



DR. SPANG

Anlage 6

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH



Projekt-Nr.
39.6158

Datei
P6158B181030.docx

Diktat
Cn / Ntz

Büro
Witten

Datum
30.10.2018



- Baugrundgutachten, umwelttechnisches Gutachten und Versickerungsgutachten -

Auftrag vom 06.08.2018

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, Geschäftsführer Dipl.-Ing. Christian Spang

Zentrale Witten: Rosi-Wolfstein-Straße 6, D-58453 Witten, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de
http://www.dr-spang.de

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Weilstr. 29, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Rennbahnstraße 72 – 74, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Str. 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, Erlenstegenstr. 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	6
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	6
2.2 Baugrund	7
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	9
2.4 Umwelttechnische Untersuchungen	11
2.4.1 Probennahme	11
2.4.2 Bewertung nach LAGA	12
2.5 Geotechnische Besonderheiten	14
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	14
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	14
3.2 Bodenkennwerte	16
3.3 Felsmechanische Kennwerte	16
3.4 Homogenbereiche	17
3.4.1 Allgemeines	17
3.4.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	19
3.4.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten	21
3.4.4 DIN 18 303 Verbauarbeiten	23
3.4.5 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	23
3.4.6 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	24
4. FOLGERUNGEN	25
4.1 Gründung	25
4.2 Baugrube	25
4.3 Grundwasserhaltung	26
4.4 Nachbarbebauung	26
4.5 Versickerung	26
5. EMPFEHLUNGEN	27
5.1 Gründung	27
5.1.1 Flachgründung mit Zusatzmaßnahmen	27



5.1.2	Tiefgründung	30
5.2	Herstellung des Gründungsplanums	32
5.3	Baugruben	33
5.4	Wasserhaltung / Abdichtung	35
5.5	Umwelttechnik	35
5.6	Sonstige Empfehlungen	35

6. ANLAGEN

- Anlage 1: Übersichtslageplan, M. = 1 : 25.000 (1)
- Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, M. = 1 : 500 (2)
- Anlage 3: Geotechnische Schnitte, M. = 1 : 200 (3)
- Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
- Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
- Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS), M. = 1 : 50 (12)
- Anlage 4.3: Schwere Rammsondierung (DPH), M. = 1 : 50 (13)
- Anlage 5: Chemische Analytik (1)
- Anlage 5.1: Gegenüberstellung Analysenergebnisse / Zuordnungswerte LAGA M 20 (2)
- Anlage 5.2: Prüfberichte der Agrolab Labor GmbH (15)
- Anlage 6: Versickerungsversuche (1)
- Anlage 6.1: Auswertung Versickerungsversuche gemäß DIN 19682 (2)



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt



Aus den vorliegenden Planunterlagen ist ersichtlich, dass für den Neubau eine Flachgründung auf Einzel- / Streifenfundamenten geplant ist.

1.2 Auftrag

Für die allgemeine Bewertung der Bebaubarkeit ist eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Die Ergebnisse sind in einem Baugrundgutachten zusammenzufassen und zu bewerten. Es sind Empfehlungen zur Gründung und zur Beherrschung des Grundwassers zu geben. Es ist weiterhin nach § 51 LWG die Sickerfähigkeit des Untergrundes zu prüfen. Zudem ist eine umwelttechnische Bewertung der Aushubböden erforderlich.

Mit Schreiben vom 06.08.2018 wurde der Dr. Spang GmbH der Auftrag auf Basis des Angebots A 10850 erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

Die Ergebnisse der Grubenbildeinsichtnahme sowie die möglicherweise resultierende Gefährdung der Tagesoberfläche wurde bereits in einem gesonderten Gutachten vorgelegt.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:



- [U 1] **Bebauungslageplan, M. 1 : 250, Vermessungsbüro Dipl. Ing. Markus Thöle, Witten, 19.09.2017.**
- [U 2] **Geologische Karte von NRW 1 : 25.000, Blatt 4510, Witten.** Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 1980.
- [U 3] **NRW Umweltdaten vor Ort, Online-Kartendienst;** Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: <http://www.uvo.nrw.de/uvo.html?lang=de>, abgerufen im September 2018.
- [U 4] **Gefährdungspotenziale des Untergrunds in Nordrhein-Westfalen;** Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Bezirksregierung Arnsberg: http://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger/Buerger.html, abgerufen im September 2018.
- [U 5] **Elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW, Online - Kartendienst,** Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: <http://www.elwas-web.nrw.de/elwas-web/index.jsf>, 24.07.2018.
- [U 6] **Schutzgebiete in Deutschland - Kartendienst;** Bundesamt für Naturschutz, Bonn, <http://www.geodienste.bfn.de/schutzgebiete>, 24.07.2018.
- [U 7] **DWA-Regelwerk, DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser;** Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, April 2005.
- [U 8] **LAGA: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen - Technische Regeln - (Stand: 6. November 1997)** Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall Nr. 20, 4., erweiterte Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1998.
- [U 9] **Der Felsbau, 1. Band: Grundlagen;** Müller, L., Stuttgart, 1978.
- [U 10] **Grundbau-Taschenbuch;** Teil 2, 8. Auflage, Ernst & Sohn, 2018.



[U 11] Gutachten „Beurteilung der bergbaulichen Situation, Gleiwitzer Straße 2 in Witten“;
Dr. Spang GmbH, Witten, 29.08.2018.

1.4 Untersuchungen

Vom 27.08. bis 30.08.2018 wurden durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH **12 Kleinrammbohrungen** als Rammkernsondierungen (Schappen-Ø 40 – 80 mm) und **13 Schwere Rammsondierungen** nach DIN EN ISO 22 476-2 bis in eine maximale Tiefe von 7,0 m unter Ansatzpunkt 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. 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 Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen in Anlage 3 und 4 zu entnehmen.

Für die umwelttechnische Beurteilung wurden 5 Analysen nach LAGA Boden [U 8] durchgeführt und sind der Anlage 5 zu entnehmen.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Das in Witten-Annen gelegene Projektgebiet befindet sich an der Pferdebachstraße auf einer relativ ebenen Fläche. Es handelt sich um ein teilweise stark mit Bäumen, Sträuchern und Büschen bewachsenes Brachgelände mit Höhen von ca. +106 m NHN. Im südöstlichen Bereich des Untersuchungsgebiets fällt das Gelände um ca. 3,0 m auf ca. +103 m NHN ab. Es handelt sich dabei um den Einschnitt eines Bachs, der das Untersuchungsgebiet tangiert und in Richtung Pferdebach fließt. Nördlich grenzt das Baufeld unmittelbar an die bestehende Lager-/ Produktionshalle der Firma Boesner GmbH an.



2.2 Baugrund

Nach der geologischen Karte [U 2] stehen im Projektgebiet oberflächennah quartäre Löss- und Terrassen-/ Auenablagerungen an. Örtlich können auch holozäne Flussablagerungen der Nebentäler der Ruhr in Form von tonigem z.T. sandigem, kiesigem Schluff angetroffen werden. Die quartäre Überprägung ist mit einer Mächtigkeit von 2,0 bis 5,0 m angegeben.

Es ist bekannt, dass auf dem Grundstück der Aushub aus dem Bereich der vorhandenen Lager-/ Produktionshalle abgelagert wurde.

Im Liegenden der Überdeckung folgen nach der geologischen Karte [U 2] Gesteine der Bochumer und Wittener Schichten. Diese bestehen aus Ton- und Sandsteinen und sind mit Kohleflözen durchzogen. 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 [U 2] auf dem Nordwestflügel des Ringeltauber Sattels. Die Schichten fallen in nordwestliche Richtung ein. Es wird ein Schichtfallen von etwa 55° (61 gon) in nordwestliche Richtung erwartet.

Anhand von 4 Ansatzpunkten (BS 1, BS 7, BS 10, BS 12) konnte als oberste Schicht eine 0,1 – 0,5 m mächtige Schicht (**umgelagerter Oberboden (Schicht 0)**) in Form von stark durchwurzelter, mit organischem Material angereichertem Schluff mit Sand und Ton aufgeschlossen werden.

Unter dem Oberboden (im sonstigen Bereich ab der GOK) wurden überwiegend **Auffüllungen (Schicht 1)** erkundet. Diese stellen sich weitestgehend als **bindige Auffüllungen (Schicht 1)** dar mit Mächtigkeiten zwischen 0,3 m und 2,1 m. Es handelt sich um sandige bis stark sandige, schwach tonige, schwach kiesige und z.T. schwach humose Schluffe bzw. teilweise schwach sandige, schwach kiesige, lokal stark humose Tone. Mit den Ansatzpunkten BS 4 und BS 9 konnten neben den bindigen Auffüllungen auch rollige Auffüllungen nachgewiesen werden. Diese setzen sich aus stark schluffigen, kiesigen bis stark kiesigen, tonigen Sanden zusammen. Die Konsistenz der bindigen Auffüllungen ist anhand der Handansprache als weich bis steif zu klassifizieren. Die Schläge mit der schweren Rammsonde weisen überwiegend auch auf eine weiche bis steife Konsistenzen hin ($N_{10} = 3 - 7$). Konsistenzen festgestellt werden. In den Auffüllungen (Schicht 1) sind Fremdbeimengungen von Schlacke, Ziegel, Kohle, (Mager)Beton, Holz sowie vereinzelt Plastikreste und gebrannte Halde vorhanden.



Unterhalb der Auffüllungen, bzw. direkt unter dem Oberboden anstehend, sind in allen Erkundungen **Lößlehme, Auenlehme und Bachablagerungen (Schicht 2)** anzutreffen. Dabei handelt es sich um Ton mit wechselndem Sand-, Schluff- und örtlich auch Kies- und Organikanteil. Der vorgenannte Organikanteil liegt schwach bis mäßig vor. Im oberflächennahen Bereich weist er eine beigebraune bis braune Färbung auf und hat gemäß Handansprache eine weiche bis steife Konsistenz.

Im Bereich des trocken gefallen Bachlaufs hatte sich eine natürlich angelegte Rinnenstruktur gebildet und es ist umgelagerter Löß mit z.T. einem größeren Anteil an Kies sowie erhöhten humosen bzw. organischen Bestandteilen anzutreffen. Die Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen, sowie die Angaben gemäß der Handansprache weisen für das gesamte Untersuchungsgebiet überwiegend eine weiche bis steife Konsistenzen auf. Im tieferen Bereich, ab etwa 2,0 m bis 3,0 m unter Gelände nimmt der Kalkgehalt der anstehenden Tone zu und der Boden geht aufgrund einer längeren Lagerung in Staunässe in eine graue Färbung über.

Im östlichen Bereich des Projektgebiets stehen ab Tiefen von 4,4 und 6,1 m (BS/DPH 10 & DPH 12) unter Gelände die **verwitterten Wittener Schichten (Schicht 3.1)** an. Es handelt sich um Ton-, und verlehnte Sandsteine, welche als mürbe mit geringer Kornbindung zu beschreiben sind. Diese Schicht weist keine erkennbare Gebirgsstruktur auf und keinen zusammenhängenden Gesteinskörper. Die Tragfähigkeit ist in diesem Bereich im Vergleich zu den überlagernden Löß- / Auenlehmen und Bachablagerungen bereits deutlich erhöht.

Mit zunehmender Tiefe gehen die verwitterten Schichten in die gesteinsfesten **angewitterten bis unverwitterten Wittener Schichten (Schicht 3.2)** über. Der Übergang der verwitterten zu den angewitterten bis unverwitterten Schichten wird vor allem anhand der Schweren Rammsondierung ($N_{10} > 100$) abgeschätzt.

In der nachfolgenden Tabelle 2.2-1 ist der generalisierte Baugrundaufbau dargestellt.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
0	(umgelagerter) Oberboden	0,1 – 0,5 ¹⁾	Schluff, stark sandig, schwach humos / Sand, schwach humos, schwach tonig, schwach schluffig / braun	weich / locker



Schicht	Bezeichnung	Schicht-	Bodenbeschreibung	
1	Auffüllung	0,3 – 2,1 ¹⁾	Schluff, sandig - stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig, schwach humos / Sand, schwach kiesig - kiesig, tonig, stark schluffig / Ton, schwach sandig - sandig, schwach kiesig, stark humos / braun / beige / grau	weich bis steif / locker bis mitteldicht
2	Löß- / Auenlehm und Bachablagerungen	5,6 – > 6,5 ¹⁾²⁾	Ton, schwach (fein)sandig - stark sandig, schwach humos - humos, schwach kiesig - kiesig / Sand, schwach tonig - tonig, schwach kiesig - kiesig / Schluff, sandig, schwach tonig, schwach humos / braun / beige / grau	weich bis steif / locker bis mitteldicht
3.1	verwitterter Ton-, und Sandstein (Wittener Schichten)	/ ¹⁾³⁾	((Tst)) ((Sst))	stückig, mürbe
3.2	angewitterte bis unverwitterte Ton-, Schluff- und Sandsteine (Wittener Schichten)	/ ¹⁾³⁾	(Tst) – Tst (Sst) – Sst	/

- 1) nicht in allen Bohrungen erkundet
 2) Schichtunterkante in vielen BS nicht erkundet
 3) Schichtunterkante nicht erkundet.

Tabelle 2.2-1: Baugrundaufbau

Der Baugrundaufbau entspricht somit stratigraphisch weitestgehend den Angaben aus der geologischen Karte [U 2].

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Das Projektgebiet liegt gemäß [U 2] in einem Gebiet mit einer sehr gering durchlässigen Deckschicht. Im Rahmen der Untergrunderkundung wurde in 10 Bohrungen Wasser angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle 2.3-1 sind die gemessenen Grundwasserstände, welche direkt nach dem



abteufen der Bohrung, gelotet wurde. Hierbei gilt es zu beachten das die angegebenen Porengrundwasserstände lediglich zur Orientierung dienen, da der ausgespiegelte Ruhegrundwasserstand sich erst zu einem deutlich späteren Zeitpunkt (> 1 d) einstellen wird.

Ansatzpunkt	Geländehöhe [m ü. NN]	Wasserstand ¹⁾ [m u. GOK]	Wasserstand ¹⁾ [m ü. NN]
BS / DPH 1	+102,77	5,33	+101,35
BS / DPH 2	+105,79	5,60	+100,60
BS / DPH 3	+105,83	5,55	+100,28
BS / DPH 6	+106,49	4,70	+101,79
BS / DPH 7	+103,37	3,10	+100,27
BS / DPH 8	+104,37	3,35	+101,00
BS / DPH 9	+105,71	3,70	+102,01
BS / DPH 10	+103,15	1,90	+101,25
BS / DPH 11	+103,06	2,00	+101,06
BS / DPH 12	+103,58	1,90	+101,68

1) Wasserstände jeweils nach Bohrende gelotet

Tabelle 2.3-1: Grundwassermessstände

Im Zuge der Erkundung wurde nicht in allen Bohrungen Wasser angetroffen, jedoch wurden zumeist mindestens nasse Zonen angetroffen. Im Bereich der nassen Zonen bzw. der gemessenen Grundwasserstände, ist durch die farbliche Veränderung von beige/braun (erdfeucht) zu einer stets grauen Einfärbung (feucht bis nass) der Bodenschichten, ein dauerhafter Wasserkontakt zu vermuten. Aufgrund der gemessenen Grundwasserstände ist davon auszugehen, dass der Porengrundwasserleiter im Bereich der trocken gelaufenen Rinnenstruktur seinen Tiefpunkt besitzt. Der **Bauwasserstand** wird auf +102,5 m ü. NN und der **Bemessungswasserstand** auf Höhe GOK festgesetzt.

Die Durchlässigkeiten können als Bandbreiten gemäß Tabelle 2.3-2 angesetzt werden. Die Durchlässigkeit der Wittener Schichten ist stark abhängig vom Verwitterungszustand, zur Tiefe hin im Bereich des unverwitterten Festgesteins spielen Kluft- und Schichtflächen eine übergeordnete Rolle in der Durchlässigkeit. Örtlich kann es aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Schicht 2 zu Schwankungen kommen.



Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit k_f [m/s]
1	Auffüllungen	1×10^{-4} bis 1×10^{-7}
2	Löß-/ Auenlehm, Bachablagerungen	1×10^{-5} bis 1×10^{-10}
3	Wittener Schichten	1×10^{-5} bis 1×10^{-10} 1)

1) In Abhängigkeit des Verwitterungsgrades und des Trennflächengefüges

Tabelle 2.3-2: Durchlässigkeiten

2.4 Umwelttechnische Untersuchungen

2.4.1 Probennahme

Für die Beurteilung des anfallenden Aushubs wurden aus den Auffüllungen sowie den anstehenden Böden in Abhängigkeit der Lage der Bohrungen insgesamt 5 Mischproben nach der LAGA-Richtlinie untersucht.

Probe	Einzelprobe / BS	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Schicht	Analytik
MP 1	BS 1 - G 2 BS 4 - G 1 / G 2 BS 4 - G 2	0,1 - 0,8	Auffüllungen Schicht 1	LAGA M20, Tab. II. 1.2-2 und Tab. II. 1.2-3
MP 2	BS 2 - G 1 BS 3 - G 1 BS 5 - G 1	0,0 - 0,5	Auffüllungen Schicht 1	LAGA M20, Tab. II. 1.2-2 und Tab. II. 1.2-3
MP 3	BS 8 - G 1 BS 11 - G 1 BS 12 - G 1 bis G 3	0,0 - 0,9	Auffüllungen Schicht 1	LAGA M20, Tab. II. 1.2-2 und Tab. II. 1.2-3
MP 4	BS 10 - G 3 bis G 5 BS 11 - G 4 / G 5 BS 12 - G 5	0,8 - 2,9	Auelehm, Bachsedimente Schicht 2	LAGA M20, Tab. II. 1.2-2 und Tab. II. 1.2-3
MP 5	BS 6 - G 1 / G 2 BS 9 - G 1 / G 2	0,0 - 2,1	Auffüllungen Schicht 1	LAGA M20, Tab. II. 1.2-2 und Tab. II. 1.2-3

Tabelle 2.4-1: Mischprobenplan



2.4.2 Bewertung nach LAGA

Bewertungsgrundlage für den potenziellen Bodenaushub: Die LAGA-Richtlinie M 20 ist für die Bewertung der Wiederverwertungs- / Beseitigungsmöglichkeiten von Aushub gedacht. Zusätzlich können anhand deren Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 und den vorstehenden Wiedereinbaukriterien Rückschlüsse auf die Höhe der Bodenverunreinigungen getroffen werden.

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.

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 gegener 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: LAGA - Zuordnungswerte sowie sich daraus ergebende Konsequenzen für die Verwertung / Entsorgung

Bewertung der Analysen nach LAGA: In der **Mischprobe MP 1**, die sich aus **Auffüllungen** mit mineralischen Fremd Beimengungen (< 10 Vol.-%) aus Ziegel, Schlacke und Kohle zusammensetzt, wurde ein schwach erhöhter Anteil an Zink und Cadmium festgestellt. Diese Auffüllungen sind der **Einbauklasse Z 1.2** zuzuordnen und können nach LAGA [U 8] eingeschränkt offen eingebaut werden.

Mit der **Mischprobe MP 3** wurde ebenfalls Boden aus der Schicht 1 (Auffüllung) beprobt. Die Analyse ergab leicht erhöhte Werte bei Zink, PAK, Naphthalin und Benzo[a]pyren. Der Boden ist nach **LAGA** der **Einbauklasse Z 1.1** zuzuordnen.



Die **Mischprobe MP 5** aus den Auffüllungen aus dem Bereich des nordöstlichen Teil des Baufeldes weist einen erhöhten pH-Wert (im Feststoff als auch im Eluat) sowie erhöhte Anteile an Zink, PAK (EPA), Naphthalin und Benzo[a]pyren auf und ist deshalb der **Einbauklasse Z 2** zuzuordnen. Aufgrund des erhöhten pH-Wertes erfolgt die Einstufung in die Einbauklasse Z 2. Hohe pH-Werte sind auf Schlacke und Beton in den vorhandenen Bauschuttbeimengungen zurückzuführen, welche beim Brechen des Betons für die Analyse Calciumhydroxid freisetzen, bzw. Schlacken, die sogenannte Freikalkgehalte freisetzen. Vernachlässigt man den analysierten erhöhten pH-Wert, ergibt sich eine Einstufung der **Einbauklasse Z 1.2** gemäß LAGA [U 8]. Im Zweifel, ob die pH-Werte einstufigsrelevant sind, wird eine Abstimmung mit der annehmenden Stelle empfohlen.

Die **Mischproben MP 2** und **MP 4** wiesen keine Auffälligkeiten auf und sind der **Einbauklasse Z 0** nach LAGA [U 8] zuzuordnen und somit uneingeschränkt einbaubar. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 2.4-3 zusammengefasst.

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Lage / Schicht	Zuordnung nach LAGA Boden	Schadstoffe	
				Parameter	Gehalte
MP 1	0,1 - 0,8	nordwestliche Baufläche / Auffüllungen Schicht 1	Z 1.1	Cadmium Zink	0,7 mg/kg 134 mg/kg
MP 2	0,0 - 0,5	(süd)westliche Baufläche / Auffüllungen Schicht 1	Z 0		
MP 3	0,0 - 0,9	südöstliche Baufläche / Auffüllungen Schicht 1	Z 1.1	Zink PAK (EPA) Naphthalin Benzo-[a]-pyren	167 mg/kg 2,40 mg/kg < 0,05 mg/kg 0,18 mg/kg
MP 4	0,8 - 2,9	südöstliche Baufläche / Auelehm, Bachsedimente Schicht 2	Z 0	/	/
MP 5	0,0 - 2,1	nordöstliche Baufläche / Auffüllungen Schicht 1	Z 2	pH-Wert Zink PAK (EPA) Naphthalin Benzo-[a]-pyren pH - Wert (Eluat)	9,3 200 mg/kg 11 mg/kg 0,18 mg/kg 0,69 mg/kg 9,4

Tabelle 2.4-3: Einstufung des Aushubs nach LAGA Boden



2.5 Geotechnische Besonderheiten

Nach DIN EN 1998-1/NA liegt das Projektgebiet außerhalb von **Erdbebenzonen**.

Zur Bewertung der **Frosteinwirkung auf Bauwerke** und Verkehrswege wurden nach RStO-12 und Ril 836 verschiedene Frosteinwirkungszonen eingeführt. Das Untersuchungsgebiet ist danach der **Frosteinwirkungszone I** zuzuordnen.

Ferner liegt das Projektgebiet gemäß [U 3] außerhalb von **Naturschutz-, FFH-, Vogelschutz- oder Wasserschutzgebieten**.

Gemäß Informationen des Geologischen Dienstes NRW [U 4] liegt im betroffenen Bereich **Gefahrenpotential durch Bergbau** vor. Diesbezüglich wurde seitens der Dr. Spang GmbH eine Grubenbildeinsichtnahme bei der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung 6 Bergbau und Energie in Nordrhein - Westfalen beantragt. Die Ergebnisse wurden in Form eines Gutachtens zusammengefasst [U 11].

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den 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⁾
0	Oberboden	OH, OU, OT	1	/	/
1	Auffüllungen	A [GW, GU, GU*, GT, GT*, SU, SU*, TL, ST, ST*, UL, OU]	3 – 5, (2) ⁴⁾ (6 – 7) ⁵⁾	F 1 – 3	V 1 – V 3
2	Löß-/Auenlehm, Bachablagerungen	UL, TL, TM, SU, SU*, ST, ST*, OU, OT	3 – 4 (2) ⁴⁾	F 2 – 3	V 2 – V 3



Schicht-Nr.	Bodenschicht	Klassifizierung nach DIN 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300 ¹	Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
3.1	verwitterter Ton-, und Sandstein (Wittener Schichten)	((Tst)) ⁶⁾ ((Sst)) ⁶⁾	6 (7)	/	/
3.2	angewitterte bis unverwitterte Ton-, und Sandsteine (Wittener Schichten)	(Tst) – Tst ⁶⁾ (Sst) – 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) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Steinanteil und Schutt

6) Bezeichnung nach DIN 4023

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die Angabe der Boden- und Felsklassen der Tabelle 3.1-1 nach der zurückgezogenen DIN 18 3xx (Ausgabe 2012) erfolgt informativ. Nach aktuell gültiger DIN 18 3xx (Ausgabe 2016) 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 **Rammpfähigkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen. In den Auffüllungen muss wegen Steinen mit schwerer Rammfähigkeit oder auch fehlender Rammfähigkeit gerechnet werden. Bei schwer rambaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten (siehe Tabelle 3.1-2) ist die Rammpfähigkeit ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit der erforderlichen Einbindetiefe Zusatzmaßnahmen wie z.B. Lockerungsbohrungen oder Austauschbohrungen erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.

Schicht-Nr.	Boden	Rammpfähigkeit ¹⁾
1	Auffüllung	leicht – mittelschwer ^{1) 3)}
2	Löß-/Auenlehm, Bachablagerungen	leicht – mittelschwer ¹⁾
3.1	verwitterter Ton-, und Sandstein (Wittener Schichten)	schwer - nicht rammpfähig (Vorbohren erforderlich) ^{1) 2)}
3.2	angewitterte bis unverwitterte Ton-, und Sandsteine (Wittener Schichten)	nicht rammpfähig (Vorbohren erforderlich) ²⁾



- 1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag
- 2) Genesebedingt sind Steine / Gerölle bzw. feste Kalkstein- und Dolomitbänke vorhanden
- 3) in Abhängigkeit von gröberen Einlagerungen können Zusatzmaßnahmen (Lockerungsbohrungen) erforderlich werden

Tabelle 3.1-1: Rammbarkeit der anstehenden Schichten

Bindige Böden (z.B. der Auelehm, Schicht 2) können bei Wassersättigung und Lagerungsstörung (z.B. dynamische Beanspruchung, Überfahrten, etc.) in eine fließende Bodenart übergehen.

3.2 Bodenkennwerte

Auf der Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden lassen sich die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

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]	undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}^{1)}$ [MN/m ²]
1	Auffüllungen	20	10	30	0	0	30 (10 – 80)
2	Löß-/ Auenlehm, Bachsedimente	20	10	25 (22,5–27,5)	5 (2-15)	50 (20-150)	10 (5 – 15)

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

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte.

Die Werte gelten für mindestens mitteldicht gelagerte bzw. mindestens steife bis halfeste Böden, sofern nicht anders angegeben

3.3 Felsmechanische Kennwerte

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



Schicht-Nr.	Felsart	Wichte feuchtes Gebirge γ_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	einaxiale Druckfestig- keit Gestein $\sigma_{c,k}$ [MN/m ²]	E-Modul Gebirge E_k [MN/m ²]
3.1	verwitterter Ton-, und Sandstein (Wittener Schichten)	25	25 ¹⁾	≥ 0 ¹⁾ (5 – 15)	< 1 – 10	300 – 4.000
3.2	angewitterte bis unverwitterte Ton-, und Sandsteine (Wittener Schichten)	26,5	30 ¹⁾	≥ 0 ¹⁾	5 – 100 ²⁾	1.000 – 21.000 ²⁾

1) für Scherbeanspruchung auf Trennflächen

2) einzelne Sandsteinbänke können einaxiale Druckfestigkeiten bis 200 MN/m² / E-Moduln bis 70.000 MN/m² aufweisen

Tabelle 3.3-1: Charakteristische felsmechanische Kennwerte.

Die in der Tabelle 3.3-1 angegebenen Werte gelten für angewittertes bis frisches Gebirge, sofern nicht anders angegeben.

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.

Für bauzeitliche Überprüfungen sind 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 14 689-1
	natürliche Dichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c'	DIN 18 137
	Sensitivität c_{fv}/c_{Rv}	DIN 4094-4
	Wassergehalt w_n	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizität I_p	DIN 18 122-1
	Konsistenz I_c	DIN 18 122-1
	Durchlässigkeit k_f	DIN 18 130
	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
	Sulfatgehalt	BS 1377-3
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579
Felsmechanik	Dichte	DIN EN ISO 17 892-2
	Verwitterung und Veränderungen/Veränderlichkeit	DIN EN ISO 14 689-1
	Kalkgehalt v_{ca}	DIN 18 129
	Sulfatgehalt	BS 1377-3
	einaxiale Druckfestigkeit	DIN 18 141-1
	Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	DIN EN ISO 14 689-1
	Abrasivität	CAI-Test nach NF P 94-430-1

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 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 der nachfolgenden Tabelle 3.4-2 und 3.4-3 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd - A
Schicht Nr.	1, 2
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Löß-/ Auenlehm, Bachablagerungen



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd - A	
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 40 < 25 < 10	
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,6 – 2,2	
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	< 250	
Wassergehalt w_n [%]	5 – 40	
Plastizitätszahl I_P / Bezeichnung ¹⁾	≤ 0,4 / leicht bis mittel plastisch	
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung ¹⁾	0,5 - 1,0 (lokal 0,0 - 0,5 / > 1,0) / weich bis steif (lokal breiig, halbfest)	
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,15 - 0,65 / locker bis mitteldicht	
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung ¹⁾	0 - 15 % / nicht bis mittel organisch	
Bodengruppe	A [..], GW, GU, GU*, GT, GT*, SU, SU*, TL, TM, UL, UM, ST, ST*, OU, OT	

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

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

Tabelle 3.4-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd - B	
Schicht Nr.	3	
ortsübliche Bezeichnung	Wittener Schichten	
Benennung von Fels ¹⁾	Tonstein, Sandstein	
Dichte [g/cm ³]	2,2 - 2,7	
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit ¹⁾	unverwittert – verwittert veränderlich bis stark veränderlich	
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	< 1 – 100 (vereinzelt bis 200)	



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd - B
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung/Fallwinkel 330° ± 30° / 15° ± 15° ²⁾ Trennflächenabstand: 10 - 100 cm ³⁾ tafelförmiger Gesteinskörper ¹⁾

- 1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 689-1
- 2) aus geologischer Karte [U 2] abgeschätzt
- 3) nach [U 10] abgeschätzt

Tabelle 3.4-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten im Festgestein

3.4.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten

Für Bohrarbeiten für die Pfahlgründung / eine Rückverankerung des empfohlenen Bohlträgerverbaus können für die Bohrarbeiten die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Bohrarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.4-4 und Tabelle 3.4-5 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Großbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-A
Schicht Nr.	1, 2
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Löß-/ Auenlehm, Bachablagerungen
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	
Massenanteil Steine [%]	< 40
Blöcke [%]	< 25
große Blöcke [%]	< 10
Kohäsion c' [kN/m ²]	0 - 50
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	0 - 250
Wassergehalt w _n [%]	5 - 40



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-A
Plastizitätszahl I_p / Bezeichnung ¹⁾	$I_p \leq 0,4$ / leicht bis mittel plastisch
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	0,5 - 1,0 (lokal 0,0 - 0,5 / > 1,0) / weich bis steif (lokal breiig, halbfest)
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,15 - 0,65 / locker bis mitteldicht
LCPC-Abrasivitäts- Koeffizient LAK [g/to] / Be- zeichnung ³⁾	0 - 1.250 / nicht abrasiv bis stark abrasiv
Bodengruppe	A [..], GW, GU, GU*, GT, GT*, SU, SU*, TL, TM, UL, UM, ST, ST*, OU, OT

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: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-B
Schicht Nr.	3
ortsübliche Bezeichnung	Wittener Schichten
Benennung von Fels	Tonstein, Schluffstein, Sandstein
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	unverwittert – verwittert veränderlich bis stark veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	<1 – 100 (vereinzelt bis 200)
Trennflächenrichtung, Trennflä- chenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung/Fallwinkel 330° ± 30° / 15° ± 15° ³⁾ Trennflächenabstand: 10 - 100 cm ⁴⁾ tafelförmiger Gesteinskörper ¹⁾
Cerchar-Abrasivitätsindex CAI [-] / Bezeichnung ²⁾	0,5 - 2,5 / nicht abrasiv bis stark abrasiv

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689-1

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

3) aus geologischer Karte [U 2] abgeschätzt

4) nach [U 9] abgeschätzt

Tabelle 3.4-5: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten im Festgestein

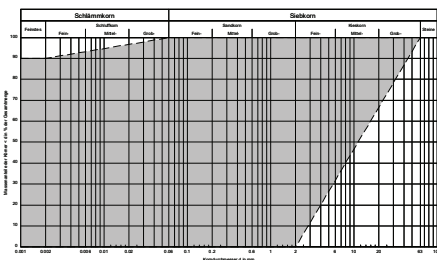


3.4.4 DIN 18 303 Verbauarbeiten

Für Verbauarbeiten nach DIN 18 303 sind die Homogenbereiche analog zu denen für Erdarbeiten zu verwenden.

3.4.5 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.4-6 und Tabelle 3.4-7 verwendet werden. Die Einteilung in Homogenbereiche gilt dabei für ein Rammgerät mit starrer Führung und schwerem Rammbar oder Vibrator. Für ein Anbaugerät an den Hydraulikarm eines Baggers sind z. T. nur um mehrere Meter geringere Rammtiefen möglich. Die Homogenbereiche sind für einen solchen Einsatz neu einzuteilen.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-A
Schicht Nr.	1, 2
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Löß-/ Auenlehm, Bachablagerungen
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 40 < 25 < 10
Wassergehalt w_n [%]	5 - 40
Plastizität I_p	$\leq 0,4$ / leicht bis mittel plastisch
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	0,5 - 1,0 (lokal 0,0 - 0,5 / > 1,0) / weich bis steif (lokal breiig, halbfest)
bezogene Lagerungs- dichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,15 - 0,65 / locker bis mitteldicht
Bodengruppe	A [..], GW, GU, GU*, GT, GT*, SU, SU*, TL, TM, UL, UM, ST, ST*, OU, OT



- 1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.4-6: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-/Rüttel-/ Pressarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-B
Schicht Nr.	3
ortsübliche Bezeichnung	Wittener Schichten
Benennung von Fels	Tonstein, Schluffstein, Sandstein
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	<1 – 100 (vereinzelt bis 200)

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689-1

Tabelle 3.4-7: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten im Festgestein

3.4.6 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden, sofern vorhanden, ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Der Oberboden ist vor Beginn der Arbeiten abzuschleifen und ist zur Rekultivierung zu verwerten.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH / OT
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	1
Massenanteil	
Steine [%]	< 10
Blöcke [%]	< 5
große Blöcke [%]	< 5

Tabelle 3.4-8: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden



4. FOLGERUNGEN

4.1 Gründung

Grundsätzlich sind sowohl Flachgründungen als auch Tiefgründungen für den geplanten Neubau möglich. Das Niveau der Arbeitsebene liegt überwiegend auf +104,50 m ü. NN bei einer Erdgeschossfußbodenhöhe (EFH) von 105,00 m ü. NN gemäß [U 1]. Flachgründungen sind generell nur mit Zusatzmaßnahmen in den bindigen Böden der Schicht 2 möglich. Die bindigen Böden der Schicht 2 liegen überwiegend in weicher bis steifer Konsistenz vor und sind als gering tragfähig zu beurteilen. Des Weiteren ist zu beachten, dass die leicht bis mittel plastischen Böden der Schicht 2 unter Wasserzutritt oder dynamische Anregung in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300:2012-09 (fließende Bodenarten) übergehen können. Um die Baugrubensohle vor Witterungseinflüssen zu schützen und gleichzeitig eine verbesserte Tragfähigkeit für die geplanten Bauwerke zu gewährleisten, muss ein Bodenaustausch bzw. eine Tragschicht mit einer Mindestmächtigkeit von 0,5 m eingebaut werden.

Flachgründungen über Einzel- bzw. Streifenfundamente mit entsprechenden Zusatzmaßnahmen sind für die geplanten Bauwerke in Abhängigkeit von der Höhe und Verteilung der in den Baugrund abzutragenden Lasten möglich. Alternativ zur Flachgründung ist grundsätzlich eine **Tiefgründung** über Bohrpfähle in den Festgesteinen der Schicht 3 möglich.

4.2 Baugrube

Bei einem Niveau der Arbeitsebene von +104,5 m ü. NN werden für die jeweiligen Einzel- oder Streifenfundamente bereichsweise Baugrube von etwa 1,0 m Tiefe notwendig. Aufgrund der geringen Aushubtiefe und den ausreichenden Platzverhältnissen können die Baugruben frei geböscht hergestellt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die bindigen Böden witterungs- und bewegungsempfindlich sind und unter dynamischer Beanspruchung oder Wasserzutritt aufweichen und von Bodenklasse 4 in Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) übergehen können.



4.3 Grundwasserhaltung

Aufgrund der geringen Aushubtiefe kann bei saisonal bedingt günstigen Wasserständen eine offene Wasserhaltung erfolgen. Hierfür ist die Ausbildung eines Flächen- und Auflastfilters vorzusehen, in die ggf. auch Drainagestränge eingelegt werden können. Der Flächenfilter muss bereichsweise auf die Böschungsfüße mit hochgezogen werden. Das anfallende Wasser kann in Pumpensämpfen gefasst und abgeleitet werden.

4.4 Nachbarbebauung

Sämtliche Bauzustände sind so zu planen und statisch nachzuweisen, dass Einflüsse auf die vorhandenen Straßen und umliegenden Gebäude vermieden werden. Insbesondere bei Grundwasserabsenkungs- und Rammarbeiten sind Auswirkungen auf die bestehenden Verkehrsflächen und Bauwerke nicht auszuschließen. Eine Beweissicherung der umliegenden Straßen und Bauwerke wird erforderlich.

4.5 Versickerung

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 [U 7], eignen sich für die Versickerung nur Böden mit k_f -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Zudem muss der Abstand zwischen Grundwasseroberfläche und UK der Sickeranlage mindestens 1 m betragen. Im Zuge der Baugrunderkundung wurde die Grundwasseroberfläche in Tiefen von 1,9 bis 5,6 m unter GOK, angetroffen. Es wird davon ausgegangen, dass sich das Wasser temporär aufgrund der geringen Durchlässigkeiten im ungünstigsten Fall bis in Höhe GOK aufstauen kann. Anhand der Versickerungsversuche (Anlage 6.1) wurden k_f -Werte zwischen $1,5 \cdot 10^{-7}$ m/s und $4,3 \cdot 10^{-7}$ m/s ermittelt. Somit sind die geforderten Randbedingungen nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 [U 7] im vorliegenden Fall nicht eingehalten. **Eine Versickerung ist nicht möglich.** Es ist zu prüfen, ob eine **gedrosselte Ableitung** in den im Baufeld **vorhandenen Bachlauf** genehmigungsfähig ist. Ansonsten muss an die Kanalisation angeschlossen werden – diese ist mit der ESW – Entwässerung Stadt Witten abzustimmen.



4.6 Geotechnische Kategorie

Unter Berücksichtigung der Sondermaßnahmen für Gründungsarbeiten im südöstlichen Bereich des Neubaus sowie der mäßig tragfähigen bindigen Böden wird das Bauwerk in die geotechnische Kategorie 2 nach Normenhandbuch EC 7 eingeordnet.

5. EMPFEHLUNGEN

5.1 Gründung

Die Gründung der Bauwerke kann grundsätzlich über Einzel- bzw. Streifenfundamente mit einer Baugrundverbesserung oder als Tiefgründung erfolgen. Eine Gründung über eine tragende Sohlplatte ist aufgrund der großen Gebäudeabmessungen voraussichtlich nicht wirtschaftlich.

5.1.1 Flachgründung mit Zusatzmaßnahmen

Aufgrund der überwiegend gering tragfähigen Böden der Schicht 2 ist eine Flachgründung nur mit Zusatzmaßnahmen möglich. Für eine Verbesserung der Bodeneigenschaften kommen im Wesentlichen die Möglichkeiten eines **Bodenvollaustauschs** oder **Bodenteilaustauschs** in Frage. **Grundsätzlich sind die empfohlenen Maßnahmen mit Vorliegen konkreter Planungen zu präzisieren.**

Die Schicht 2 weist aufgrund der meist weichen bis steifen Konsistenz eine schlechte Tragfähigkeit auf. Für eine Flachgründung in den bindigen Boden über Einzel- bzw. Streifenfundamente muss ein Bodenaustausch von mindestens 0,5 m unterhalb der Fundamente durchgeführt werden. Als Bodenersatzmaterial eignen sich natürliche, volumenbeständige Mineralstoffgemische der Bodengruppen SW, SI, GW, GI, die für Frostschutzschichten im Straßenbau zugelassen sind. Das Bodenersatzmaterial ist zunächst in einer Lage von 0,3 m einzubauen und mit 1 – 2 Übergängen statisch zu verdichten. Es ist ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 98 \%$ nachzuweisen. Bei der Anordnung des Bodenersatzes ist eine Lastausbreitung unter 45° anzusetzen. Demnach ist ein seitlicher Überstand der Ersatzmaterialien entsprechend der Schichtmächtigkeit einzuhalten. Ggf. kann es sinnvoll sein, in den anstehenden bindigen Boden zunächst eine Lage Grobschlag einzuwalzen und auf diesem den empfohlenen Aufbau vorzunehmen.



Da auch in größeren Tiefen noch wenig tragfähige Böden der Schicht 2 vorhanden sein können, sind Setzungsdifferenzen trotz des Bodenaustauschs nicht auszuschließen.

Für eine Gründung über **Streifen- und Einzelfundamente** auf 0,5 m Bodenaustausch in den bindigen Böden der Schicht 2 können die Werte für den Bemessungswert des Sohlwiderstands an den folgenden Tabellen angesetzt werden. Die angegebenen Werte gelten für Streifen- und Einzelfundamente mit Breiten zwischen 0,5 und 2,0 m.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] b bzw. b'					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	110	130	140	160	150	135
1,0	150	165	180	180	160	150
1,5	190	200	220	200	180	165

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-1: Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Schicht 2 mit 0,5 m Bodenaustausch

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] b bzw. b'					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	150	160	170	180	190	200
1,0	205	215	225	230	245	220
1,5	260	270	280	290	260	230

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-2: Bemessungswert des Sohlwiderstands für Einzelfundamente auf Schicht 2 mit 0,5 m Bodenaustausch

Die in den vorstehenden Tabellen angegebenen Bemessungswerte basieren auf überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Ansatz von zulässigen Setzungsbeträgen ≤ 2 cm und den bodenmechanischen Kennwerten entsprechend der Tabelle 5.1-1 und 5.1-2. Es wurde von einem Horizontallastanteil $H/V \leq 0,2$ und von max. 25 % veränderlichen Lasten, sowie einem zentrischen Lasteintrag ausgegangen.



Im südöstlichen Bereich des Baufeldes werden für die Gründung der Einzel- bzw. Streifenfundamente Zusatzmaßnahmen erforderlich. Aufgrund der erhöhten humosen Bestandteile sowie weicher Böden innerhalb der Schicht 2, kann als Form des **Bodenteilaustauschs** eine Rüttelstopfverdichtung bis zum anstehenden Festgestein vorgenommen werden. Die Rüttelstopfverdichtung ist ein der Rütteldruckverdichtung ähnliches Verfahren, bei dem eine Schottersäule in einem bindigen Boden oder locker gelagertem, rolligen Boden erstellt wird. Bei wassergesättigten, bindigen Böden wird ein Tiefenrüttler bis zur erforderlichen Tiefe unter Benutzung von Spülwasser in den Boden versenkt. Geräte wie der Schleusenrüttler, bei denen das Zugabematerial durch ein im Rüttler eingebautes Rohr zur Spitze gelangt, können auch mit Druckluft betrieben werden. Im Wesentlichen entsteht durch Verdrängung des Bodens ein zylindrischer Hohlraum, der Schrittweise von unten mit grobkörnigem Material (Kies, Schotter, Split) aufgefüllt wird. Nach jeder Auffüllungsstufe sinkt der Rüttler erneut ab und verdichtet dabei das eingefüllte Material. Durch diesen Arbeitsvorgang entsteht eine Säule aus grobkörnigem Material, das in sich verdichtet und seitlich mit dem anstehenden Boden verspannt ist. Durch Herstellung mehrerer Stopfsäulen in einem Raster über das Baufeld ergibt sich ein Bodenkörper aus unverbessertem, anstehenden Boden und Schottersäulen. Die seitliche Verdrängung bewirkt eine Verdichtung des anstehenden Bodens, während die Säulen selbst die Lasten auf das anstehende Festgestein der Wittener Schichten (Schicht 3) abtragen können.

Übliche Säulendurchmesser liegen zwischen 0,6 m und 1,0 m. Übliche Rasterabstände, die vom Baugrund und den abzutragenden Lasten abhängen, liegen zwischen 1 m und 3 m. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Rüttelstopfverdichtung z.T. erhebliche Erschütterung in den Baugrund eingetragen werden, die sich an der umliegenden Bebauung schädlich auswirken kann. Im innerstädtischen Bereich ist auf jeden Fall ein Verfahren zu verwenden, bei der die Rüttelfrequenz und Amplitude geregelt werden kann. Eine Beweissicherung an der umliegenden Bebauung wird in jedem Falle empfohlen. Die Angaben zum Bettungsmodul gelten analog zu den Angaben bei einem Bodenvollaustausch. Oberhalb der Säulen ist eine mindestens 0,3 m dicke lastverteilende Schotter-schicht herzustellen. Bei einer Gründung über eine tragende Sohlplatte ist nach DIN 1045-3 in Verbindung mit DIN EN 13670 eine mindestens 5 cm dicke Sauberkeitsschicht aus Beton unter der Bodenplatte vorzusehen.

Das Raster und den Durchmesser der Säulen ist zu dimensionieren. Die Bemessung erfolgt in der Regel seitens der ausführenden Firma. Diese liefert dann üblicherweise die Angabe eines Verbesserungsgrades bzw. des nach der Rüttelstopfverdichtung erreichten Bemessungswert des Sohlwiderstands und des erreichten Bettungsmoduls. Erfahrungsgemäß bzw. für eine vorläufige Vordimensionierung sollte mit einem Verbesserungsgrad von ca. 1,5 gerechnet werden, d.h. der in Variante



1 angegebene Bettungsmodul / die Bemessungswerte des Sohlwiderstands sind durch die Rüttelstopfverdichtung um den Faktor 1,5 zu erhöhen.

Es wird darauf hingewiesen, dass für die **Herstellung der Bodenteilaustauschmaßnahmen** große und schwere Maschinen erforderlich sind, so dass als **Zusatzmaßnahmen Baustraßen** zur Gewährleistung der Befahrbarkeit einzuplanen sind.

Alternativ zu den vorgenannten Maßnahmen, ist eine Vergrößerung des Bodenaustauschs im Bereich der bindigen Böden mit erhöhtem humosem Anteil möglich. Dabei ist der Bodenaustausch auf eine Mächtigkeit von 1,5 m (statt 0,5 m) zu vergrößern. Die humosen Beimengungen innerhalb der Schicht 2, welche sich vorzugweise im südlichen bzw. südöstlichen Bereich des Baufeldes befinden, können jedoch bis 4,0 m unter GOK auftreten. Da dementsprechend auch in größerer Tiefe noch organische bzw. humose Beimengungen im Boden vorhanden sind, können erhöhte **Setzungsdifferenzen** trotz des Bodenaustauschs nicht ausgeschlossen werden.

5.1.2 Tiefgründung

Alternativ zu einer Bodenverbesserung können die Bauwerkslasten über eine **Tiefgründung mittels Bohrpfählen** in den tieferen Baugrund bis in die angewitterten bis unverwitterten Ton-, Sand- und Schluffsteine des Karbons (Schicht 3) abgeleitet werden. Für die Herstellung von Bohrpfählen ist die DIN EN 1536 zu beachten.

Gemäß EA Pfähle müssen Bohrpfähle mindestens 2,5 m in den Fels einbinden, wenn dieser eine einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k} \leq 0,5 \text{ MN/m}^2$ aufweist. Eine Einbindetiefe von 0,5 m genügt bei einaxialen Druckfestigkeiten $\geq 5 \text{ MN/m}^2$. Da die Druckfestigkeiten nicht bekannt sind, wird zur vorsichtigen Seite davon ausgegangen, dass die Bohrpfähle mindestens 2,5 m in die angewitterten bis unverwitterten Wittener Schichten (Schicht 3.2) einbinden müssen.

In Anlehnung an die Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EA-Pfähle) können für Vorentwurfzwecke die charakteristischen Mantelreibungs- und Pfahlsitzenwiderstandswerte aus Tabelle 5.1.3-1 in Ansatz gebracht werden. Es ist zu beachten, dass bislang keine genauen Kenntnisse zur Beschaffenheit des Fels vorliegen. Für die endgültige Festlegung von Kennwerten ist eine Kernbohrung zur Gewinnung von Probenmaterial aus dem angewitterten bis unverwitterten Festgestein erforderlich. Erst dann kann auch die einaxiale Druckfestigkeit als maßgeblicher Parameter für den



Ansatz der Pfahlkennwerte bestimmt werden. Es handelt sich somit bei den angegebenen Werten vorerst um eine Abschätzung auf Basis von Erfahrungswerten. Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Kennwerte gelten für Einzelpfähle. Für alle Pfahlssysteme ist bei Anordnung von mehreren Pfählen in unmittelbarer Nachbarschaft bzw. mit geringem Abstand zueinander die Pfahlgruppenwirkung nach EA Pfähle zu berücksichtigen. Der Grenzabstand, ab dem die Wechselwirkung zweier benachbarter Pfähle vernachlässigbar klein ist, kann nach EA-Pfähle mit dem 6 bis 8-fachen Pfahldurchmesser angenommen werden.

Da die Pfahlgründung im Festgestein der Schicht 3.2 abgesetzt wird und somit nur sehr geringe Setzungen zu erwarten sind, ist für die anstehenden Lockergesteine der Schicht 2, auch aufgrund der Inhomogenität und der weichen Konsistenz der Ansatz von Pfahlmantelreibung nicht zulässig.

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Pfahlspitzenwiderstand ¹⁾ $q_{b1,k}$ [MN/m ²]	Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$ [MN/m ²]
3.1	verwitterter Ton-, und Sandstein (Wittener Schichten)	-	0,1
3.2	angewitterte bis unverwitterte Ton-, und Sandsteine (Wittener Schichten)	4,0	0,4

Tabelle 5.1-4: Charakteristische Pfahlkennwerte

Ein Zutritt von Wasser im Bohrloch kann während des Betoniervorgangs zu einem Entmischen des Betons und somit zu einer mangelhaften Qualität des betonierten Bohrpfahls führen. Daher ist gemäß DIN EN 1536, Pkt. 8.2.3.6 in durchlässigem Baugrund unterhalb des Grundwasserspiegels innerhalb der Verrohrung ein Überdruck mit min. 1,0 m Spiegeldifferenz zum höchsten Grundwasserstand zu erzeugen. Dieser Überdruck ist während des Betoniervorgangs aufrecht zu erhalten. Gemäß DIN EN 1536, Pkt. 8.2.3.9 ist auch bei trockenem Aushub zu überprüfen, ob Wasser zutritt. Im Falle des Eindringens von Wasser ist der Aushub auch dann unter Wasserüberdruck durchzuführen.

Für Bohrpfähle darf für die Berechnung der Schnittgrößen von quer zur Pfahlachse belasteten Pfählen der horizontale Bettungsmodul einer Schicht zu $k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$ angesetzt werden. Dabei ist $E_{s,k}$ nach Tabelle 3.2-1 und 3.3-1 anzusetzen. Gemäß Handbuch EC 7 und EA Pfähle darf die charakteristische Normalspannung (mobilisierte Bettungsspannung) die charakteristische, für den ebenen



Fall berechnete Erdwiderstandsspannung nicht überschreiten ($\sigma_{h,k} \leq e_{ph,k}$). Es ist zu beachten, dass die mit einem konstanten Bettungsmodul errechneten Bettungsspannungen oberflächennah nicht in voller Höhe anzusetzen sind, sondern von der GOK ($\sigma_{h,k} = 0 \text{ kN/m}^2$) bis zum Schnittpunkt mit dem Erdwiderstandsverlauf linear ansteigen. Zudem ist der Nachweis zu führen, dass der seitliche Bodenwiderstand (Bemessungswert der mobilisierten Bettungskraft) nicht größer angesetzt wird als der Bemessungswert des räumlichen Erdwiderstands für den entsprechenden Teil der Einbindetiefe bis zum Verschiebungsnulldpunkt zulässt ($B_{h,d} \leq E_{r_{ph,d}}$). Auf die Ausführungen in der EA Pfähle, Kap. 6.3.2 und Handbuch EC 7, Kap. 7.7 wird verwiesen.

5.2 Herstellung des Gründungsplanums

Für die Gründung auf dem bindig einzustufenden Baugrund Schicht 2 müssen nachstehende Voraussetzungen erfüllt sein, damit eine Flachgründung auf einem Bodenvollaustausch möglich ist:

- Die Aushubsohlen für die Gründungselemente liegen lokal in leicht plastischen bindigen Böden. Diese können bei ungünstigen Witterungsbedingungen / Wassersättigung der Böden und mechanischer Beanspruchung aufweichen. Der Aushub darf deshalb nur rückschreitend (**kein Befahren des Planums**) und bei trockener, frostfreier Witterung mit einem Tieflöffelbagger mit gerader Schneide ausgeführt werden. Es wird empfohlen, die Ausschachtung abschnittsweise auszuführen. Die ausgehobenen Bereiche sind **sofort nach dem Aushub** mit der Sauberkeitsschicht bzw. dem Bodenaustausch abzudecken.
- Es kann sinnvoll sein, auf den bindigen Böden im Gründungsplanum zunächst eine Lage Grobschlag einzuwalzen, um das Planum zu schützen. Der Grobschlag homogenisiert die später auftretenden Setzungen weiter und gewährleistet gleichzeitig einen homogenen Aufbau des Bodenaustauschmaterials. Dies muss vor Ort zusammen mit der Dr. Spang Ingenieurgesellschaft mbH festgelegt werden.
- Der bindige Baugrund in der Gründungssohle muss mindestens eine steife Konsistenz aufweisen und darf nicht aufgeweicht sein. Aufgeweichte oder weiche Bereiche sind lagenweise durch Austauschboden (z. B. Sand der Körnung 0/2 mm) zu ersetzen. Der Umfang dieser ggf. erforderlichen Maßnahmen ist durch die Dr. Spang Ingenieurgesellschaft mbH vor Ort festzulegen. Es darf wegen einer möglichen Lagerungsstörung des unterlagernden bindigen bzw. als bindig



eingestuftem Baugrundes nicht oder nur mit einem leichten Verdichtungsgerät in einem Übergang statisch verdichtet werden. Das Planum darf nicht dynamisch verdichtet werden.

- Unter der Bodenplatte ist generell ein $\geq 0,5$ m dicker Bodenaustausch, z. B. aus Natursteinschotter der Körnung 0/45 mm als Planumsschutz einzubauen (Verdichtung wie zuvor beschrieben). Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass die 1. Lage mit $\geq 0,4$ m in einem Zuge einzubauen ist und nur statisch mit 1 – 2 Übergängen mit einem mittelschweren Verdichtungsgerät zu verdichten ist. Die Mehrausschachtung für den Bodenaustausch ist zu berücksichtigen. Es ist ein seitlicher Überstand mindestens in der Auftragsstärke vorzusehen. Auf die Prinzipskizze in Abbildung A wird verwiesen (die Maße sind nicht maßgebend, auf den Text wird verwiesen).

Einbau Planumsschutzschicht

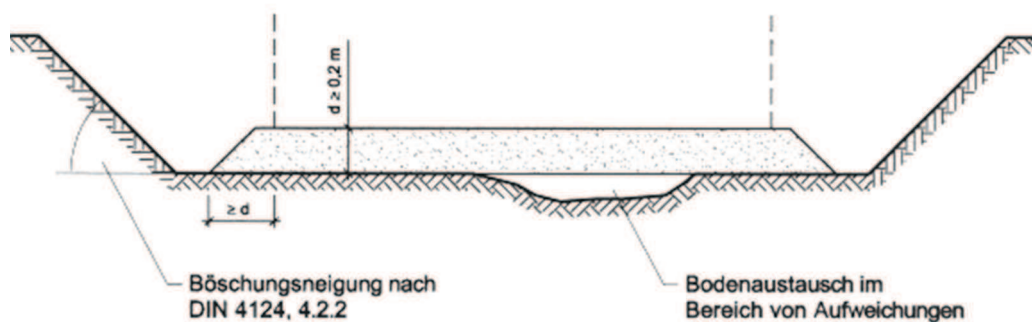


Abbildung 5.2-1: schematischer Aufbau der Planumsschutzschicht

- Es muss eine Sauberkeitsschicht aus Beton nach DIN 1045-3 in Verbindung mit DIN EN 13670 hergestellt werden.

5.3 Baugruben

Aufgrund der geringen Aushubtiefe ist die Ausführung der Baugruben als freie Böschungen möglich. Die Maßgaben der DIN 4124 sind zu beachten. Aufgrund der z.T. weichen Konsistenz der bindigen Böden sind die Böschungen in einem Winkel von maximal 45° auszuführen.

Der Baugrubenrand ist auf einer Breite von ≥ 1 m lastfrei zu halten. Wegen der Erosionsempfindlichkeit der anstehenden Böden wird empfohlen, die Baugrubenböschungen mit Folie abzuhängen.



Beim Aushub ist darauf zu achten, dass die Anteile an leicht bis mittel plastischen, bindigen Böden (Schicht 2) bei Wassersättigung und gleichzeitiger Lagerungsstörung (z. B. durch Befahren) von Bodenklasse 4 in Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) nach DIN 18 300:2012-09 übergehen können und dann nicht mehr einbaufähig sind bzw. auf einer Bodenverwertungs- / Bodenbeseitigungsanlage nicht oder nur zu höheren Gebühren angenommen werden.

Im südlichen bzw. südöstlichen Bereich der Baufläche sind gemäß [U 1] großflächige Anschüttungen geplant. Dabei ist generell das im Westen der Baufläche abgetragene Material zur Geländemodellierung bzw. Anschüttung verwendbar. Zwar sind die anstehenden bindigen Böden schlecht verdichtungsfähig und sollten nur zum Wiedereinbau verwendet werden, sofern Setzungen / Sackungen hingenommen werden können (z.B. im Bereich von Grünanlagen), jedoch ist der bindige Boden auch für eine Bindemittelstabilisierung geeignet. Der Boden wird dann auf einer Zwischendeponie mit dem Bindemittel gemischt und anschließend wieder zum Einbauort transportiert und eingebaut. Alternativ kann der Boden am Einbauort lagenweise aufgebracht, das Bindemittel eingefräst und der Boden dann verdichtet werden. Unabhängig vom gewählten Verfahren ist bei der Bindemittelzugabe zu gewährleisten, dass keine Verwehungen des Bindemittels eintreten, die zu Beeinträchtigungen der Umgebung führen.

Als Bindemittel wird empfohlen, Weißfeinkalke (CL 90) zu verwenden. Der Anteil an Calciumoxid (CaO) sollte in einer Größenordnung von > 85 M.-% liegen. Alternativ kann Mischbinder (50 % Zement, 50 % Feinkalk) verwendet werden. Die Zugabemengen des Bindemittels sind vorab durch Eignungsprüfungen zu ermitteln. Die erforderliche Zugabemenge hängt stark vom Wassergehalt des Bodens ab und ist damit stark abhängig von den Witterungsverhältnissen vor und während der Bauausführung. Erfahrungsgemäß kann zunächst davon ausgegangen werden, dass in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verfestigenden Böden Zugabemengen von 3 - 5 Gew.-% (bezogen auf die Trockenmasse des Bodens) erforderlich werden. Dieser Richtwert ist allerdings kein Ersatz für die Durchführung von Eignungsprüfungen.

Alternativ können für die Anschüttung anzuliefernde volumenbeständige Erdbaustoffe verwendet werden, wenn deren bodenmechanische und umwelttechnische Eignung nachgewiesen wird. Dabei sind grobkörnige Böden der Gruppen SW, SI, GW, GI als Schüttstoff der Anschüttung geeignet. Diese Materialien sind auch als Bodenaustausch unter den Fundamenten verwendbar.

Die erreichten Verdichtungsgrade sind mittels leichten Rammsondierungen (DPL) nach DIN EN ISO 22476-2 und dynamischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen.



In den Arbeitsräumen ist gut verdichtungsfähiger **Austauschboden** lagenweise einzubauen und auf mind. 100 % D_{Pr} zu verdichten.

5.4 Wasserhaltung / Abdichtung

Für die Herstellung der Bebauung ist eine **offene (Rest-)Wasserhaltung** vorzusehen. Hierbei ist anfallendes Wasser in Pumpensümpfen, die seitlich am Rand des Flächen-/Auflastfilters angeordnet werden, zu fassen und abzuführen. Das Planum ist mit einem entsprechenden Gefälle von $\geq 3\%$ 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.

Erdberührte Bauteile in gering durchlässigen Böden ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) bis maximal 3 m sowie alle Bauteile mit einer Grundwassereinwirkung von bis zu 3 m, **sind in die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E gemäß DIN 18 533 einzuordnen.**

5.5 Umwelttechnik

Die Auffüllungen der Schicht 1 sind teilweise leicht belastet (Z 0 bis Z 1.2) und können nur eingeschränkt wieder eingebaut werden. Hier werden im Zuge der Bauphase baubegleitend weitere chemische Untersuchungen empfohlen. Die gewachsenen Böden der Schicht 2 sind den Einbauklasse Z 0 nach LAGA [U 8] zuzuordnen und können entsprechend wieder eingebaut werden.

5.6 Sonstige Empfehlungen

Die Aussagen im vorliegenden Gutachten beruhen auf der regelkonformen, stichpunktartigen Erkundung und weisen daher natürliche Unsicherheiten auf. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen sind wir umgehend zu benachrichtigen.



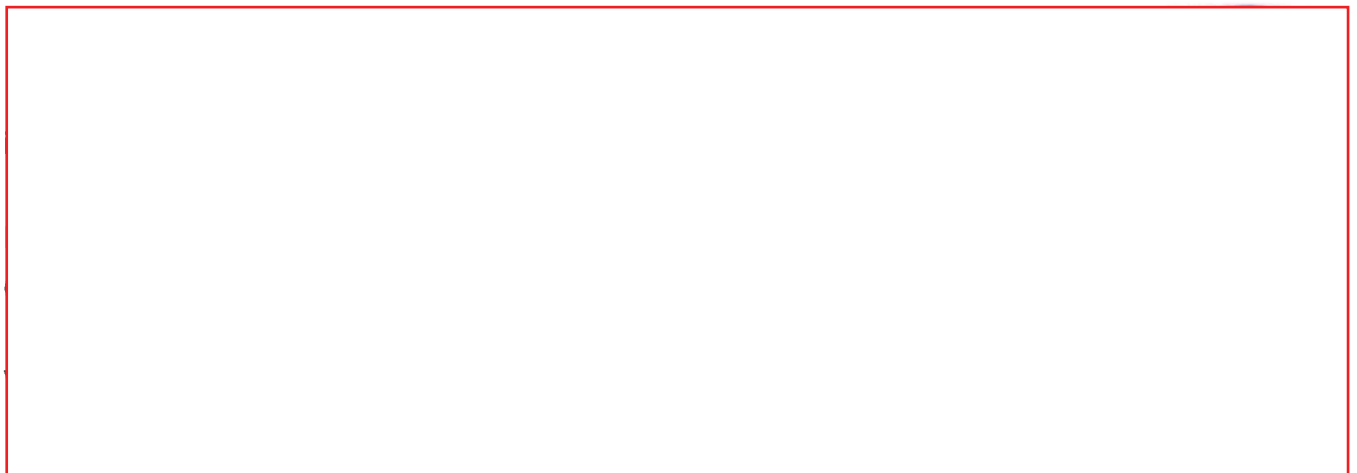
Vor Einbau des Bodenaustausches und vor Herstellung der Sauberkeitsschicht ist die Gründungssohle nach EC 7, Teil 1, Abs. 4.3 durch einen Sachverständigen für Geotechnik abzunehmen.

Für die angrenzende bestehende Bebauung und für die im Nahbereich der Baumaßnahme vorhandenen Leitungen / Kanäle sowie den verrohrten Bach wird eine Beweissicherung vor dem Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme angeraten.

Für Pfahlgründungen sind analog zu EC 7, Teil 1, Abs. 4.3 fachtechnische Abnahmen der Pfahlschaftbereiche hinsichtlich Mantelreibung und der Pfahlaufstandsebenen durch einen Sachverständigen für Geotechnik erforderlich.

Sobald ein detailliertes Planungskonzept aufgestellt wurde sind auf das Bebauungskonzept abgestimmte und tiefere Erkundungen erforderlich. Falls eine Pfahlgründung erwägt werden sollte, sind Kernbohrungen bis in das Festgestein der Wittener Schichten erforderlich.

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



- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x