tonsteins bestehen aus stark kiesigen bis kiesigen, stark schluffigen bis schluffigen und sandigen Tonen von brauner Farbe. Die kiesigen Bestandteile bestehen aus Tonsteinstücken des unterlagernden Gebirges. Entsprechend der Handansprache handelt es sich um einen mittelplastischen Ton (TM) von halbfester Konsistenz.

Schicht 2.2 - Sprockhöveler Schichten: Im Liegenden geht der Verwitterungshorizont in das anstehende verfaltete Gebirge der unteren Sprockhöveler Schichten über. Die Sprockhöveler Schichten sind dem Namur C zugeordnet, einer Stufe des flözführenden unteren Oberkarbons. Die Sprockhöveler Schichten sind die am stärksten marin beeinflusste Einheit des Steinkohlenreviers. Aufgebaut ist die Einheit aus horizontbeständigen teils konglomeratischen Sandsteinen, teils gebänderten Schluffsteinen, quarzitischer Sandsteinen und einer Wechsellagerung von sandigen Schluffsteinen mit feinkörnigen Sandsteinen, die in sandarme Schluffsteine und glimmerreiche Feinsandsteine übergehen. Den hangenden Abschluss der unteren Sprockhöveler Schichten bildet der Sandstein im Liegenden von Flöz Sengsbank, welcher im unteren Teil aus einem quarzitischem Sandstein von hoher bis sehr hoher Festigkeit und im oberen Teil aus einem stark kreuzgeschichteten teils konglomeratischen Sandstein besteht.



Schicht Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
Auffüllungen / Parkplatzaufbau				
0	Pflastersteine	0,1	-	-
1.1	rollige Auffüllungen	0,3 - 0,7	Kies, schwach sandig, schwach schluffig / grau, schwarz Sand, kiesig, schwach schluffig / grau, gelb, braun	mitteldicht bis dicht
1.2	bindige Auffüllungen	0,2 - 2,5	Ton, schwach schluffig bis stark schluffig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig / braun, grau, schwarz	steif bis halbfest
Oberkarbon				
2.1	Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten	> 1,7 ¹⁾	Ton, stark kiesig bis kiesig, stark schluffig bis schluffig, sandig / braun bis dunkelbraun Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig / braun, grau, gelb Sand, kiesig, schwach schluffig / braun (Sst) - ((Sst)) / braun (Tst) / braun	halbfest mitteldicht bis sehr dicht mitteldicht bis sehr dicht - -
2.2	Sprockhöveler Schichten	> 50 m ¹⁾	Tonstein, Schluffstein, Sandstein, Steinkohle / grau, grauschwarz, braun-grau	geschichtet, klüftig, verfault

1) Schichtunterkante nicht erkundet.

Tabelle 2.2-1: Baugrundaufbau

Der Baugrundaufbau entspricht somit stratigraphisch weitestgehend den Angaben aus der geologischen Karte [U 7].



Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Bodens sowie der Zustandsform sind Sondierungen mit der schweren Rammsonde (Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm²) nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt worden. Mit der Rammsonde wird u.a. die in Tabelle 2.2-1 angegebene Lagerungsdichte / Konsistenz abgeschätzt.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Gemäß [U 10] liegt das Projektgebiet im Bereich der Wasserscheide zwischen Ruhr und Emscher und wird dem Teileinzugsgebiet der Emscher zugeordnet. Etwa 100 m westlich vom Projektgelände beginnt das Teileinzugsgebiet der Ruhr. In diesem Einzugsgebiet liegt auch das nächste Oberflächengewässer: Der Borbach, der etwa 300 m nordwestlich entspringt, und in die Ruhr entwässert, die wiederum über den Rhein in die Nordsee abfließt. Im Teileinzugsgebiet der Emscher entspringen in etwa 400 m nordwestlich und 600 m südöstlich zwei Bäche ohne Namenskennung. Das Plangebiet liegt gemäß [U 10] außerhalb der Überschwemmungsgebiete der nahegelegenen Bäche.

Im Projektgebiet sind Klufftgrundwasserleiter vorhanden. Der Klufftgrundwasserleiter ist aus organischen und silikatischen Gesteinen, genauer Ton- und Sandstein mit Steinkohleflözen, aufgebaut. Der Klufftgrundwasserleiter wird als mäßig bis gering durchlässig und gering ergiebig beschrieben und ist aufgrund des hohen Flurabstandes nicht baurelevant [U 10].

Während der Erkundung wurde in keinem Bohrloch Grundwasser angetroffen. Die erkundeten Schichten sind erdfeucht.

Grundwassermessstellen sind gemäß [U 10] in greifbarer Entfernung nicht vorhanden, sodass auf entsprechende Messdaten nicht zurückgegriffen werden konnte. Da zuverlässige Daten von Langzeitmessungen für den unmittelbaren Bereich des geplanten Bauwerks fehlen, ist es erforderlich, den Bemessungswasserstand und den Bauwasserstand vorsichtig auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen abzuschätzen. Auf dieser Basis wird der **Bauwasserstand** auf 5,0 m u. GOK im Baugrund angesetzt. Der **Bemessungswasserstand** wird aufgrund der bindigen Lagen im Baugrund auf GOK angesetzt.

Die Durchlässigkeiten können als Bandbreiten gemäß Tabelle 2.3-1 angesetzt werden.



Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich ¹⁾
1.1	rollige Auffüllungen	$5 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-5}$	stark durchlässig bis durchlässig
1.2	bindige Auffüllungen	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-7}$	durchlässig bis schwach durchlässig
2.1	Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten	$5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-9}$	durchlässig bis sehr schwach durchlässig
2.2	Sprockhöveler Schichten	$1 \cdot 10^{-6} - < 1 \cdot 10^{-9}$ ($5 \cdot 10^{-4}$) ²⁾	schwach bis sehr schwach durchlässig (durchlässig) ²⁾

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130

2) höhere Durchlässigkeiten entlang der Schichtung und vorhandener Klüfte

Tabelle 2.3-1: Durchlässigkeitsbeiwerte der Schichten

2.4 Umwelttechnische Untersuchungen

2.4.1 Mischprobenplan

Für die Beurteilung des anfallenden Aushubs wurden aus den anstehenden Böden in Abhängigkeit der Lage der Bohrungen insgesamt 4 repräsentativen Mischproben (MP) und 3 Einzelproben (EP) zusammengestellt. Die Proben wurden gemäß den Vorgaben der LAGA-Richtlinie untersucht.

Probe	BS	Glas	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Schicht-Nr.	Analytik
EP 1	BS 1	3	0,60 - 1,3	1.2	LAGA TR Boden
MP 1	BS 2	2+3	0,12 - 0,80	1.1, 1.2	
MP 2	BS 3 BS 4	3 3	0,60 - 1,30 0,70 - 1,10	1.2	
MP 3	BS 5 BS 6	3 2+3	0,60 - 0,80 0,15 - 0,60	1.1, 1.2	LAGA M20 Bauschutt
EP 2	BS 7	3	0,40 - 0,90	1.2	LAGA TR Boden
MP 4	BS 8 BS 9	3 2+3	0,50 - 1,40 0,60 - 1,60	1.2	LAGA M20 Bauschutt
EP 3	BS 10	3	0,35 - 1,10	1.2	LAGA TR Boden

Tabelle 2.4.1-1: Mischprobenplan



2.4.2 Bewertungsgrundlagen

Zur Bewertung der Verwertbarkeit Bodenaushub- und Abbruchmaterialien werden die Zuordnungswerte der **LAGA** herangezogen. Die LAGA ist für die Bewertung der Wiederverwertungsmöglichkeiten von Böden bzw. Bauschutt gedacht.

Die Bewertung erfolgt für gewachsene Böden und Auffüllungen mit mineralischen Fremdanteilen von < 10 Vol.-% nach den Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-3 für „Boden“. Für Böden mit mineralischen Fremdanteilen > 10 Vol.-% werden die Tabellen II.1.4-5 und II.1.4-6 „Bauschutt“ in Ansatz gebracht. In Tabelle 2.4.2-1 sind die durchführbaren Maßnahmen nach LAGA entsprechend der Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 zusammengestellt.

Zuordnungswerte	Maßnahmen (Auszug)
Z 0	uneingeschränkter Einbau u.a. im Bereich von Wohngebieten und Wasserschutzgebieten möglich
Z 1 (Z 1.1)	eingeschränkt offener Einbau u.a. in Flächen mit unsensibler Nutzung, Gewerbe-, Bergbaurekultivierungsflächen, Parkanlagen, auch bei hydrogeologisch ungünstigen Verhältnissen
Z 1 (Z 1.2)	wie vor, aber nur bei hydrogeologisch günstigen Verhältnissen und geogener Vorbelastung \geq Z 1.1
Z 2	eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen u.a. in Lärmschutzwälle, Dammbauwerke, unter mineralischer Abdichtung, Straßenbaumaterial
> Z 2	Einbau/Ablagerung in Deponien Bestimmung der Deponieklasse nach DepV erforderlich

Tabelle 2.4.2-1: LAGA - Zuordnungswerte sowie sich daraus ergebende Konsequenzen für die Verwertung / Entsorgung

Aufgrund eines vorliegenden Fremdstoffanteils von < 10 Vol.-% ergibt sich für die Mischproben MP 1, MP 2 und die Einzelproben EP 1, EP 2 und EP 3 eine Bewertung nach LAGA TR Boden (2004) und für die Mischproben MP 3 und MP 4 aufgrund eines Fremdstoffanteils von > 10% eine Bewertung nach LAGA M20 Bauschutt (1997).

2.4.3 Ergebnisse der chemischen Analysen

Die Originalanalytik und die Prüfverfahren sind der Anlage 6.3 (Prüfberichte AR-21-KS-012747-01 und AR-21-KS-012682-01) zu entnehmen. Die Analyseergebnisse für MP 1, MP 2, EP 1, EP 2 und



EP 3 werden in der Anlage 6.1 den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden (2004) gegenübergestellt. Die Analyseergebnisse der MP 3 und MP 4 werden in der Anlage 6.2 den Zuordnungswerten der LAGA M20 Bauschutt gegenübergestellt.

Probe	Material	Einstufungsgrundlage	Einstufung nach LAGA	Schadstoffe		Einstufung Gefährlichkeit nach AVV	AVV-Nr.
				Parameter	Gehalt		
MP 1	Auffüllung	LAGA TR Boden (2004)	Z 2	Kupfer	240 [mg/kg]	nicht gefährlich	17 05 04
MP 2			Z 2	TOC	3,6 [M.-%]		
EP 1			Z 2	TOC	2,0 [M.-%]		
EP 2			Z 2	TOC	2,8 [M.-%]		
EP 3			Z 2	TOC	2,6 [M.-%]		
MP 3	Auffüllung	LAGA M20 Bauschutt (1997)	Z 1.2	Σ PAK _{EPA}	5,14 [mg/kg]	nicht gefährlich	17 05 04
MP 4			Z 1.2	Σ PAK _{EPA}	6,66 [mg/kg]		

Tabelle 2.4.3-1: Einstufung des Aushubs nach LAGA Boden

Die **Mischproben MP 1, MP2** sowie die **Einzelproben EP 1, EP 2 und EP 3** sind auf Grund eines erhöhten **TOC Wertes** in die Zuordnungs-kategorie **Z 2** einzustufen.

Die **Mischproben MP 3 und MP 4** sind auf Grund eines erhöhten **PAK Gehaltes** in die Zuordnungs-kategorie **Z 1.2** einzustufen.

Die Benzo-[a]-pyren Konzentration der unterschiedlichen Mischproben liegen unter 50 mg/kg und somit unterhalb des Grenzwertes zur Anweisung eines Gefahrenstoffs. Die Arbeiten können somit ohne besondere Beachtung der DGUV Regel 101-004 erfolgen.

2.5 Bodenmechanische Laborversuche

Zur detaillierteren bodenmechanischen Bewertung der anstehenden Böden sowie zur Klassifizierung und Festlegung der Bodenkennwerte wurden von der Dr. Spang GmbH die nachfolgend genannten bodenmechanischen Laborversuche an repräsentativen Bodenproben durchgeführt:



- 2x Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12,
- 2x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4,
- 4x Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN ISO 17 892-1.

2.5.1 Untersuchung der Konsistenzgrenzen

Zur Ermittlung der Konsistenzgrenzen wurden an 2 repräsentativen Proben der Schicht 2.1 (Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten) Versuche nach DIN EN ISO 17 892-12 durchgeführt. Die Ergebnisse der Ermittlung der Konsistenzgrenzen sind der Anlage 5.2 zu entnehmen und in Tabelle 2.5.1-1 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w _n [%]	w _L [%]	w _P [%]	I _P [%]	I _c [%]	Konsistenz	Bodengruppe ¹⁾
BS 6	0,6 - 1,4	2.1	T, \bar{u} , s	14,3	26,9	18,3	8,6	1,29	halbfest	ST
BS 10	2,2 - 3,2	2.1	T, u, s', g'	10,4	30,4	19,7	10,7	1,63	halbfest	TL

w_n = natürlicher Wassergehalt; w_L = Wassergehalt an der Fließgrenze; w_P = Wassergehalt an der Ausrollgrenze; I_P = Plastizitätsindex, I_c = Konsistenzzahl

1) DIN 18 196

Tabelle 2.5.1-1: Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-12

Gemäß DIN 17 982-12 lässt sich zwischen den Konsistenzzahlen I_c und der Konsistenz des Bodens eine Beziehung herstellen, die zur Bewertung der Zustandsform verwendet wird. Nach den in der Tabelle 2.5.1-1 zusammengestellten Untersuchungsergebnissen weisen die untersuchten Proben der Schicht 1.1 eine halbfeste Konsistenz auf. Nach DIN 18 196 sind die Böden der Bodengruppe TL und der Bodengruppe ST zuzuordnen.

2.5.2 Untersuchung der Korngrößenverteilung

An 2 aus den Kleinrammbohrungen entnommenen Bodenproben wurde die Korngrößenzusammensetzung nach DIN EN ISO 17892-4 in Form von einer kombinierten Sieb-/Schlammanalyse und einer Siebung nach nassem Abtrennen der Feianteile bestimmt. Die Körnungslinien sind in der Tabelle 2.5.2-1 zusammengefasst und in der Anlage 5.3 beigelegt.



Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Feinstkornanteil ¹⁾ [%]	Schlammkornanteil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
BS 1 BS 4 BS 5	1,9 - 2,9 2,3 - 3,2 1,9 - 2,8	2.1	-	12,8	G, ms, u', fs', gs'	GU
BS 8 BS 9	2,4 - 3,4 3,1 - 4,4	2.1	12,7	40,9	T, \bar{u} , \bar{s} , g	TL / ST*

1) Korngröße $\leq 0,002$ mm

2) Korngröße $\leq 0,063$ mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

4) DIN 18 196

Tabelle 2.5.2-1: Ergebnisse der Kornverteilungsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-4

Bei den untersuchten Proben der Schicht 2.1 handelt es sich um ein Kies-Schluff-Gemisch (GU) und um einen leichtplastischen Ton (TL) oder Sand-Ton Gemisch (ST*).

2.5.3 Untersuchung des Wassergehaltes

Zur Ermittlung des Wassergehaltes wurden an 4 Proben der Schicht 2.1 (Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten) Versuche nach DIN EN ISO 17892-1 durchgeführt. Die Ergebnisse der Bestimmung des Wassergehalts sind der Anlage 5.1 zu entnehmen und in Tabelle 2.5.3-1 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart ¹⁾	Wassergehalt [%]
BS 1 BS 4 BS 5	1,9 - 3,2	1.1	G, ms, u', fs', gs'	6,47
BS 8 BS 9	2,4 - 4,4	1.1	T, \bar{u} , \bar{s} , g	9,49
BS 2	1,5 - 2,5	1.1	G, s, u, t'	8,77
BS 7	1,7 - 2,4	1.1	T, \bar{u} , s, g	14,14

1) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

2) DIN 18 196

Tabelle 2.5.3-1: Ergebnisse der Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1

Durch die Versuche wurde ein Wassergehalt des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1) von 6,47 % bis 14,14 % gemessen.



2.6 Geotechnische Besonderheiten

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Projektgebiet außerhalb festgesetzter **Erdbebenzonen** [U 11].

Zur Bewertung der **Frosteinwirkung auf Bauwerke** und Verkehrswege wurden nach RStO-12 verschiedene Frosteinwirkungszonen eingeführt. Das Untersuchungsgebiet ist der **Frosteinwirkungszone I** zuzuordnen.

Ferner liegt das Projektgebiet gemäß [U 10] außerhalb von **Naturschutz-, FFH-, Vogelschutz- oder Wasserschutzgebieten**.

Im Projektbereich sind gemäß der Karte "Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen" des Geologischen Dienstes des Landes Nordrhein-Westfalen und der Bezirksregierung [U 9] nördlich des Planungsgebietes **tagesnaher Bergbau bekannt**. Für die Beurteilung der bergbaulichen Situation verweisen wir auf die bereits vorliegende Stellungnahme [U 6].

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Kenntnissen aus Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren:

Schicht Nr.	Bodenschicht	Klassifizierung nach DIN 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300 ¹⁾	Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
1.1	rollige Auffüllungen	A [GE, GI, GW, GU, GT, SW, SI]	3, 5	F1 - F2	V1
1.2	bindige Auffüllungen	A [TL, TM, UL, ST*, SU*, GT*, GU*]	4 (2) ⁴⁾ , 5	F3	V2 - V3



Schicht Nr.	Bodenschicht	Klassifizierung nach DIN 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300 ¹⁾	Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
2.1	Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten	GU, GU*, GT, GT*, GI, GW, TL, TM, SI, SW, SU, SU*, ST, ST* ((Tst)), (Sst) - ((Sst))	3 - 5 4 (2) ⁴⁾ 6 / 7 ⁵⁾	F1 - F3 -	V1 - V3 -
2.2	Sprockhöveler Schichten	Tst, Sst	6 - 7	-	-

1) gemäß DIN 18 300:2012-09

2) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 1 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).

3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar V3 = schwer verdichtbar.

4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen.

5) je nach Stein- / Geröllanteil

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die Angabe der Boden- und Felsklassen der Tabelle 3.1-1 nach der zurückgezogenen DIN 18 300 (Ausgabe 2012) erfolgt informativ. Seit 2015 ist Boden und Fels in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Festlegung der Homogenbereiche sind einsetzbare Bauverfahren und Baugeräte zu berücksichtigen. Eine vorläufige Einteilung in Homogenbereiche wird in Kap. 3.4 Homogenbereiche vorgenommen.

Die **Rammpbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen.

Schicht-Nr.	Boden	Rammpbarkeit ¹⁾
1.1	rollige Auffüllungen	mittelschwer bis schwer rammpbar ³⁾
1.2	bindige Auffüllungen	leicht bis mittelschwer
2.1	Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten	mittelschwer bis nicht rammpbar (Vorbohren erforderlich) ²⁾
2.2	Sprockhöveler Schichten	nicht rammpbar (Vorbohren erforderlich)

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag

2) nicht rammpbar bei groben Geröllen, Steinen und Blöcken

3) in Abhängigkeit von größeren Einlagerungen können Zusatzmaßnahmen (Lockerungsbohrungen) erforderlich werden

Tabelle 3.1-2: Rammpbarkeit der anstehenden Bodenschichten



3.2 Bodenkennwerte

Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als „eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt.“ Unter Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristische Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Da die bindigen und rolligen Verwitterungsprodukte der Sprockhöveler Schichten sich voraussichtlich nicht horizontweise trennen lassen, wird empfohlen, für erdstatische Berechnungen einen gemittelten Kennwertsatz gemäß nachfolgender Tabelle 3.2-1 zu verwenden.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	un-drainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}^{1)}$ [MN/m ²]
1.1	rollige Auffüllungen	18,5	10,5	35,0	-	-	60 (40 - 100)
1.2	bindige Auffüllungen	20	10	27,5	5	60	10 ²⁾ (10 - 30)
2.1	Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten ²⁾	20	10	30,0	5	20 ²⁾ (10 - 80)	80 ²⁾ (10 - 150)

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{s,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

2) Mittelwerte für vorläufige erdstatische Berechnungen

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Felsmechanische Kennwerte

Für das im Baufeld anstehende Festgestein lassen sich die nachstehenden charakteristischen Kennwerte angeben.



Schicht-Nr.	Felsart	Wichte feuchtes Gebirge γ_k [kN/m ³]	Rei- bungs- winkel ¹⁾ φ_k' [°]	Kohäsion ¹⁾ c_k' [kN/m ²]	Einax. Druckfestigkeit Gestein $\sigma_{c,k}$ [MN/m ²]	E-Modul Gebirge E_k [MN/m ²]
2.2	Tst, Sst	26	30	2 (0 - 10)	5 - 120 (350) ²⁾	1.000 - 50.000 (130.000) ²⁾

1) für Scherbeanspruchung auf Trennflächen

2) Maximalwerte, welche im Bereich quarzitreicher (sehr harter) Sandsteinbankungen lokal auftreten können

Tabelle 3.3-1: Charakteristische felsmechanische Kennwerte

Für die Bemessung von Baugrubensicherungen auf Horizontalbeanspruchungen kann in erdstatischen Berechnungen für die Schicht 2.2 ein Ersatzreibungswinkel von $\varphi'_{k, \text{Ersatz}} = 40,0^\circ$ angesetzt werden. Der Ansatz einer Kohäsion ist in diesem Fall nicht zulässig. Es handelt sich also ausdrücklich nicht um felsmechanische Kennwerte, sondern um Ersatzbodenkennwerte für die Bemessung eines Baugrubenverbaus auf Horizontalbeanspruchung und Grundbruchberechnungen, da diese Berechnungen mit Felskennwerten mit den üblichen Rechenprogrammen nicht durchgeführt werden können. Für die Berechnung des Felsdrucks sind die oben genannten Ersatzbodenkennwerte nicht zulässig. Bei Felsdruckberechnungen sind die entsprechenden Vorgaben der EAB zu beachten.

3.4 Homogenbereiche

3.4.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkespezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht festgelegt waren, erfolgt eine vorläufige Einteilung auf Basis der empfohlenen Verfahren gemäß Kap. 5, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden bei der Einteilung der Homogenbereiche nur dann berücksichtigt, wenn Sie eine offensichtliche Auswirkung auf das Bauverfahren/Baugerät haben oder den Aufwand beim Arbeiten mit diesen Stoffen beeinflussen. Dies wurde immer dann unterstellt, wenn



es sich um gefährlichen Abfall nach der AVV handelt. Sofern eine umwelttechnische Belastung sich im Wesentlichen nur auf die Entsorgungskosten auswirkt, wurde keine Unterteilung in den Homogenbereichen ausgewiesen. Es wird empfohlen die Entsorgung in solchen Fällen über eigene Positionen in der Ausschreibung zu regeln.

Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuche nach den in der Tabelle 3.4-1 aufgeführten Prüfvorschriften durchzuführen.

Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	Mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	DIN EN ISO 14 689
	natürliche Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c'	DIN EN ISO 17 892-10
	Sensitivität c_{fv}/c_{Rv}	DIN 4094-4
	Wassergehalt w_n	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizitätszahl I_P	DIN EN ISO 17 892-12
	Konsistenzzahl I_C	DIN EN ISO 17 892-12
	Durchlässigkeit k_f	DIN EN ISO 17 892-11
	bezogene Lagerungsdichte I_D	DIN 18 126 in Verbindung mit Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17 892-2
	organischer Anteil v_{gl}	DIN 18 128
Kalkgehalt v_{ca}	DIN 18 129	



Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Sulfatgehalt (säurelöslich)	DIN 4030-2
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579
Felsmechanik	Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	Verwitterung und Veränderungen/Veränderlichkeit	DIN EN ISO 14 689
	Kalkgehalt v_{ca}	DIN 18 129
	Sulfatgehalt (säurelöslich)	DIN 4030-2
	einaxiale Druckfestigkeit	DIN 18 141-1
	Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	DIN EN ISO 14 689
	Öffnungsweite und Kluffüllung von Trennflächen	DIN EN ISO 14 689
	Gebirgsdurchlässigkeit	DIN EN ISO 22282-4
	Abrasivität	DGGT-Empfehlung Nr. 23: „Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“
	Spaltzugfestigkeit	DGGT-Empfehlung Nr. 10: „Indirekter Zugversuch an Gesteinsproben — Spaltzugversuch“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“

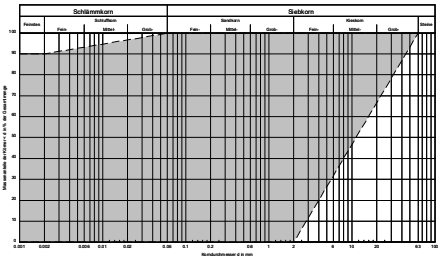
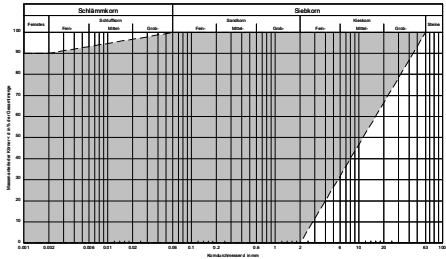
Tabelle 3.4-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren

3.4.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer bis hoher Leistungsklasse (ca. 10 – > 30 to) ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und vor Ort wieder eingebaut und verdichtet wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche sowohl das Lösen als auch den Wiedereinbau und die Verdichtung. In den nachfolgenden Tabellen 3.3.2-1 und 3.3.2-2 ist



die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angeben.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	Erd-B
Schicht Nr.	1.1 & 1.2	2.1
ortsübliche Bezeichnung	rollige und bindige Auffüllungen	Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil		
Steine [%]	< 20	< 40
Blöcke [%]	< 10	< 20
große Blöcke [%]	< 2	< 10
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,6 - 2,2	1,8 - 2,6
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	< 250	< 250
Wassergehalt w _n [%]	< 30	< 25
Plastizitätszahl I _p	< 0,3	< 0,3
Konsistenzzahl I _c / Bezeichnung ¹⁾	0,75 - > 1,0 / steif bis halbfest	> 1 / halbfest
bezogene Lagerungsdichte I _D / Bezeichnung ¹⁾	0,35 - 0,85 / mitteldicht bis dicht	0,65 - 1,0 / dicht bis sehr dicht
organischer Anteil v _{gl} / Bezeichnung ¹⁾	< 2 / nicht organisch	0 - 6 / nicht organisch bis schwach organisch
Bodengruppe	A [GE, GI, GW, GU, GT, SW, SI, TL, TM, UL, ST*, SU*, GT*, GU*]	GU, GU*, GT, GT*, GI, GW, TL, TM, SI, SW, SU, SU*, ST, ST*, ((Tst)), (Sst) - ((Sst))

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Steine, Blöcke und große Blöcke

Tabelle 3.3.2-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Böden

Es wird darauf hingewiesen, dass in den Auffüllungen ggf. auch grober Bauschutt und Bauwerksreste auftreten können, die nicht durch die Homogenbereiche abgedeckt sind. Es sind daher im Zuge der Ausschreibungen Zulagen z.B. für Meißeleinsatz o.Ä. vorzusehen.



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd-C
Schicht Nr.	1.2
ortsübliche Bezeichnung	Sprockhöveler Schichten
Benennung von Fels	Sandstein, Tonstein
Dichte [g/cm ³]	2,2 - 2,6
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	unverwittert, nicht veränderlich bis veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	1 - 200, Härtlinge < 350
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: 340 ±30° Fallwinkel: 60 – 80° Trennflächenabstand: 1 - 120 cm Gesteinskörper: prismatisch, tafelförmig, blockig, schiefrig ¹⁾

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

Tabelle 3.3.2-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten im Festgestein

3.4.3 DIN 18 303 Verbauarbeiten

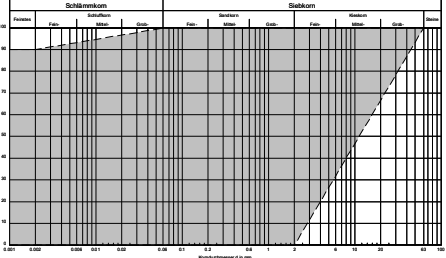
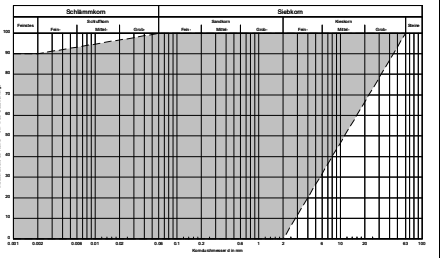
Die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen Schichten zu Homogenbereichen sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche kann analog zu denen für Erdbauarbeiten nach DIN 18 300 erfolgen. Die Ausführung der Arbeiten hat nach DIN 18 303 zu erfolgen.

3.4.4 DIN 18 301 Bohrarbeiten

Für Trägerbohrungen sowie für Bohrarbeiten zur Rückverankerung eines Verbaus kann die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Bohrarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.4.4-1 und 3.4.4-2 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Großbohrgeräte / Ankerbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	Bohr-B
Schicht Nr.	1.1 & 1.2	2.1
ortsübliche Bezeichnung	rollige und bindige Auffüllungen	Verwitterungshorizont der Sprockhöveler Schichten



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	Bohr-B
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil Steine [%]	< 25	< 35
Blöcke [%]	< 15	< 25
große Blöcke [%]	< 10	< 20
Kohäsion c' [kN/m ²]	0 - 30	0 - 20
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	< 250	< 250
Wassergehalt w _n [%]	< 30	< 25
Plastizitätszahl I _p	< 0,3	< 0,3
Konsistenzzahl I _c / Bezeichnung ¹⁾	0,75 - >1 / steif bis halbfest	> 1 / halbfest
bezogene Lagerungsdichte I _D / Bezeichnung ¹⁾	0,35 - 0,85 / mitteldicht bis dicht	0,65 - 1,0 / dicht bis sehr dicht
LCPC-Abrasivitätskoeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung ³⁾	0 - 500 / nicht abrasiv bis abrasiv	0 – 1.250 / nicht bis stark abrasiv (quarzitische Gänge bis 2.000, extrem abrasiv)
Bodengruppe	A [GE, GI, GW, GU, GT, SW, SI, TL, TM, UL, ST*, SU*, GT*, GU*]	GU, GU*, GT, GT*, GI, GW, TL, TM, SI, SW, SU, SU*, ST, ST*, ((Tst)), (Sst) - ((Sst))

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

3) Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

Tabelle 3.4.4-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

Es wird darauf hingewiesen, dass in den Auffüllungen ggf. auch grober Bauschutt und Bauwerksreste auftreten können, die nicht durch die Homogenbereiche abgedeckt sind. Es sind daher im Zuge der weiteren Planung und Ausschreibung Zulagen für die Bohrschwernisse bzw. Zusatzmaßnahmen wie Bohren mit Meißeleinsatz, Imlochhammer o.Ä., vorzusehen.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-C
Schicht Nr.	2.2
ortsübliche Bezeichnung	Sprockhöveler Schichten



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-C
Benennung von Fels	Sandstein, Tonstein
Dichte [g/cm ³]	2,2 - 2,6
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	unverwittert, nicht veränderlich bis veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	1 - 200, Härtlinge < 350
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: 340 ±30° Fallwinkel: 60 – 80° Trennflächenabstand: 1 - 120 cm Gesteinskörper: prismatisch, tafelförmig, blockig, schiefrig ¹⁾
Cerchar-Abrasivitätsindex CAI [-] / Bezeichnung ²⁾	0,3 - 2,0 / kaum abrasiv bis abrasiv (quarzitische Sandsteinlagen bis 6,0, extrem abrasiv)

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

2) Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

Tabelle 3.4.4-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten im Festgestein

3.4.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde im Projektgebiet kein Oberboden erkundet. Sofern im Rahmen der Bauarbeiten natürlich gewachsener Oberboden angetroffen wird, ist dieser vor Beginn der Arbeiten abzuschleifen und ist zur Rekultivierung zu verwenden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH / OT
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	3, 4, 5
Massenanteil	
Steine [%]	< 10
Blöcke [%]	< 5
große Blöcke [%]	< 5

Tabelle 3.4.5-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden



4. FOLGERUNGEN

4.1 Gründung

Das geplante Bauwerk wird zum Bergrücken hin (Süden) innerhalb des Festgesteins gründen. Zu diesem Zweck wird lokal eine Profilierung des Felshorizontes erforderlich. In diesem Bereich wird eine Unterkellerung des neuen Gebäudes erwartet. Zum Norden hin gründet das Gelände innerhalb der bindigen Böden der Schicht 1.2.

Im Untersuchungsgebiet ist zwar Altbergbau umgegangen, jedoch liegen diese Aktivitäten nach [U 6] außerhalb der einwirkungsrelevanten Tiefe in Bezug zur geplanten Umnutzung. Nach aktuellem Stand liegen keine Unterlagen über die beabsichtigte Gründungsart vor. Entsprechend den Erkundungen und dem geplanten Bauvorhaben ist eine Flachgründung über Streifen- oder Einzelfundamente möglich. Das Bauwerk kann alternativ flach über eine tragende Bodenplatte gegründet werden. Bei dem geplanten Lebensmittelmarkt mit Wohnanlage handelt es sich um ein setzungsempfindliches Bauwerk. Für die geplante Flachgründung ist von im Hochbau üblich statisch belasteten Fundamenten auszugehen.

Um eine frostfreie Flach- oder Plattengründung zu gewährleisten, muss die UK des jeweiligen Gründungselementes mindestens 0,8 m u. GOK liegen. Die Gründungsebenen werden felsseitig ca. 4,5 m unter der aktuellen GOK liegen. Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung liegen die Gründungen damit im Bereich des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1) und der Sprockhöveler Schichten (Schicht 2.2). Die im Bereich der Gründungstiefe liegenden bindigen Böden des Verwitterungshorizontes besitzen eine halb feste Konsistenz und die primär rolligen Böden der gleichen Schicht 2.1 weisen eine dichte bis sehr dichte Lagerung auf. Der Verwitterungshorizont ist ein Baugrund von mittlerer bis hoher Tragfähigkeit. Wir empfehlen augenscheinlich primär bindige Bereiche aus der Gründungssohle zu entfernen. Der anstehende unverwitterte Fels besitzt eine hohe bis sehr hohe Tragfähigkeit.

Die geplante Gründungstiefe des Bauwerks liegt zum Norden hin voraussichtlich innerhalb der bindigen Auffüllungen der Schicht 1.1 bzw. im Übergangsbereich zu den zuoberst zunächst bindigen Böden des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1). Die bindigen Schichten sind als wenig tragfähig zu bewerten. Im Hinblick auf einen Aushub innerhalb der Schicht 1 (Auffüllungen) wird zudem auf die chemische Bewertung nach LAGA (vgl. Kap. 2.4) hingewiesen, wonach die Auffüllungen der Zuordnungsklasse Z 2 nach LAGA Boden bzw. Z 1.1 nach LAGA Bauschutt eingestuft wurden.



4.2 Baugrube

Für die Herstellung der Flachgründung werden unter Berücksichtigung einer Sauberkeitsschicht und des Bodenaustausches Fundamentgräben bzw. eine Baugrube mit einer maximalen Tiefe von bis zu ca. 4,5 m erforderlich – die Baugrube flacht aufgrund des abfallenden Geländes nach Norden ab.

Im Rahmen des Baugrubenaushubes werden überwiegend die gemischtkörnigen Böden des Verwitterungshorizontes der Sprockhöveler Schichten (Schicht 2.1), zum Süden hin das anstehende Gebirge (Schicht 2.2) und zum Norden hin die rolligen und bindigen Auffüllungen der Schicht 1 ausgehoben.

Der Aushub innerhalb der Auffüllungen und den heterogenen Böden des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1) ist den Bodenklassen 3 bis 5 nach DIN 18 300:2012 zuzuordnen. Die rolligen Auffüllungen (Schicht 1.1) sind aus bodenmechanischer Sicht, wie auch Schicht 2.1, als größtenteils frostunempfindlich und gut verdichtungsfähig zu bewerten. Es wird darauf hingewiesen, dass bereits innerhalb des Verwitterungshorizontes mit vereinzelt gröberen Nebenbestandteilen der Bodenklasse 6 oder gar Blöcken der Bodenklasse 7 mit Kantenlängen > 200 mm nach DIN 18 300:2012 gerechnet werden muss, welche den Aushub erschweren.

Die primär bindigen Auffüllungen (Schicht 1.2) hingegen sind zwar zumeist gut lösbar, jedoch frostempfindlich und schlecht verdichtungsfähig. Sie sind aus bodenmechanischer Sicht für den Wiedereinbau ohne Bodenverbesserung voraussichtlich nicht geeignet. Bindige Böden der Schicht 1.2 können bei Entlastung unter Wassereinfluss sowie Störung der Lagerung von der Bodenklasse 4 in die Bodenklasse 2 nach DIN 18 300:2012 übergehen und dabei ihre Wiedereinbaufähigkeit vollständig verlieren. Auf Basis der chemischen Bewertung nach LAGA sind die aufgefüllten Böden nach Aushub nicht ohne Weiteres vor Ort wieder einbaubar.

Es wird erwartet, dass der Felsaushub (Schicht 2.2) kleinstückig bis hin zu grobblockig (Bodenklasse 6 und 7) anfallen wird. Die Trennflächenabstände werden überwiegend im Zentimeter- bis Dezimeterbereich erwartet, aber auch Trennflächenabstände bis über 1 m können nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund des Trennflächengefüges muss mit einem Mehrausbruch über die beabsichtigte Baugrubensohle hinaus in einer Größenordnung von ca. 10 Vol.-% gerechnet werden. Die Gesteinsfestigkeit variiert stark – im Regelfall werden Druckfestigkeiten bis maximal 200 MN/m² erwartet. Zwischengelagerte quarzitisch gebundene Sandsteinhärtlinge können allerdings auch wesentlich höhere Festigkeiten, ggf. bis 350 MN/m² aufweisen.



4.3 Grundwasserhaltung

Die Baugrubensohlen, sowie die Gründungen liegen oberhalb des in Kap. 2.3 ausgewiesenen Bauwasserstands. Aufgrund der bindigen / gemischtkörnigen Schichten im Baugrund ist von maximal mittleren bis eher geringen Sicker- und Schichtwasserzuflüssen auszugehen.

4.4 Nachbarbebauung

Das Plangebiet liegt im innerstädtischen Bereich und grenzt an zwei Straßen, sowie an Grundstücke mit Wohnbebauung an. Innerhalb des Straßenkörpers, sowie im aktuellen Bestand sind zahlreiche Fremdleitungen vorhanden.

4.5 Geotechnische Kategorie

Insgesamt ist aufgrund der erforderlichen Zusatzmaßnahmen von mittleren Gründungsverhältnissen auszugehen. Unter Berücksichtigung der Komplexität der Gründungsarbeiten, der erforderlichen Maßnahmen und der geologischen Gegebenheiten ist die Baumaßnahme der geotechnische Kategorie GK 2 nach Normenhandbuch EC 7 zuzuordnen.

5. EMPFEHLUNGEN

5.1 Gründung

Nach dem aktuellen Stand ist davon auszugehen, dass das Gebäude aufgrund des nach Norden abfallenden Geländes einseitig, zur Straße „Auf dem Schnee“ hin als Souterrain ausgebildet wird und somit eine einheitliche Gründungshöhe über die gesamte Gebäudelänge bzw. -breite aufweist. Die Gründungssohle liegt zur Südseite des Gebäudes hin voraussichtlich in einer maximalen Tiefe von ca. 4,5 m unter derzeitiger GOK. Die Fundamente gründen demnach größtenteils auf den gemischtkörnigen, tragfähigen, Böden des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1) und auf dem anstehenden Gebirge (Schicht 2.2).



Zum Norden hin liegt die Gründungssohle innerhalb der bindigen Böden der Schicht 1.2. Um Setzungsunterschieden unterhalb der abzusetzenden Fundamente entgegenzuwirken, empfehlen wir in bindigeren Bereichen des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1) sowie innerhalb der bindigen Auffüllungen (Schicht 1.2) einen Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von ca. 0,5 m vorzusehen. Entsprechende Setzungsberechnungen zur Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit sind erforderlich. Sollten Setzungsdifferenzen vollständig zu vermeiden sein, kann für den nördlichen Teil des Gebäudes eine Gründung über Einzel- oder Streifenfundamente ausgeführt werden, die mit Unterbeton bis auf den Fels (Schicht 2.2) geführt werden.

Für die Herstellung der Gründungssohle in den bindigen Böden eignet sich ein Tieflöffelbagger, der mit einer Grabenschaufel (Baggerlöffel mit glatter Schneide) ausgerüstet ist. Baugrubensohlen, in denen bindige Böden anstehen, dürfen nicht befahren werden und sind unverzüglich abzudecken bzw. mit dem nachstehenden Bodenaustauschmaterial oder dem Unterbeton zu überbauen, um die anstehenden Böden vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Aufgeweichte Bereiche sind vollständig aus der Aushubsohle zu entfernen, wodurch sich ggf. die Mächtigkeit des Bodenaustausches erhöhen kann.

Als Bodenersatzmaterial eignen sich natürliche, volumenbeständige Mineralstoffgemische (Boden- gruppen SW, SI, GW, GI nach DIN 18 196), die für Frostschuttschichten im Straßenbau bzw. als Schottertragschichten zugelassen sind. Wir empfehlen Natursteinschotter der Körnung 0/45 mm gemäß TL SoB-StB 04-07. Bei der Anordnung des Bodenersatzes ist eine Lastausbreitung von 45° anzusetzen. Demnach ist ein seitlicher Überstand der Ersatzmaterialien entsprechend der Schichtmächtigkeit einzuhalten. Der Bodenaustausch ist in maximal 30 cm mächtigen Lagen einzubauen und auf mindestens $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichten.



Einbau Planumsschutzschicht

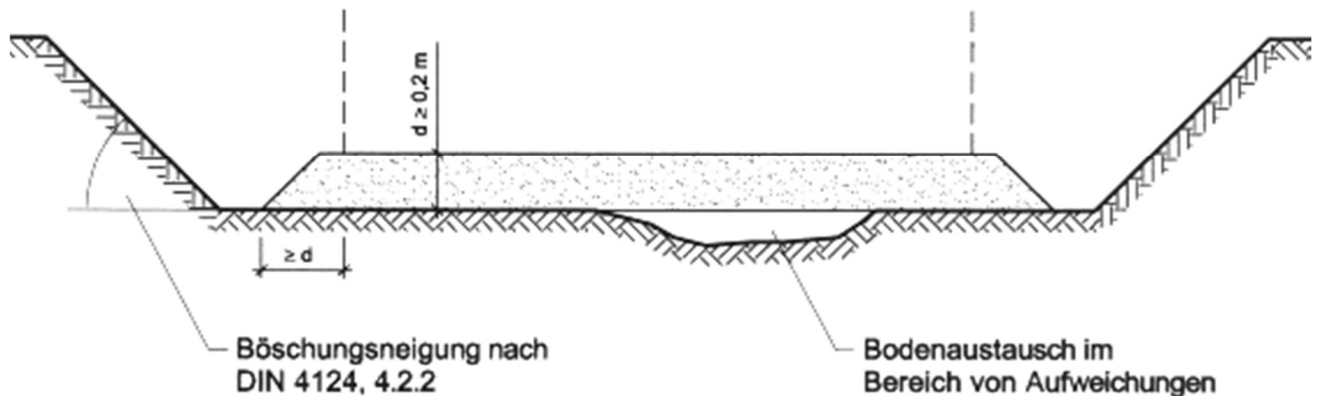


Abbildung 5.1-1: schematischer Aufbau der Planumsschutzschicht

In Bereichen, in denen Festgestein (Schicht 2.2) oder primär rollige Verwitterungsprodukte der Schicht 2.1 in der Gründungssohle anstehen, kann auf einen Bodenaustausch verzichtet werden.

Aufgrund des Trennflächengefüges im Fels, muss mit einem Mehraushub gerechnet werden. Nach Fertigstellung der Felsprofilierung, sind sämtliche aufgelockerte Felspartien schonend abzutragen, um weiteren Mehraushub auf das Mindeste zu reduzieren. Unebenheiten sind mit Magerbeton zu verfüllen.

Im Rahmen der Aushubarbeiten werden die rolligen Verwitterungsböden wahrscheinlich oberflächlich aufgelockert – diese Böden sind daher vor der Herstellung der Sauberkeitsschicht nachzuverdichten. Die Sauberkeitsschicht ist aus Beton nach DIN 1045-3 in Verbindung mit DIN EN 13670 herzustellen.

Es wird davon ausgegangen, dass die Lasten über eine Flachgründung (Einzelfundamente / Streifenfundamente oder tragende Sohlplatte) abgetragen werden. Die Gründung erfolgt frostfrei mit einer Einbindung von mindestens 0,8 m. Als Bemessungswert des Sohlwiderstands wird für den anstehenden Fels 1.000 kN/m² und für den (rolligen) Verwitterungshorizont 500 kN/m² angesetzt, wenn der zu bindigen Boden zersetzte Anteil durch Schotter ersetzt wurde. Es ist zu beachten, dass es sich bei den angegebenen Sohlwiderständen um keinen aufnehmbaren Sohlruck nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässige Bodenpressung nach DIN 1054: 1976-11 handelt.



Bei einer **Gründung auf einer tragenden Bodenplatte** kann für Vorentwurfszwecke im Bereich des gut verdichteten Bodenaustauschs ein Bettungsmodul in Höhe von $k_{s,k} = 25 \text{ MN/m}^3$, im Verwitterungshorizont (Schicht 2.1) ein Bettungsmodul in Höhe von $k_{s,k} = 50 \text{ MN/m}^3$ und im harten (unverwitterten) Fels (Schicht 2.2) ein Bettungsmodul in Höhe von $k_{s,k} = 100 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden. An einem außenliegenden 1 m breiten Streifen kann für die statische Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren der jeweilige vorstehend genannte Wert um den Faktor 3 erhöht werden. Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante und ist maßgeblich von der Größe der Lastfläche, der Belastung und der Laststellung abhängig und ist im Zuge der Planung zu überprüfen. Der vorgenannte Wert gilt daher nur für Vorentwurfszwecke und muss mit den tatsächlichen Lasten und Abmessungen im Zuge der weiteren Planung konkret ermittelt werden.

5.2 Baugruben

Die Baugrube erreicht voraussichtlich eine maximale Tiefe von bis zu 4,5 m. Die Baugrube kann überwiegend frei geböscht hergestellt werden. Aufgrund der südlich und westlich umlaufenden Straßen, werden jedoch mindestens zu diesen Seiten hin voraussichtlich Baugrubenverbauten erforderlich sein. Auf Basis der Baugrunderkundung ist zu erwarten, dass während der Bauarbeiten kein Grundwasser angetroffen wird. Dementsprechend kann der Verbau als Trägerbohlwand mit Holzausfachung oder Spritzbetonausfachung ausgeführt werden. Die Träger der Trägerverbauten müssen im vorliegenden Baugrund eingebohrt und ausbetoniert werden.

Für die Herstellung der Baugrube sind grundsätzlich die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten. Baugruben können nach dieser Norm bis 1,25 m ohne Sicherungen (ungebösch und unverbaut) hergestellt werden. Ab Aushubtiefen > 1,25 m ist der obere Bereich abzubösch oder teilweise zu verbauen. Die frei geböschten Baugruben sind gemäß der in Tabelle 5.2-1 aufgeführten Winkel abzubösch.

Bezeichnung	Schicht	Böschungswinkel β [°]
bindige Auffüllungen	1.2	≤ 60 ¹⁾
rollige Auffüllungen und heterogener Verwitterungshorizont	1.1, 2.1	≤ 45
Sprockhöveler Schichten	2.2	≤ 60

1) Der angegebene Böschungswinkel setzt eine mindestens steife Konsistenz voraus.

Tabelle 5.2-1: zulässige Böschungswinkel ohne Standsicherheitsnachweis



Der Fels kann, je nach Gesteinsfrische und Festigkeit, gemäß der DIN 4124 mit bis zu 60° geböschert werden. Selbst bei diesen Böschungsneigungen können kleinere Ausbrüche aus den Baugrubenböschungen nicht ausgeschlossen werden. Kann dies nicht hingenommen werden, sind die Böschungen abzuflachen. An Stellen, an denen das nicht möglich ist, ist die Baugrube zu verbauen. Beide Maßnahmen (Kopfböschung und teilweiser Verbau) sind bis zu einer Baugrubentiefe von 1,75 m zulässig. Für Baugruben mit einer Tiefe von mehr als 5 m ist auf jeden Fall ein statischer Nachweis der Standsicherheit zu führen (DIN 4124).

Der Baugrubenrand ist allseitig auf einer Breite von ≥ 1 m lastfrei zu halten. In Abhängigkeit unmittelbarer Einwirkungen aus Baumaschinen oder Vergleichbarem können lastfreie Streifen $\geq 2,0$ m erforderlich werden. In Bereichen, wo kleinere Böschungsrutschungen nicht in Kauf genommen werden können, wird ein Standsicherheitsnachweis erforderlich. Wegen der Erosionsempfindlichkeit der anstehenden Böden wird empfohlen, freiliegende Baugrubenböschungen mit fester Folie abzuhängen.

Der **Baugrubenverbau** muss statisch bemessen werden und ist nach EC 7 nachzuweisen. Weiterhin sind für die Bemessung die Hinweise in der EAB zu beachten. Die Angaben in der EAB zum Ansatzpunkt des Wandreibungswinkels auf die gewählten Verbauarten sind zu beachten. Für die Bemessung einer Verbauwand darf der Wandreibungswinkel für Bohrträgerwände höchstens mit $|\delta_{a/p}| = 2/3 \varphi_k'$ angesetzt werden.

Aufgrund der angrenzenden Verkehrsfläche ist der Baugrubenverbau auf **erhöhten aktiven Erddruck** ($0,5 \cdot e_a + 0,5 \cdot e_0$) zu bemessen. Die Bodenkennwerte für die o.g. Standsicherheitsberechnungen können der Tabelle 3.2-1 entnommen werden. Auf die DIN 4124 und die Empfehlungen des Arbeitskreises für Baugruben EAB wird ausdrücklich verwiesen. Die Verträglichkeit der voraussichtlichen Verformungen des Baugrubenverbaus für den angrenzenden Verkehrsweg ist nachzuweisen. Die Lage sowie die seitens des Herstellers vorgegebenen Verbauwandkennwerte sind bei der Planung und Ausführung zu beachten.

Für die innerhalb des Festgesteins abgesetzte, eingebohrten und ausbetonierten Träger des Trägerbohlverbaus können die in Tabelle 5.2.-2 angegebenen Werte verwendet werden:



Schicht	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m ²]	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²]
Sprockhöveler Schichten	70	1,5

Tabelle 5.2-2: Charakteristische Kennwerte für eingebaute und ausbetonierte Bohlträger

Für den felsseitigen Baugrubenverbau kann eine **Rückverankerung** erforderlich werden. Die Regelungen insbesondere des Normenhandbuchs EC 7, der DIN EN 1537 und der DIN SPEC 18 537 sind zu beachten. Generell ist die Verankerung im Fels einer Verankerung im Boden vorzuziehen und eine Mischverankerung in unterschiedlich tragfähigen Schichten zu vermeiden. Andernfalls ist die Verträglichkeit des unterschiedlichen Kraft-Verformungsverhaltens nachzuweisen.

Für eine **Vorbemessung** kann nach Ostermayer die charakteristische Mantelreibung (im Festgestein bei Nutzung von Felsankern) nach Tabelle 5.2-3 in Ansatz gebracht werden. Die angegebenen Ankerkräfte gelten für Verpresskörperlängen bis 6 m und bei einem Bohrdurchmesser von 100 bis 150 mm. Verpresskörperlängen von < 4 m sollten vermieden werden, um kleinräumige Schwächezonen überbrücken zu können. Die Tragfähigkeit des Baugrundes ist beim Bohren der Anker zu überprüfen. Aufgrund der greifbaren Tiefe der Sprockhöveler Schichten (Schicht 2.2), ist es sicherlich sinnvoll, die Anker einheitlich innerhalb der Schicht 2.2 abzusetzen.

Schicht	Krafteinleitungslänge l [m]	charakteristische Mantelreibung [kN/m ²]
Schicht 2.2 ¹⁾	4 - 6	600

1) Verwendung von Felsankern

Tabelle 5.2-3: Charakteristische Mantelreibung von Felsankern zur Vorbemessung

Der Herausziehungswiderstand der Verpressanker ist mittels Eignungsprüfung nach DIN EN 1537 zu ermitteln. Es wird empfohlen, die Eignungsprüfung vor Ausführung der eigenen Rückverankerungen durchzuführen. Es wird ausdrücklich empfohlen, die Eignungsprüfungen vor Ausführung der eigentlichen Rückverankerung durchzuführen.

Grundsätzlich empfehlen wir die Auffüllungen der Schicht 1 aufgrund der vorliegenden umwelttechnischen Bewertung (vgl. Kap. 2.4) getrennt vom übrigen Bodenaushub zu lagern. Das Material kann aufgrund der Z 2 – Einstufung nach LAGA TR Boden nur im Rahmen definierter Schutzmaßnahmen – in Abstimmung mit den zuständigen Behörden – lokal wieder eingebaut werden. Da es sich bei dem auffälligen Parameter größtenteils um TOC handelt, wird davon ausgegangen, dass seitens der



Behörde einem Wiedereinbau zugestimmt wird. Ggf. wird das lokal aus dem Bereich der BS 2 ausgehobene Material der Schicht 1, aufgrund der Kupfer Überschreitung, gesondert berücksichtigt. Zum Schutz gegen Verwehung empfehlen wir das Material solange dieses in Mieten zwischengelagert wird mit einer Folie abzudecken.

Beim Aushub ist zu beachten, dass die feinkörnigen Böden der Schicht 1.2 witterungsempfindlich und bei erhöhten Wassergehalten stark bewegungsempfindlich sind. Diese Böden können bei ungünstigen Witterungsbedingungen bzw. bei Wassersättigung und mechanischer Beanspruchung aufweichen und sich verflüssigen (Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012 in die Bodenklasse 2). Der Boden ist dann weder einbaufähig noch tragfähig. Dynamische Beanspruchungen dieser Böden sind daher zu vermeiden. Der Aushub muss rückschreitend erfolgen. Die rolligen Auffüllungen (Schicht 1.1) sind, vorbehaltlich der chemischen Bewertung, aus bodenmechanischer Sicht gut für den Wiedereinbau geeignet.

Bindige Böden des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1) sowie ggf. für den lokalen Wiedereinbau genehmigte Böden der Schicht 1.2 empfehlen wir nur in Bereichen außerhalb der Bebauung wieder einzubauen, in denen Setzungen bzw. Sackungen hingenommen werden können. In der Regel sind bindige Böden ohne zusätzliche Maßnahmen nur mit $D_{Pr} = 95 \%$ einbaubar. Sie können entsprechend nur wieder eingebaut werden, wenn Eigensetzungen im Dezimeterbereich hingenommen werden können. Müssen die Eigensetzungen weiter reduziert werden, sind die Böden mit Verdichtung ($D_{Pr} = 97 \%$) einzubauen (Eigensetzungen bis max. 5 cm). Der Verdichtungsgrad von 97 % D_{Pr} ist bei den bindigen Böden in der Regel jedoch ohne Zusatzmaßnahmen nicht erreichbar. Der Boden kann mittels Mischbindemittelzugabe (ca. 3 - 5 Vol.-%) stabilisiert / verbessert werden. Aufgeweichte bindige Böden dürfen nicht wieder eingebaut werden.

Die rolligen Böden des Verwitterungshorizontes (Schicht 2.1) eignen sich aus bodenmechanischer Sicht, ggf. nach Aussortieren größerer Bestandteile (≤ 200 mm) gut für den Wiedereinbau. Auch der generierte Felsbruch kann, sofern er auf nutzbare Korngrößen gebrochen wird, lokal wiederverwendet werden.

5.3 Wasserhaltung / Abdichtung

Für die Herstellung der Bebauung werden Baugruben bis eine maximale Tiefe von 4,5 m unter der GOK ausgehoben. Auf Basis der Baugrunderkundung ist mindestens bis auf Höhe der geplanten



Baugrubensohle nicht mit Grundwasser zu rechnen und schlussfolgernd eine **offene Wasserhaltung** ausreichend. Hierfür ist anfallendes Wasser in der Baugrubensohle über Pumpensümpfe zu fassen und abzuleiten. Das Planum ist bei Anordnung von Pumpensümpfen mit einem Gefälle von $\geq 3\%$ zu den Pumpensümpfen hin herzustellen.

Das Sichern der Arbeiten gegen Niederschlagswasser und ihre Beseitigung, inkl. des Fassens und geordneten Ableitens des anfallenden Sickerwassers ist gemäß DIN 18 299, VOB Teil C (4.1.10) Nebenleistung.

Die aus der offenen Wasserhaltung geförderten Wässer müssen schadlos abgeleitet werden. Die Bedingungen setzen eine entsprechende Einleitungsgenehmigung voraus.

Für eine Abdichtung von erdberührten Bauteilen mit bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen wurde auf Basis der bislang zum Projekt vorliegenden Information die Wassereinwirkungsklassen abgeleitet. Die endgültige Festlegung der Wassereinwirkungsklasse ist nach DIN 18 533 vom Planer festzulegen. Bauteile, die in gering durchlässigen Böden ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) bis maximal 3 m einbinden, und alle Bauteile mit einer Grundwassereinwirkung von bis zu 3 m, sind in die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E gemäß DIN 18 533 einzuordnen. Alle anderen Bauteile, auf die ein (Stau-)Wasserdruck von mehr als 3 m wirken kann, sind entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten. Sofern eine dauerhaft funktionsfähige Drainage eingebaut wird, ist auch der Ansatz der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E bei gering durchlässigen Böden ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) ausreichend.

Es ist auch eine Ausführung gemäß DAfStb-Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Beton) möglich. Es wird darauf hingewiesen, dass Beton zwar undurchlässig für Wasser in flüssiger Zustandsform, nicht jedoch diffusionsdicht für Wasserdampf ist. Je nach den Anforderungen an die Untergeschossräume (geringe Luftfeuchtigkeit bei hochwertiger Nutzung) sind bei Verwendung von WU-Beton zusätzliche Maßnahmen zur Trockenhaltung (z. B. Diffusionssperren, Klimatisierung) erforderlich.



5.4 Nachbarbebauung

Sämtliche Bauzustände sind so zu planen und statisch nachzuweisen, dass Einflüsse auf die vorhandenen Straßen und angrenzenden Gebäude vermieden werden. Eine Beweissicherung der umliegenden Straßen und Bauwerke wird empfohlen. Diese sollte vor Beginn der Baumaßnahmen begonnen werden, um eine unbeeinflusste Nullmessung zu erhalten.

Inwieweit die Nachbarbebauung und die Verkehrswege durch das Bauvorhaben berührt werden und ob ggf. notwendige Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind, ist abschließend mit Vorlage der endgültigen Planung zu überprüfen.

Im Zuge der Baumaßnahme können durch Erschütterungen (z.B. Baustellenbetrieb, Verdichtungsarbeiten, usw.) Auswirkungen auf die angrenzende Bebauung nicht ausgeschlossen werden. Daher wird empfohlen, eine Beweissicherung der Nachbarbauwerke sowie der angrenzenden Verkehrswege vor Beginn der Baumaßnahme durchzuführen.

5.5 Sonstige Empfehlungen

Vor Einbau des Bodenaustausches bzw. vor Herstellung der Sauberkeitsschicht ist die Gründungssohle nach EC 7, Kap. 4.3.1 (1)P, durch einen geotechnischen Sachverständigen zu kontrollieren und abzunehmen.

Für die angrenzende bestehende Bebauung und für die wahrscheinlich im Nahbereich der Baumaßnahme vorhandenen Leitungen / Kanäle sowie die Verkehrsflächen wird eine Beweissicherung vor dem Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme empfohlen.

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine stichprobenartige Bestandsaufnahme, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen ist die Dr. Spang GmbH umgehend zu benachrichtigen.



Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

i.V. (gezeichnet)

Bruno Köhler, M. Sc.
(Teamleiter)

i.A.

Jan Prun, M. Sc.
(Projektgeologe)

- Verteiler:**
- Sebralla Architekten, Frau Petra Dostal, Witten, 3x, davon 1x per Mail an: <dostal@sebralla-architekten.de> und <sebralla@sebralla-architekten.de>
 - Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x