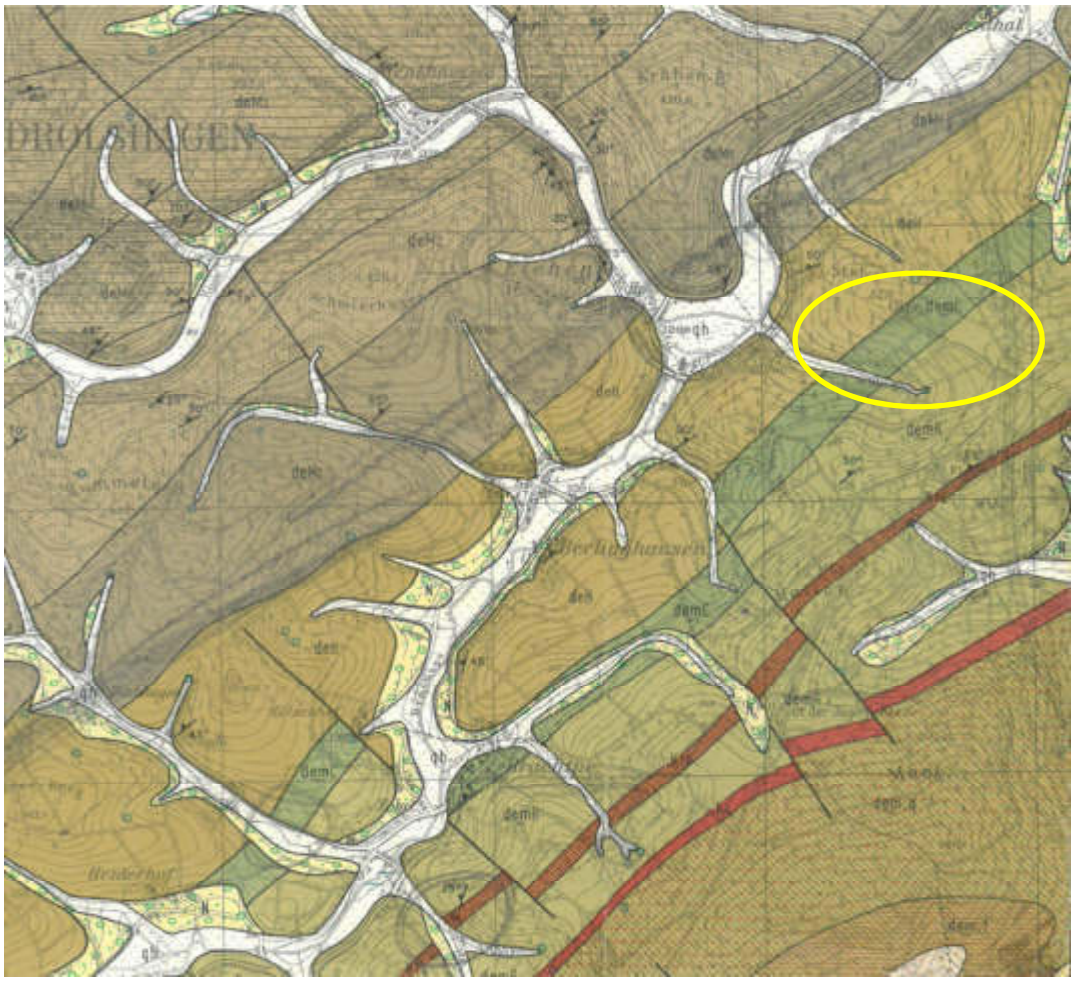
Baugrund
Boden
Grundwasser

Reißner Geotechnik und Umwelt
Ingenieurgesellschaft mbH

An der Broke 12 • 57462 Olpe • Tel. 02761/836502-0 • www.geologie-reissner.de

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben:	Gewerbepark Hüppcherhammer, 2. Änderung und Erweiterung
Örtlichkeit:	Gemarkung Olpe Stadt, Flur 8, 57462 Olpe
Auftraggeber:	Interkommunaler Gewerbepark Hüppcherhammer GmbH Franziskanerstraße 6 57462 Olpe/Biggesee



Olpe, 30.01.2021

Berichts-Nr. G14420

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeine Situation	3
2. Generelle Geologische Situation	4
3. Durchgeführte Untersuchungen	5
4. Beschreibung der Gelände- und Laborarbeiten	8
4.1 Geologische Befunde	8
4.2 Untersuchungen im Erdbaulabor	12
4.3 Bodenmechanische Kennwerte	15
5. Bautechnische Bewertung und Empfehlungen	16
6. Abschlussbemerkung	22

Anlagenverzeichnis

Anlage 1ff: Lagepläne, Isolinienpläne Untersuchungsgebiet (diverse Maßstäbe, A0)
Anlage 2: Geologische Profilschnitte (Diverse Maßstäbe, 2-fach überhöht, A0)
Anlage 3: Baggerschürfe, Einzelprofildarstellungen und Schichtenverzeichnisse
Anlage 4: Rammdiagramme und Rammprotokolle der Rammsondierungen DPM
Anlage 5: Rammdiagramme und Rammprotokolle der Rammsondierungen DPV
Anlage 6: Prüfberichte aus dem Erdbaulabor
Anlage 7: Steifemodulberechnungen
Anlage 8: Seismische Profilschnitte
Anlage 9: Kluftrosen
Anlage 10: Böschungsberechnungen

1. Allgemeine Situation

Der Auftraggeber plant die Erweiterung des Interkommunalen Gewerbeparks Hüppcherhammer in der genannten Örtlichkeit. Die Untersuchungsfläche befindet sich in direkter Nähe westlich der Autobahn A45 und erstreckt sich über einen Bergrücken in westlicher Richtung, dessen Flanken von Süden bis in Richtung Norden in Talstrukturen übergehen. Die Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes beträgt zirka 26 ha (Anlage 1a).

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung liegen ein Vermesserplan der ursprünglichen Topographie, ein Entwurfsplan des Gewerbegebietes und ein Plan mit den voraussichtlichen Auf- und Abtragsbereichen des Geländes vor. Das geotechnische Untersuchungsprogramm erfolgt im Rahmen einer orientierenden Baugrunduntersuchung im Bereich des geplanten Baufensters. Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen wurden Feld- und Laborversuche zwecks Ermittlung von Bodenkennwerten und bautechnischen Parametern inkl. Festlegung von Homogenbereichen durchgeführt. Anhand der ermittelten Bodenkennwerte erfolgen Empfehlungen zu den Erdarbeiten sowie eine grobe Abschätzung der Kubaturen gestaffelt nach Bodenarten.

Im Rahmen der Feldarbeiten wurden ebenfalls Versickerungsversuche zur Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit des Bodens (Lockergestein) durchgeführt. Die Auswertung, Beschreibung und Bewertung dieser Ergebnisse ist dem Gutachten V14420 zu entnehmen.

Folgende Unterlagen wurden zur Berichtserstattung herangezogen:

/1/ GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (1968): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen; Blatt 4912 Drolshagen (Maßstab 1:25.000), bearbeitet durch H. GRABERT

/2/ BEZIRKSREGIERUNG KÖLN (2021): Geoserver NRW http://geoportal.nrw.de (zuletzt aufgerufen am 25.01.2021)

/3/ Geologischer Dienst NRW (2021): Gefährdungspotentiale des Untergrundes http://www.gdu.nrw.de Km Quadrant: 7442 (zuletzt aufgerufen am 25.01.2021)

/4/ MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (2020). Elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW, ELWAS-WEB. (https://www.elwasweb.nrw.de, zuletzt aufgerufen am 25.01.2021).

/5/ KLAPP + MÜLLER GMBH (2020). BV Erweiterung des Bebauungsplans Nr. 100 „Gewerbepark Hüppcherhammer“ – Entwurfsplanung –, Übersichtsplan Geländemodellierung (Zeichnungsnr. 2.1, M 1:5.000, 27.08.2020), Lageplan (Zeichnungsnr. 3.1, M 1:1.000, 27.08.2020), Höhenplan – Geländemodellierung –

Achse 20 (Zeichnungsnr. 4.4, M 1:1.000/200, 27.08.2020); Geländekoordinaten zur Terrassierung im ASCII-Format vom 19.01.2021

/6/ REIßNER GEOTECHNIK UND UMWELT ING. GMBH (2020). BV Notfallzentrum Kreis Olpe, Orientierende Baugrunduntersuchung mit Gründungsempfehlung und orientierende abfallrechtliche Bodenuntersuchung, Berichtsnummer G7820, 17.08.2020

/7/ REIßNER GEOTECHNIK UND UMWELT ING. GMBH (2020). BV Notfallzentrum Kreis Olpe, Hydrogeologisches Gutachten, Berichtsnummer V7920, 18.08.2020

/8/ DR. ING. ANDREAS ROSE (2020): Topographische Vermessungen im Bereich Hüppcherhammer

/9/ STADT OLPE (2020): Topographische Vermessungen im Bereich Hüppcherhammer

Die Geländearbeiten wurden zwischen dem 24.11. bis 17.12.2020 durchgeführt. Die geotechnischen Laborversuche wurden zwischen dem 07.12.2020 bis 25.01.2021 ausgeführt. Mit dem Bericht werden die Ergebnisse der orientierenden baugrundtechnischen Geländeuntersuchungen und die darauf basierenden Empfehlungen vorgelegt.

2. Generelle Geologische Situation

Laut amtlicher Geologischer Karte /1/ (vgl. auch Deckblatt) liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich dreier geologischer Festgesteinsschichten. Von Südosten nach Nordwesten beginnen die Festgesteine mit den „Remscheider-Schichten“ (demR) des Unterdevons (Ems-Stufe, ~400 Mio. a). Es handelt sich um blaugraue, meist sandige Tonschiefer mit kleineren Kalkkonkretionen und Sandsteinbänken. Es folgt ein vergleichsweise schmaler Streifen der „Brachtper Schichten der Cultrijugatus – Zone“ (demC) des Unterdevons (Ems-Stufe) aus blaugrauen, karbonatreichen, fossileichen Tonschiefern. Den Abschluss im Nordwesten bilden die „Hobräcker Schichten mit Orthocrinus-Schichten“ (deH) des Mitteldevons (Eifel-Stufe) bestehend aus blaugrauen, häufig sandigen, karbonatführenden, fossilführenden Tonschiefern. Die Streichrichtung der Gesteine wird von Südwesten nach Nordosten, mit einem Einfallwinkel der Schichten „demR“ und „deH“ mit 50° in Richtung NW-NNW angegeben.

Die Lockergesteine werden aus Braunerden in Form von steinigem, grusigem, schluffigem Lehm und Hangschutt gebildet. Die Schichtmächtigkeiten variieren im Meter-Bereich.

Hydrogeologisch betrachtet liegt das Untersuchungsgebiet im Einzugsgebiet dreier Bäche: eines namenlosen Baches (südwestlich des Untersuchungsgebietes), der in

die „Brachtpe“ in zirka 650 m nordwestlicher Richtung mündet, der „Brachtpe“ selbst im Nordwesten und eines namenlosen Baches im Norden (nicht in ELWAS kartiert) /4/. Der Kluftgrundwasserleiter als Hauptgrundwasserleiter liegt im Festgestein (Tonschiefer). Gemäß den Erläuterungen der Geologischen Karte /1/ besitzt das Festgestein ein geringes Porenvolumen und ist von vielen kleinen Klüften und klaffenden Spalten durchsetzt, die mit zunehmender Tiefe bezüglich Anzahl und Breite abnehmen. Folglich verringert sich mit zunehmender Tiefe auch die Wasserwegsamkeit im Festgestein. Eine bedeutend höhere Wasserwegsamkeit ist in Störungszonen des Gebirges festzustellen. Die Aufnahmefähigkeit der Störungen, Spalten und Klüfte ist bei den Gesteinen im Blattgebiet erheblich geringer als das Angebot. Das überschüssige Wasser wird hauptsächlich von den Schuttquellen an die Vorfluter abgegeben.

Gemäß der Gefahrenkarte des Landes NRW /3/ sind für das Kilometerquadrat 7442, in dem das Untersuchungsgebiet liegt, sieben verlassene Tagesöffnungen und oberflächennaher Bergbau belegt. Zirka 50 m in westlicher Richtung des Untersuchungsgebietes ist ein ehemaliger Bergbaustollen zur Trinkwassergewinnung des Wasserversorgungsverbandes Rüblinghausen verortet. Ein Riss liegt für den Stollen nicht vor. Es wird vermutet, dass der Stollen in Richtung Süd-Süd-Ost in den Berg einläuft. Gemäß des Grubenplans der Geologischen Karte /1/ liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich des ehemaligen Grubenfeldes 183 „St. Helena“, in dem Eisenerz vorliegt. Direkt westlich an das Untersuchungsgebiet grenzt das ehemalige Grubenfeld 13 „Tubalkain“, in dem auch der Trinkwasserstollen lokalisiert ist. Als abbauwürdig werden eisen-, blei-, kupfer-, schwefel- und zinkhaltige Erze genannt. Aus unserem Gutachten /6/ ist bekannt, dass der dem Fels aufliegende Boden in Form von Hanglehmen und Hangschutt geogen bedingt erhöhte Konzentrationen an Arsen (115 mg/kg), Blei (84 mg/kg), Nickel (50 mg/kg), Thallium (0,41 mg/kg) und Zink (200 mg/kg) führt, sowie einen pH-Wert zwischen pH 7,5 – 10,0 aufweisen kann.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung des Bodenaufbaus und der Lage der Felsoberfläche wurden insgesamt 8 refraktionsseismische Profile, 38 Mittelschwere Rammsondierungen (DPM) und 24 Baggerschürfe ausgeführt. Weiterhin wurden an oberflächlich anstehenden Felsformationen Streichen und Einfallen vermessen. Rammsondierungen, bei denen gleichzeitig Versickerungsversuche durchgeführt wurden, sind als DPV gekennzeichnet. Die Untersuchungspunkte und deren Lage sind den Anlagen 1c und 1d zu entnehmen.

Die refraktionsseismischen Profile und Baggerschürfe wurden primär in den für die geologischen Verhältnisse relevanten Abtragsbereichen ausgeführt, um Aussagen zur Lösbarkeit des Festgesteins und Mächtigkeiten der abzutragenden Schichten zu erhalten. Die Rammsondierungen wurden primär in den Auftragsbereichen ausgeführt, um neben der Mächtigkeit der verwitterten, lösbaren Felsabfolge Aussagen zum Aufbau der Lockergesteine zu erhalten.

Während der Rammsondierungen gemäß DIN 22475 wurde die Schlagzahl (n) des Fallgewichts von 30 kg je dm Eindringtiefe der Sondenspitze mit ∅ 10 cm² festgehalten und graphisch gegen die Tiefe aufgezeichnet (Anlage 3), um Auskunft über die Lagerungsdichten des Bodens zu erhalten und damit die refraktionsseismischen Profile eichen zu können. Die Auswertung der Sondierergebnisse erfolgte nach DIN 4094 und *H. Zweck 1969* (Anlage 7).

Zur Eichung der beprobungslosen Rammsondierungen und der Refraktionsseismik mit den tatsächlichen lithologischen Gegebenheiten dienten die 24 Baggerschürfe (Schurf 1-Schurf 24). Die lithologischen Aufnahmen der Schürfe durch einen Dipl.-Geologen vor Ort fanden Eingang in die Einzelprofildarstellungen und Schichtenverzeichnisse der Anlage 3.

Die Baggerschürfe – ausgeführt mit einem ca. 28 t schweren Bagger mit Reißzahn aus gehärtetem Stahl – dienten weiterhin der Prüfung, bis in welche Tiefe der Fels noch ohne Einsatz von Fräs- oder Stemmtechniken lösbar ist.

Aus den Baggerschürfen wurden Mischproben für boden- und felsmechanische Untersuchungen aus unterschiedlichen Tiefen entnommen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Mischproben sowie den Umfang der boden- und felsmechanischen Untersuchungen.

An 19 Mischproben wurde jeweils eine Wassergehaltsbestimmung nach DIN 17892-1 vorgenommen, an zwei gestörten Proben die undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 17892-6 ermittelt, an 10 Proben jeweils eine Siebanalytik zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 17892-4 durchgeführt und an zwei Proben die Konsistenzgrenzen nach DIN 17892-12 festgestellt. Weiterhin wurde an einer lehmigen Bodenprobe ein 3-Punkt Proctorversuch nach DIN 18127 zur Ermittlung der optimalen Proctordichte ausgeführt und an drei Felsproben jeweils ein Cerchar-Test nach DGGT Empfehlung Nr. 23 (fünf Einzeltests) zur Bestimmung des Cerchar-

Abrasivitäts-Index (CAI) durchgeführt. Die Laborprotokolle der geotechnischen Versuche sind der Anlage 6 beigefügt.

Die Aufschlussstellen wurden lagemäßig und höhenmäßig mittels eines GPS-Rovers festgehalten und vermessen (Genauigkeit im unteren Zentimeter-Bereich).

Tabelle 1: Zusammenfassende Darstellung der untersuchten Proben aus den Baggerschürfen

Probe	Tiefe (m)	Wassergehalts-bestimmung	Siebanalyse	undrainierte Scherfestigkeit	Zustands-grenzen	CAI
Schurf 4, MP1	0,2-0,5	X (2x)	X	X	X	
Schurf 4, MP2	0,5-1,0	X				
Schurf 7, MP1	0,2-0,7	X				
Schurf 7, MP2	0,7-2,0	X				
Schurf 7, MP3	2,0-2,5	X (2x)		X	X	
Schurf 8, MP1	0,25-0,8	X	X			
Schurf 10, MP1	0,2-0,9	X	X			
Schurf 14, MP1	0,2-0,5	X	X			
Schurf 15, MP1	0,2-0,6	X	X			
Schurf 16, MP1	0,1-0,5	X				
Schurf 17, MP2	1,1-1,5	X	X			
Schurf 17, MP3	1,5-3,4	X	X			
Schurf 18, MP1	0,2-0,7	X	X			
Schurf 19, MP1	0,1-0,3	X	X			
Schurf 20, MP1	0,2-0,8	X	X			
Schurf 20, MP2	2,4-2,6					X
Schurf 21, MP1	3,3-3,5					X
Schurf 22, MP1	1,7-1,9					X
Schurf 23, MP1	0,2-0,8	X				
Schurf 24, MP1	0,1-1,0	X				

4. Beschreibung und Auswertung der Gelände- und Laborarbeiten

4.1 Geologische Befunde

Den Analgen 2a bis 2k sind die geologischen Querprofile von Südwesten nach Nordosten in einem Abstand von ca. 50 m zu entnehmen. Den Anlagen 2l und 2m sind die von Südosten nach Nordwesten angelegten geologischen Längsprofile zu entnehmen. Sie verlaufen subparallel über den Höhenrücken bzw. das Geländeplateau des geplanten Gewerbegebietes hinweg. Die in den geologischen Profilschnitten dargestellte „weiße“ Linie markiert das geplante Abtragsniveau der uns vorliegenden Entwurfsplanung /5/.

Die Lockergesteinsdecke im Untersuchungsgebiet beginnt mit einer im Mittel 0,2 m mächtigen Bodenzone aus Mutterboden und Waldboden. Im Bereich der Ackerflächen kann die Mutterbodenzone bis Pflugtiefe (0,35m) reichen, im Bereich der forstwirtschaftlich genutzten Flächen hingegen auch geringmächtiger ausfallen (0,10 m). Darunter folgen Dezimeter- bis Meter-mächtige Lagen aus Hangschutt und Hanglehmen. Die Mächtigkeiten der Schichten variieren entsprechend der unterschiedlichen Felsniveaus. Diese korrelieren mit der Morphologie. So steht die verwitterte bis angewitterte Felsoberfläche im Grenzbereich zwischen Forst- und Landwirtschaftsfläche direkt an der Oberfläche an. Das Niveau der Felsoberfläche kann als Isolinienplan der Anlage 1e entnommen werden. Im Bereich der Bergkuppe (Waldgebiet) und der Plateaufläche (Wiesen) steht der verwitterte bis angewitterte Fels wenige Dezimeter bis Meter unterhalb der Geländeoberkante (GOK) an. Im Südosten (Schurf7, Anlage 3.7) und im Nordwesten (Schurf 17 und 18, Anlagen 3.17-3.18) liegen Anomalien des Festgesteins vor. Hier weist der Fels eine deutlich größere Tiefe bis in den zweistelligen Meterbereich auf und wird vor allem im Bereich des Schurf 7 durch mehrere Meter mächtige Lehme bedeckt. Ähnliche Anomalien wurden in den weiteren Schürfen nicht detektiert. Teils weisen die Auswertungen der Refraktionsseismischen Profile sowohl auf lokal geschwächte Felszonen als auch aufsteigende schwer lösbare (nicht mehr reißbare) Felsrippen hin. Das Niveau der schwer lösbaren (nicht mehr reißbaren Felsabfolgen) kann der Höhenisolinienkarte der Anlage 1f entnommen werden.

Das Profil A-A‘ der Anlage 2a verläuft am Rand des nordwestlichen Auftragsbereiches (siehe Anlage 1b). Die Lockergesteinsmächtigkeit im Abtragsbereich liegt zwischen zirka 0,5 m bis 1,5 m. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten zwischen zirka 1,0 m bis 2,5 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 1,0 m im Maximum abgetragen werden.

Das in Richtung Südosten folgende Profil B-B‘ der Anlage 2b weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich zwischen zirka 0,1 m bis 2,0 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten zwischen zirka 1,5 m bis 2,5 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 5,7 m im Maximum abgetragen werden.

Das in Richtung Südosten folgende Profil C-C‘ der Anlage 2c weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich zwischen zirka 0,1 m bis 2,5 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten zwischen zirka 1,5 m bis 2,8 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 9,2 m im Maximum abgetragen werden.

Das in Richtung Südosten folgende Profil D-D‘ der Anlage 2d weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich zwischen zirka 0,2 m bis 1,5 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten zwischen zirka 0,8 m bis 1,5 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 6,1 m im Maximum abgetragen werden.

Das in Richtung Südosten folgende Profil E-E‘ der Anlage 2e weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich zwischen zirka 0,1 m bis 1,7 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten zwischen zirka 0,6 m bis 2,6 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 5,9 m im Maximum abgetragen werden.

Das in Richtung Südosten folgende Profil F-F‘ der Anlage 2f weist im Abtragsbereich ausschließlich Lockergesteinsmächtigkeiten von bis zu 0,8 m aus. Festgesteine werden nicht angetroffen.

Das in Richtung Südosten folgende Profil G-G‘ der Anlage 2g weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich von bis zu 2,4 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels wird gemäß Modellierung im Nordnordosten des Abtragsbereiches geringfügig mit zirka 0,1 m bis 0,2 m Mächtigkeit angeschnitten.

Das in Richtung Südosten folgende Profil H-H‘ der Anlage 2h weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich von bis zu 2,5 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten von bis zu 1,6 m im südsüdwestlichen Abtragsbereich ein. Der schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) wird gemäß Modellierung im Südsüdwesten des Abtragsbereiches geringfügig mit zirka 0,1 m bis 0,2 m Mächtigkeit angeschnitten.

Das in Richtung Südosten folgende Profil I-I‘ der Anlage 2i weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich zwischen zirka 0,5 m bis 2,3 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten von bis zu 1,7 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 2,0 m im Maximum abgetragen werden.

Das in Richtung Südosten folgende Profil J-J‘ der Anlage 2j weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich zwischen zirka 0,6 m bis 2,1 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten von bis zu 1,8 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 2,1 m im Maximum abgetragen werden.

Das in Richtung Südosten folgende Profil K-K‘ der Anlage 2k weist Lockergesteinsmächtigkeiten im Abtragsbereich zwischen zirka 0,7 m bis 3,3 m aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten von bis zu 1,8 m ein. Der im Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 2,2 m im Maximum abgetragen werden.

Das von Südosten nach Nordwesten verlaufende Längsprofil L-L‘ der Anlage 2l weist Lockergesteinsmächtigkeiten im südöstlichen Abtragsbereich von bis zu 5,3 m Mächtigkeit und im nordwestlichen Abtragsbereich von bis zu 2,5 m Mächtigkeit aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten von bis zu 1,3 m im südöstlichen Abtragsbereich und bis zu 1,6 m im nordwestlichen Abtragsbereich ein. Der im südöstlichen Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 0,1 m und im nordwestlichen Abtragsbereich von zirka 7,2 m im Maximum abgetragen werden.

Das von Südosten nach Nordwesten verlaufende Längsprofil M-M‘ der Anlage 2m (nordöstlich des Profils L-L‘) weist Lockergesteinsmächtigkeiten im südöstlichen

Abtragsbereich von bis zu 2,2 m Mächtigkeit und im nordwestlichen Abtragsbereich von bis zu 2,0 m Mächtigkeit aus. Der verwitterter bis angewitterte, noch lösbare Fels nimmt Mächtigkeiten von bis zu 1,5 m im südöstlichen Abtragsbereich ein. Im Nordwestlichen Abtragsbereich wird der verwitterte bis angewitterte Fels im Profil nicht angeschnitten. Der im südöstlichen Abtragsbereich anstehende schwer lösbare Fels (nicht mehr reißbar) muss bis zu einer Mächtigkeit von zirka 2,5 m im Maximum abgetragen werden.

Für den Überblick der geologischen Verhältnisse am Standort wird auf die Profilschnitte der Anlage 2 verwiesen.

Die Angaben zur Streichrichtung der Felsformationen aus der geologischen Karte konnten im Rahmen eigener Messungen verifiziert werden (SW nach NE). Entsprechende Kluftrosendarstellungen können der Anlage 9 entnommen werden.

4.2 Untersuchungen im Erdbaulabor

Die natürlichen Wassergehalte gemäß DIN 17892-1 wurden an 19 Bodenproben aus dem Baufeld ermittelt (siehe Tabelle 2). Einzelheiten zu den Wassergehaltsbestimmungen sind der Anlage 6.1 zu entnehmen.

Die natürlichen Wassergehalte im Bereich der weichen Hanglehme und Verwitterungslehme liegen zum Zeitpunkt der Untersuchungen zwischen 16,2% – 29,9% und bei den Hanglehmen von steifer Konsistenz im Bereich zwischen 25,7% – 26,5%. Die natürlichen Wassergehalte der stark schluffigen Hangschuttlagen liegen zum Zeitpunkt der Untersuchungen zwischen 13,3% - 31,5%.

Tabelle 2: Spektrum der natürlichen Wassergehalte

Probe	Entnahmetiefe GOK	Durchschnittlicher Wassergehalt [%]	Bodenart nach DIN 18196
Schurf 4, MP1	0,2-0,5	25,7-26,5	TM – Hanglehm, steif
Schurf 4, MP2	0,5-1,0	13,3	GU* - Hangschutt, mitteldicht
Schurf 7, MP1	0,2-0,7	19,6	TM – Hanglehm, weich
Schurf 7, MP2	0,7-2,0	17,2	TM – Verwitterungslehm, weich-steif
Schurf 7, MP3	2,0-2,5	21,0-22,1	TL – Verwitterungslehm, weich
Schurf 8, MP1	0,25-0,8	27,7	TM – Hanglehm, weich
Schurf 10, MP1	0,2-0,9	22,3	TM – Hanglehm, weich
Schurf 14, MP1	0,2-0,5	27,6	TM – Hanglehm, weich
Schurf 15, MP1	0,2-0,6	22,6	GU* - Hangschutt, locker
Schurf 16, MP1	0,1-0,5	28,4	TM – Hanglehm, weich
Schurf 17, MP2	1,1-1,5	22,2	TM – Hanglehm, weich
Schurf 17, MP3	1,5-3,4	23,8	GU* - Hangschutt, locker
Schurf 18, MP1	0,2-0,7	29,9	TM – Hanglehm, weich
Schurf 19, MP1	0,1-0,3	31,5	GU* - Hangschutt, locker
Schurf 20, MP1	0,2-0,8	21,1	GU* - Hangschutt, locker
Schurf 23, MP1	0,2-0,8	27,0	TM – Hanglehm, weich
Schurf 24, MP1	0,1-1,0	16,2	TM – Hanglehm, weich

An den Mischproben Schurf 4, MP1 und Schurf 7, MP3 wurden die undrainierten Scherfestigkeiten an einer gestörten Probe gemäß DIN 17892-6 ermittelt. Die

Ergebnisse der undrainierten Scherfestigkeiten sind der nachfolgenden Tabelle 3 und den Protokollen der Anlage 6.3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Spektrum der undrainierten Scherfestigkeiten

Probe	c_{ufc} [kPa] bzw. [kN/m²]
Schurf 4, MP1 (0,2-0,5 m)	57,5
Schurf 7, MP3 (2,0-2,5 m)	69,8

An 10 Mischproben wurde je eine Siebanalyse gemäß DIN 17892-4 durchgeführt. Die Anlage 6.4 sowie die Tabelle 4 zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung.

Das Ergebnis der Siebanalysen nach DIN 17892-4 weist im Bereich der Hanglehme mittel plastische Tone aus mit einem Feinstkornanteil <0,063 mm von 46,5% - 67,3%. Für den Bereich der Hangschuttlagen weisen die Siebanalysen nach DIN 17892-4 stark schluffige Kies-Schluff-Gemische aus mit einem Feinstkornanteil <0,063 mm von 16,1% - 31,9%.

Tabelle 4: Bodenarten gem. DIN 18196 der analysierten Proben.

Probe	Fraktion <0,063mm	Fraktion >2,0mm	Bodenart nach DIN 18196	Verlauf der Körnungskurve
Schurf 4, MP1	46,5%	40,8%	**TM** – mittel plastische Tone (Lehm)	-
Schurf 8, MP1	66,9%	21,4%	**TM** – mittel plastische Tone (Lehm)	-
Schurf 10, MP1	67,3%	24,8%	**TM** – mittel plastische Tone (Lehm)	-
Schurf 14, MP1	56,7%	34,9%	**TM** – mittel plastische Tone (Lehm)	-
Schurf 15, MP1	16,1%	73,5%	**GU*** – Kies-Schluff-Gemisch	intermittierend
Schurf 17, MP2	61,4%	26,4%	**TM** – mittel plastische Tone (Lehm)	-
Schurf 17, MP3	30,0%	64,3%	**GU*** – Kies-Schluff-Gemisch	intermittierend
Schurf 18, MP1	66,7%	23,3%	**TM** – mittel plastische Tone (Lehm)	-
Schurf 19, MP1	31,9%	56,4%	**GU*** – Kies-Schluff-Gemisch	intermittierend
Schurf 20, MP1	25,4%	67,9%	**GU*** – Kies-Schluff-Gemisch	intermittierend

Für die Mischproben der Schurf 4, MP1 und Schurf 7, MP3 wurde die Fließ- und Ausrollgrenze bestimmt (Tabelle 5). Es konnten als Bodenarten mittel-plastische Tone und leicht-plastische Tone von weicher bis steifer Konsistenz ermittelt werden. Die Analysenprotokolle sind der Anlage 6.5 zu entnehmen. Die Bestimmung der Fließ- uns Ausrollgrenze gemäß DIN 17892-12 dient zur Charakterisierung bindiger Böden. Die Zustandsgrenzen ermitteln sich aus der Plastizität des Bodens und aus seiner Empfindlichkeit bei veränderten Wassergehalten. Diese geben im Zusammenhang mit den Wassergehalten Hinweise auf die Konsistenz bindiger Böden und deren Festigkeit.

Tabelle 5: Zusammenstellung der Fließ- und Ausrollgrenzen (DIN 18122)

Probe	Konsistenzzahl	Plastizitätszahl	Bodenarten nach DIN 18122
Schurf 4, MP1	0,76	0,14	**TM** – mittelplastische Tone mit steifer Konsistenz
Schurf 7, MP3	0,72	0,13	**TL** – leicht-plastische Tone mit weicher Konsistenz

An drei Felsproben aus dem Grenzbereich zwischen reißbarem und nicht mehr reißbarem Fels wurde jeweils ein Cerchar-Abrasivitätsversuch gemäß DGGT Empfehlung Nr. 23 zur Ermittlung des Cerchar-Abrasivitäts-Index (CAI) durchgeführt. Je Versuch wurden fünf Einzeltests mit durchgeführt. Die Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Ergebnisse. Die Versuchsprotokolle sind der Anlage 6.6 beigefügt.

Tabelle 6: Zusammenstellung CAI-Versuche

Probe	CAI	Abrasivitäts-klassifizierung	Gestein
Schurf 20 MP2	0,66	sehr niedrig	Tonstein
Schurf 21 MP1	2,04	mittel	Tonstein
Schurf 22 MP1	0,59	sehr niedrig	Tonstein

Die Ergebnisse der Abrasivitäts-Klassifizierung liegen zwischen sehr niedrig und mittel. Mit zunehmender Tiefe im nicht mehr lösbaren Fels wird die Abrasivitäts-Klassifizierung Erfahrungsgemäß steigen. In Bereichen mit quarzitischen oder kalkhaltigen Einlagerungen im Tonstein kann die Abrasivitäts-Klassifizierung auf „mittel“ bis „hoch“ ansteigen.

An einer Mischprobe aus dem Bereich der weichen bis steifen Hanglehme (TM) wurde ein 3-Punkt Proctorversuch zur Bestimmung der optimalen Proctordichte durchgeführt. Das Ergebnis des Versuchs ist in Tabelle 7 zusammengefasst. Das Versuchsprotokoll ist der Anlage 6.2 zu entnehmen.

Tabelle 7: Zusammenstellung Proctor-Versuch

Probe	$D_{Pr(optimal)}$	w_{Pr}	Bodenart
Schurf 23, MP1	1,66	13,8%	TM

4.3 Bodenmechanische Kennwerte

Den im Rahmen der Feldversuche festgestellten Bodenarten können nach DIN 1055 unterschiedliche bodenmechanische Kennwerte wie folgt zugeordnet werden

a) Humoser Oberboden, weiche Konsistenz bzw. locker gelagert (Mutterboden, Waldboden)
γ = 17,0 kN/m^3
φ' = 15 Grad
c' = 0 kN/m^2
Es = 1-3 MN/m^2

b) Hanglehm, weiche Konsistenz
γ = 19,0 kN/m^3
φ' = 22,5 Grad
c' = 0 kN/m^2
Es = 1-5 MN/m^2

c) Hanglehm, steife Konsistenz
γ = 20,5 kN/m^3
φ' = 27,5 Grad
c' = 5 kN/m^2
Es = 1-5 MN/m^2

d) Hangschutt, locker gelagert
γ = 18,0 kN/m^3
φ' = 27,5 Grad
c' = 0 kN/m^2
Es = 3-22 MN/m^2

e) Hangschutt, mitteldicht gelagert
γ = 20,5 kN/m^3
φ' = 32,5 Grad
c' = 0 kN/m^2
Es = 3-22 MN/m^2

f) Verwitterter bis angewitterter Tonschiefer
γ = 28,0 kN/m^3
φ' = 35,0 Grad
c' = 5 kN/m^2
Es = 21->53 MN/m^2

g) schwer lösbarer Fels Tonschiefer
γ = 28,0 kN/m^3
φ' = 42,5 Grad
c' = 100 kN/m^2
Es = >53 MN/m^2

Gemäß DIN 18300:2015-08 ist bei Erdbaumaßnahme der Untergrund in Homogenbereiche zu unterteilen, die sich aus den Befunden der Feld- und Laboruntersuchungen ergeben. Eine Zusammenfassung aller Homogenbereiche ist der

Tabelle 8 am Ende des Berichts zu entnehmen. Die vertikale und horizontale Abgrenzung der Homogenbereiche ist den Geologischen Profilschnitten (Anlage 2) und den Beschreibungen der geologischen Verhältnisse (Kap. 4) zu entnehmen. Die farblichen Markierungen der Tabelle 8 entsprechen der Farbgebung der lithologischen Einheiten in den geologischen Profilschnitten.

5. Bautechnische Bewertung und Empfehlungen

Bei den nachfolgenden Empfehlungen zur Herrichtung des Gewerbeparks können aus geotechnischer Sicht für den Abtrags- und Auftragsbereich auf der Grundlage der vorgenannten Untersuchung die nachfolgenden Bewertungen und Empfehlungen gemacht werden.

Abtragsbereich:

Anhand eines digitalen geologischen Geländemodells, das auf der Grundlage der zur Verfügung gestellten Vermessungsdaten /7/ und /8/ und den Geländedaten der Entwurfsplanung /5/ mit der Software GGU Grapher 7 (Version 7.03, Stand 20.10.2020) konzipiert wurde, konnten die zu erwartenden Kubaturen der unterschiedlichen Gesteinsfraktionen annäherungsweise ermittelt werden. Da das Programm eine Interpolation von über tausend Vermessungspunkten mit den von uns höhenmäßig mittels GPS eingemessen vergleichsweise geringen Untersuchungspunkten macht, sind Abweichungen in der Größenordnung von 5% zu erwarten. Das auf der Grundlage der Entwurfsplanung /5/ komplett zu erwartende Abtragsvolumen wurde uns mit 501.880 m³ (einschließlich humoser Oberboden angegeben). In unserem geologischen Modell kommen wir auf eine Gesamtkubatur 474.931 m³. Die Koordinaten unserer Untersuchungspunkte mit den dort verorteten Tiefen der lithologischen Abfolgen werden wir im ASCII-Format zur Verfügung stellen um eine Verifizierung vornehmen zu können.

Die entsprechend ermittelten Abtragskubaturen sind der Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 9: Ermittelte Abtragskubaturen der unterschiedlichen lithologischen Einheiten

Lithologie	Abtragsvolumen [m³]
humoser Oberboden (0,20 m)	37.722,24
Hangschutt, locker-mitteldicht	3.135,31
Hanglehm, weiche Konsistenz	58.181,25
Hanglehm, steife Konsistenz	6.357,19
Hangschutt, locker gelagert	12.114,94
Hangschutt, mitteldicht gelagert	63.379,91
Fels, verwittert-angewittert	118.645,20
Fels, schwer lösbar	175.394,82
Summe:	474.930,86

Die unter Kapitel 4 beschriebenen Boden- und Felsvorkommen werden entsprechend ihres Zustandes beim Lösen in Homogenbereiche (Tabelle 8) eingestuft. Die Oberböden werden unabhängig von ihrem Zustand beim Lösen im Hinblick auf eine besondere Behandlung als eigenständiger Homogenbereich aufgeführt.

- Homogenbereich 1 (humoser Oberboden): Im Mittel 0,20 m mächtige oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Komponenten, z.B. Steine- und Kieskornkomponenten sowie Schluff-/Tongemische auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- Homogenbereich 2 (leicht lösbare Bodenart): Bindige Böden der Bodengruppe TL-TM mit bis zu 15% Beimengungen an Steinkorngrößen (Korngröße großer als 63 mm und mit höchstens 30% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt). Die übliche geologische Bezeichnung dieser Böden ist Hanglehm.
- Homogenbereich 3 (mittelschwer lösbare Bodenart): Bindige Böden der Bodengruppe TL-TM mit bis zu 15% Beimengungen an Steinkorngrößen (Korngröße großer als 63 mm und mit höchstens 30% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt). Die übliche geologische Bezeichnung dieser Böden ist Hanglehm.
- Homogenbereich 4 (leicht lösbare Bodenart): Nichtbindige bis schwachbindige, gemischtkörnige Bodenarten der Bodengruppe GU* mit bis zu 40% Beimengungen an Schluff und Ton (Korngröße kleiner als 0,063 mm und mit höchstens 30% Steinen von über 63 mm

Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt). Die übliche geologische Bezeichnung dieser Böden ist verlehmter Hangschutt.

- Homogenbereich 5 (mittelschwer lösbare Bodenarten): Gemische von Steinen und Kiesen mit erhöhten Schluff-Ton-Anteilen von mehr als 15% der Korngröße kleiner als 0,063 mm (Bodengruppe GU*) und bindige Bodenarten (Bodengruppe TL) von weicher bis halbfester Konsistenz (leichte bis mittlerer Plastizität). Die übliche geologische Bezeichnung dieser Böden ist verlehmter Hangschutt.
- Homogenbereich 6 (lösbarer Fels): Hierzu gehören die Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebunden Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nichtbindige Bodenarten. Diese sind am Standort in den obersten Metern der Felsabfolgen zu erwarten.
- Homogenbereich 7 (schwer lösbarer Fels): Die hierunter fallenden Felsarten, weisen einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt von hoher Gefügefestigkeit auf. Sie sind nur wenig geklüftet und verwittert. Hierzu gehören z.B. fest gelagerte, unverwitterte Tonschiefer.

Es wird empfohlen, die erdbautechnisch erforderlichen Maßnahmen, was den Abtrag, die Zwischenlagerung und den Wiedereinbau von Böden der genannten Bodenklassen angeht, in Anlehnung an die ZTVE-StB 97 auszuführen und die dort festgelegten Mindestanforderungen für den Verdichtungsgrad des Boden zum Maßstab für die Steuerung des Geländeausgleichs zu machen.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Geländeaufschüttungen infolge des Massenausgleichs aufgrund der teilweise tiefgründig verwitterten Felsabfolge aus gemischtkörnigen Böden bestehen werden, die frostgefährdet sind. Die fertige Geländeoberfläche sollte daher nicht mehr, als unbedingt erforderlich, winterlichen Witterungen ausgesetzt werden, um unnötige Störungen des Bodengefüges zu vermeiden. Gegebenenfalls sollte eine Schutzschicht stehen gelassen und erst kurz vor Baubeginn abgetragen werden.

Der nahezu das gesamte Areal überdeckende Oberboden (Homogenbereich 1) muss gesondert aufgenommen und seitlich gelagert bzw. abgefahren werden.

Es ist bei den Aushubmaßnahmen auch mit stark verwitterten Felsschichten zu rechnen, die einen so hohen Lehmanteil bzw. eine so geringe Abriebfestigkeit aufweisen, dass sie zusätzliche Lehmbeimengungen im Hinblick auf gute Verdichtungsfähigkeit nicht vertragen. Sie sind in der vorliegenden Aushubkörnung überwiegend gut verdichtungsfähig. Allerdings sind sie, ebenso wie der Hanglehm und die gemischtkörnigen Böden mit Feinstkornanteilen > 15 % stark wasserempfindlich. Sie dürfen daher nicht längere Zeit ungeschützt regnerischer Witterung ausgesetzt werden, d.h. eine Mietenlagerung ist nur im abgewalzten Zustand möglich

Die unmittelbar unterhalb des humosen Oberbodens in unterschiedlicher Mächtigkeit anstehenden Hanglehme und gemischtkörnigen Böden der Homogenbereiche 2-5 sind aufgrund ihrer hohen Feinstkornanteile sehr störungsempfindlich gegen dynamische Beanspruchungen, d.h. gegen den Einsatz von schweren Verdichtungsgeräten und gegen das Befahren mit Radfahrzeugen. In den Abtragsflächen fallen Hanglehme der Bodengruppen TL und TM und gemischtkörnige Böden der Bodengruppe GU* in unterschiedlichen Stärken an.

Die Felsabfolgen der Homogenbereiche 6 und 7 sind vor dem Einbau auf maximale Einbaukantenlängen von 0,40 m zu zerkleinern.

Auftragsbereich:

Insbesondere der Hanglehm von weicher Konsistenz (Homogenbereich 2) ist nicht ausreichend verdichtungsfähig, d.h. er kann nur in einer Mischung mit dem grobkörnigen Material des tieferen Aushubs für einen Geländeauftrag verwendet werden. Dies bedingt eine besondere Arbeitsweise für den Geländeausgleich. Der anfallende Abtragsboden kann nicht in beliebiger Weise gelöst und an beliebiger Stelle wieder eingebaut werden. Bei einer alleinigen Verwendung von gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe GU* ist entsprechend den Ergebnissen der bodenmechanischen Untersuchungen auf Einhaltung von bestimmten Wassergehaltsgrenzen zu achten, um einen Verdichtungsgrad von mindestens 98% Dpr zu erreichen. Möglicherweise kann dies nur über eine Vermörtelung mit 70% Weißfeinkalk/30% Zement-Gemisch erreicht werden. Pro 0,40 m Einbaulagenstärke ist ein Gemischanteil von 25 kg/m², der mittels hochtouriger Fräse einzumischen ist, zu berücksichtigen.

Nicht verdichtungsfähige Hanglehme und gemischtkörnige Böden sollten daher mit stückig anfallendem Gesteinsmaterial aus den festen, unverwitterten Grauwacken, Sandsteinen und Tonschiefern und deren Verwitterungszonen gemischt werden. Ein

solches Mischen verschiedener Böden zwecks optimierter Wiedereinbaufähigkeit ist in der Erdbaupraxis üblich und gerade auch bei Anfall stückigen Felsbruchs wünschenswert, um eine hohlraumarme Struktur des einzubauenden Bodens zu erreichen. Optimal wird ein Mischungsverhältnis von etwa 80 Gewichts-% Gesteinsmaterial mit etwa 20 Gewichts-% Hanglehm bzw. gemischtkörnigem Boden der Bodengruppe GU* angesehen.

Um ein einheitlich tragfähiges Erdplanum zu schaffen sind die zuvor beschriebenen „Mischböden“ ausschließlich in den tiefer liegenden Anfüllungsbereichen einzubauen. Da hier ebenfalls vornehmlich weiche Hanglehme unterhalb des Mutterbodens anstehen, ist hier zunächst eine mindestens 0,40 m starke Lage des kompakten Felsaushubs einzubauen, wie er im zentralen Abgrabungsbereich ansteht. Darüber können dann die Mischböden unter lagenweiser Verdichtung mit einem Verdichtungsgrad von mindestens 98% Dpr eingebaut werden.

Im Übergangsbereich Abtrag/Auftrag sind weiche Hanglehme bis auf ein Niveau von -3,0 m unter zu erstellendem Planumsniveau abzugraben und gegen verdichtungsfähige, gemischkörnigen Böden oder Felsaushub zu ersetzen.

Beim Lösen des Fels können je nach Einsatz der Gerätschaften und Verfahren großvolumige Blöcke anfallen, die einer gesonderten Behandlung vor dem Wiedereinbau (Zertrümmerung, Brechen) bedürfen. Für die in Tabelle 9 ausgeworfene Kubatur für Fels (Homogenbereiche 6 und 7) sollte eine Vorbehandlung einkalkuliert werden.

Der Auflockerungsgrad im Bereich der Hanglehmabfolgen und der gemischkörnigen Böden wird nach dem Wiedereinbau bei ca. 5% liegen. Für den Felsbereich ist je nach Abriebfestigkeit, Mischungsverhältnis mit lehmigen Böden und Einbaulagenstärke mit einem Auflockerungsgrad nach dem Wiedereinbau von bis zu 25% auszugehen. Es wird empfohlen, die Einbaulagenstärke bei felsig, stückigem Material bei maximal 0,40 m zu belassen.

Die empfohlene Profilierung der bergeseitigen Böschungen ist in den Standsicherheitsberechnungen der Anlage 10 dargestellt. Im Bereich der Lockergesteinsabfolgen ist die Hangprofilierung auf eine Neigung von 1:2 umzustellen. Die Gewährleistung der Standsicherheit der Böschung im Endzustand erfordert eine sorgfältige Vorbereitung des Böschungsauflagers. Die Böschung ist lagenweise aufzubauen. Dabei ist eine stufenförmige Verzahnung mit der Bestandsböschung zu gewährleisten. Als Material für die Böschungen ist - gerechnet ab Böschungsfuß –

bis in eine Tiefe von 50 m Felsbruch zu verwenden. Das Material ist in Lagenstärken von 0,4 m mit mindestens 98% Dpr einzubauen. Die Bermen und Böschungsneigungen sind so anzulegen, dass ein punktueller Oberflächenwasserabfluss unterbleibt. Dies gilt auch für das Erdplanum. Ist dies nicht möglich bzw. sind punktuelle Quellaustritte in der Böschung zu erkennen, sind diese zu fassen und gezielt bis an den Fuß der Böschung abzuleiten. Von dort sind diese Wässer über ein Gerinne und während der Bauphase über einen Sedimentfang der nächsten Vorflut zuzuleiten.

Insgesamt ist festzustellen, dass das im Abtragsbereich anfallende Boden- und Felsmaterial, abgesehen von den Böden der Bodengruppe TL/TM und GU*, gut für eine Geländeauffüllung in späteren Gründungsbereichen geeignet ist, wenn den bodenmechanischen Besonderheiten durch die im Erdbau üblichen Arbeitsweisen und den vorab beschriebenen Vorgehensweisen Rechnung getragen wird. Bei der Überprüfung sind die Technischen Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau (TP BF – StB) zu berücksichtigen.

Die Arbeiten zum Geländeausgleich müssen unter diesen Gesichtspunkten detailliert geplant und in der Ausführung auch überwacht und dokumentiert werden.

Die anstehenden Locker- und Festgesteine weisen eine relativ geringe Wasserdurchlässigkeit auf (siehe /1/ und Hydrogeologisches Gutachten V14420). Um das Risiko unkontrollierte Oberflächenwasserabflüsse nach Niederschlagsereignissen während der Bauphase zu verringern empfehlen wir, eine entsprechende Drainierung der Flächen vorzusehen.

<u>Allgemeine Hinweise</u>

Es ist erforderlich, sämtliche Bodenverbesserungsmaßnahmen, Aushub- und Gründungssohlen vom Baugrundgutachter überprüfen und freigeben zu lassen. Die in diesem Gutachten gemachten Angaben zu Kennwerten und Gründungsempfehlungen haben nur orientierenden Charakter. Nach Konkretisierung bzw. Vorlage von Gebäudeplänen können belastbare Empfehlungen zu Gründungsvarianten, Aufbau von Bodenersatz und bodenmechanischen Kennwerten erfolgen.

6. Abschlussbemerkung

Bei Rückfragen zum Bodenaufbau bzw. Befunden vor Ort, die den angegebenen Beschreibungen nicht entsprechen, ist der verantwortliche Baugrundgutachter zu benachrichtigen. Es wird empfohlen, den Bauunternehmer darauf hinzuweisen, dass er verpflichtet ist, bei Angebotsabgabe das Bodengutachten auf Vollständigkeit hinsichtlich der angefragten Leistungen zu überprüfen. Darüber hinaus hat der Auftragnehmer die Verpflichtung, die Beschreibungen im Rahmen des Möglichen und Zumutbaren auf Plausibilität zu überprüfen und die Übereinstimmung von „Baugrund-SOLL" und „Baugrund-IST" ständig zu überwachen und dem Bauherrn bzw. dessen Vertreter (Baugrundgutachter) über nicht korrekt beschriebene Bodenverhältnisse zu informieren.

Olpe, 30.01.2021

Sebastian Reißner
(Dipl.-Ing. (FH) Geotechnik, M.Sc. Wasser & Umwelt)

Dr. rer. nat. Burkhard Reißner
(Beratl.-Ing., Dipl.-Geologe)

Homogenbereiche in Analogie zur DIN 18300:2015-08, Punkt 2.3 "Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche" (Farbgebung wie in den geologischen Profilschnitten)

G14420 Hüppcherhammer

Lockergesteine

	Homogenbereich 1	Homogenbereich 2	Homogenbereich 3	Homogenbereich 4	Homogenbereich 5	
Bezeichnung	humoser Oberboden weiche Konsistenz	Hanglehm, weiche Konsistenz	Hanglehm, steife Konsistenz	Hangschutt, locker gelagert	Hangschutt, mitteldicht gelagert	Untersuchungs-normen
mittlere Tiefenlage [m u. GOK]	0,0-0,3	0,2-4,0	0,2-4,0	0,2-4,9	0,2-4,9	DIN 22475
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden	Hanglehm	Hanglehm	Hangschutt	Hangschutt	
Korngrößenverteilung	0-0,63 mm	0-0,63 mm	0-0,63 mm	0-200mm	0-200mm	
Steine, Blöcke	<5%	<15%	<15%	> 10%	> 20	DIN 18123
Dichte	1,8 g/cm³	1,7-2,0 g/cm³	1,8-2,1 g/cm³	1,9-2,0 g/cm³	2,0-2,1 g/cm³	DIN 14688-1
undrainierte Scherfestigkeit	-	69,8 kN/m²	57,5 kN/m²	-	-	DIN 18125-2 / DIN 18126 / DIN 17892
Wassergehalt	erdfeucht	16,2-29,9%	25,7-26,5%	13,3-31,5%	13,3-31,5%	DIN 4094-4
Plastizitätszahl	-	0,13	0,14	-	-	DIN 17892-1
Konsistenzzahl	-	0,72	0,76	-	-	DIN 18122
Lagerungsdichte Es in kN/m²	1.000-3.000	1.000-4.000	5.000-15.000	3.000-5.000	5.000-22.000	DIN 18122
organischer Anteil	10-90%	<5%	<5%	<5%	<5%	DIN 22475
Bodengruppen	OH	TL-TM	TL-TM	GU*	GU*	DIN 18128
abfallrechtliche Zuordnung	-	(Z1.1-Z2 geogen)*	(Z1.1-Z2 geogen)*	(Z1.1-Z2 geogen)*	(Z1.1-Z2 geogen)*	DIN 18196
Bodenklassen alte Normung	1	2,4	2,4	4-5	4-5	

*Aus Gutachten einer benachbarten Fläche /6/

Festgesteine

	Homogenbereich 6	Homogenbereich 7	
ortsübliche Bezeichnung	Fels, verwitt. - angewittert, lösbar	Fels, schwer lösbar	Untersuchungs-normen
Tiefe ab [m u. GOK]	≥ 0,0	≥ 0,7	
Bennenung von Fels nach DIN14689-1	Tonstein	Tonstein (schwer lösbar)	DIN 14689-1
Dichte DIN 18125-1	2,65 g/cm³	2,65 g/cm³	DIN 18125-2
Verwitterung, Veränderung, Veränderlichkeit nach Tabelle 4 DIN14689-1	mäßig bis kaum verwittert	kaum verwittert	DIN 14689-1
Einaxiale Druckfestigkeit Abschätzung nach Tabelle 5 DIN14689-1	50-100 MPa	100-140 MPa	DIN 14689-1 / DIN 18136 / DIN 18137
Trennflächenrichtung nach DIN 14689-1	Schieferflächen	Schieferflächen	DIN 14689-1
Schichtflächenabstand nach Tabelle 7 DIN 14689-1	engständig	engständig	DIN 14689-1
Kluft- und Schieferflächenabstand nach Tabelle 8 DIN 14689-1	engständig	engständig	DIN 14689-1
Gesteinskörperform nach Tabelle 9 und 10 DIN 14689-1	groß-sehr groß	sehr groß	DIN 14689-1
Cerchar-Abrasivität	sehr niedrig bis mittel (0,59-2,04)	> mittel (>2,04)	DGGT Empfehlung Nr. 23
Bodenklassen alte Normung	6-7	7	