

Neubau Marktanlagen Weinböhla

Baugrunderkundung

IFG-Projekt-Nr.: I-086-05-18

Bauherr / Auftraggeber: IVG Grimmer
Entwicklungs- und Bauträger GmbH
Radeberger Str. 48
01099 Dresden
Telefon: 0351 / 8015755
Fax: 0351 / 8015755

Planungsbüro: ARNOLD CONSULT AG
Heinrich-Heine-Str. 26
01662 Meißen
Telefon: 03521 / 7594-23
Fax: 03521 / 7594-94

Verfasser: IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH
Purschwitzer Straße 13
02625 Bautzen
Telefon: 03591 / 6771-30
Fax: 03591 / 6771-40

Bautzen, 13.07.2018

gez. Karthe

.....
Dipl.-Geol. M. Karthe
Projektbearbeiter



.....
Dipl.-Ing. Arnd Böhmer
Geschäftsführer



Inhaltsverzeichnis	Seite
1. ZIELSTELLUNG UND UNTERSUCHUNGSUMFANG	3
2. BAUGRUNDBESCHREIBUNG	5
2.1 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	5
2.2 Erkundeter Untergrundaufbau	6
2.3 Versickerungsversuche	7
2.4 Bodenmechanische Laboruntersuchungen.....	7
2.5 Umweltchemische Laboruntersuchungen	8
2.6. Bestimmung Betonaggressivität Boden	9
3. BERECHNUNGSKENNWERTE UND BAUGRUNDKLASSIFIKATION	9
3.1 Bodenmechanische Kennwerte	9
3.2 Geotechnische Kategorie	10
3.3 Homogenbereiche (DIN 18 300 – neu)	10
3.4 Bodenklassen nach VOB-C 2012 und Frostempfindlichkeit	11
4. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN	12
4.1 Gebäude.....	12
4.2. Radon.....	13
4.3. Gründungsempfehlungen Verkehrsflächen.....	14
4.4. Kanalbau	14
5. WASSERHALTUNG UND VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES BODENS.....	15
6. BAUTECHNISCHE HINWEISE UND WIEDERVERWERTBARKEIT DES AUSHUBS	15
7. ABSCHLIEßENDE HINWEISE.....	15

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1. Bohransatzpunkte und entnommene Proben	5
Tabelle 2. Erkundete Baugrundsichtung	6
Tabelle 3. Ergebnisse der Versickerungsversuche	7
Tabelle 4. Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.....	8
Tabelle 5. Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	8
Tabelle 6. Bodenmechanische Kennwerte.....	9
Tabelle 7. Festlegung der Homogenbereiche	10
Tabelle 8. Kennwerte der Homogenbereiche.....	11
Tabelle 9. Bodenklassen und Frostempfindlichkeit	11
Tabelle 10. Ergebnisse Gründungsberechnung.....	13

Anlagenverzeichnis	Blattzahl
Anlage 1. Übersichtskarte, Maßstab 1 : 10.000	1
Anlage 2. Lagepläne mit Aufschlusspunkten	2
Anlage 3. Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile	
Anlage 3.1. Schichtenverzeichnisse	11
Anlage 3.2. Bohrprofile	11
Anlage 4. Labor- und Felduntersuchungen	
Anlage 4.1. Korngrößenverteilung	3
Anlage 4.2. chemische Untersuchungen	10
Anlage 4.3. Versickerungstests	5
Anlage 4.4. Schadstoffuntersuchung Vergleichstabellen	2
Anlage 5. Baugrundschnitte mit Bohrprofilen	1
Anlage 6. Fotodokumentation	7
Anlage 7. Geotechnische Berechnung.....	1

1. Zielstellung und Untersuchungsumfang

Die IVG Grimmer Entwicklungs- und Bauträger GmbH Dresden (Auftraggeber) plant den Neubau eines SB-Marktes mit Außengelände in Weinböhlen auf mehreren Grundstücken am Standort Ecke Forststraße/Großenhainer Straße. Planungsbüro für diese Baumaßnahme ist die ARNOLD-CONSULT AG Meißen (Planer). Das IFG Bautzen (Auftragnehmer) wurde am 27.04.2018 mit der Baugrunderkundung für dieses Projekt beauftragt.

Das vorliegende Gutachten (Voruntersuchung gem. DIN 4020) enthält folgende Angaben:

- § Darstellung der Aufschlusspunkte im Lageplan und Darstellung der Bodenprofile, Profilschnitte mit Angabe der Grundwasserstände und Beurteilung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse
- § Angabe der bodenmechanischen Kennwerte, Bodenklassen nach DIN 18300, Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB, Festlegung der Homogenbereiche nach VOB/C 2015
- § Angaben zur Lösbarkeit und Verdichtbarkeit der angetroffenen Erdstoffe, Angabe zulässiger Sohldrücke und zu erwartender Setzungen
- § Bewertung der Tragfähigkeit des Baugrunds mit Vorschlägen zur Gründung und ggf. Bodenverbesserungen
- § Auswertung der chem. Laboruntersuchungen hinsichtlich Beton-/Stahlaggressivität und Schadstoffinventar, Auswertung der Korngrößenuntersuchung
- § Auswertung der Versickerungsversuche, Angabe der kf-Werte und Einschätzung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138

- § Hinweise zu Baugrubensicherung, Böschungen, Erdarbeiten und Wasserhaltung
- § Empfehlungen zum Bauwerksschutz gegen Feuchtigkeit
- § Hinweise zur Planung der Außenanlagen (Zufahrt, Stellflächen etc.)
- § Empfehlungen für die Planung von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- § Angaben zur Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial

Folgende Unterlagen wurden für die Planung der Feldarbeiten sowie für die Erarbeitung des Gutachtens verwendet:

- /U1/ Lage- und Höhenplan TB001 v. 8.12.2017, Vermessungsbüro Hense, Dresden mit Angabe der Aufschlusspunkte, M 1:250 analog und digital übergeben
- /U2/ Auszug aus dem Liegenschaftskataster M 1:1000 Flurstück 3424 Gemarkung Weinböhlen v. 11.01.2016, digital übergeben
- /U3/ Leitungspläne der Medienträger, Stand Mai 2018.
- /U4/ Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen, 1904, Blatt 4847 (Nr. 49), M 1:25.000, Landesvermessungsamt Dresden
- /U5/ LAGA Merkblatt M20 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004.
- /U6/ Karte der Erwartungswerte der Radonkonzentration in der Bodenluft im 1x1km Raster Karte der Überschreitungswahrscheinlichkeiten von 200 Bq/m³ im Erdgeschoss (in Aufenthaltsräumen), Quelle: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Stand 2010.
- /U7/ VOB-C 2012 – Ergänzungsband 2015, Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Deutsches Institut für Normung, Berlin 2015.
- /U8/ ZTV E-StB 09, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV, 2012.

Am 22.05.2018 und 13.06.2018 wurden durch die IFG GmbH insgesamt 11 Bohrungen abgeteuft und 3 Versickerungsversuche durchgeführt. Die Ermittlung der Höhe der Aufschlusspunkte erfolgte anhand der zur Verfügung gestellten Pläne /U1/. Die Lage der Aufschlusspunkte wurde auf lokale Bezugspunkte eingemessen. Die Höhen wurden aus dem Lageplan entnommen. Die Lage der Aufschlusspunkte zeigt Anlage 2.

Die nachfolgende Tabelle 1 enthält eine Übersicht über die untersuchten Aufschlusspunkte.

Tabelle 1. Bohransatzpunkte und entnommene Proben

Aufschluss	Endteufe [m HN]	Endteufe [m]	Probe-Nr.	Probenteufe [m]	Mischproben
RKS 1	187,0	5,0	R1/1	0,0-0,30	
			R1/2	0,30-1,0	LAGA Gebäude
			R1/3	2,0-3,0	BT1
			R1/4	3,0-4,5	
			R1/5	4,5-5,0	
RKS 2	187,58	5,0	R2/1	0,0-0,4	
			R2/2	0,5-2,0	LAGA Gebäude
			R2/3	3,0-5,0	
RKS 3	187,07	5,0	R3/1	0,0-03	
			R3/2	0,5-2,0	LAGA Gebäude
			R3/3	4,5-5,0	
RKS 4	187,07	5,0	R4/1	0,0-0,3	
			R4/2	0,5-2,0	LAGA Gebäude
			R4/3	3,7-4,5	
RKS 5	187,85	3,0	R5/1	0,0-0,7	LAGA Parkplatz
			R5/2	1,0-2,0	
RKS 6	188,1	3,0	R6/1	0,0-0,3	
			R6/2	0,5-1,0	LAGA Parkplatz
RKS 7	188,25	5,0	R7/1	0,0-0,5	
			R7/2	1,0-2,0	LAGA Gebäude
			R7/3	2,2-2,9	HUM1
			R7/4	4,0-5,0	
RKS 8 VS 08	188,8	3,0	R8/1	0,0-0,4	
			R8/2	0,5-2,0	LAGA Parkplatz
RKS 9	188,8	5,0	R9/1	0,0-0,5	LAGA Reitplatz
			R9/2	0,5-1,0	
			R9/3	1,5-3,0	BT1
			R9/4	4,2-5,0	
RKS 10 VS 10	188,5	3,0	R10/1	0,2-1,0	LAGA Reitplatz
			R10/2	1,5-3,0	
RKS 11 VS 11	188,5	3,0	R11/1	0,3-0,4	

RKS – Rammkernsondierung

VS - Versickerungsschurf

2. Baugrundbeschreibung

2.1 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Im Untersuchungsgebiet bildet der paläozoische Syenit des Meißner Plutons den Festgesteinsuntergrund, der lokal an der Oberfläche ansteht. Überdeckt wird er großteils vom Glazialsand (in der geolog. Karte als Heidesand bezeichnet) an, eine saalezeitliche Sanderschüttung, welche in den Niederungen der flachkuppigen Syenithochfläche abgelagert wurde /U4/. Dieser Heidesand ist sehr gleichförmig und gut wasserdurchlässig. Der lehmig verwitternde Syenit im Liegenden wirkt als Aquifuge, so dass in Abhängigkeit von der Überdeckungsmächtigkeit und

den Strömungsverhältnissen mit recht hohen Grundwasserständen gerechnet werden muss. Lokal können geringmächtige Torfbildungen im Heidesand zwischengeschaltet sein.

Nach Aussage der Anlieger ist bei starken und langanhaltenden Niederschlägen mit deutlich höheren Grundwasserständen zu rechnen, welche in der Vergangenheit auch zur temporären Überflutung von Teilbereichen des Geländes führten.

2.2 Erkundeter Untergrundaufbau

Alle Bohrungen erreichten das Erkundungsziel. Folgende Bodenschichten wurden im Untersuchungsgebiet angetroffen (Tabelle 2):

Tabelle 2. Erkundete Baugrundsichtung

Schicht Nr.	Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196
0	Mutterboden Schluff, stark sandig bis Sand, humos dunkelbraun-schwarz, locker gelagert, erdfeucht	OU
1	Drainschicht Reitplatz ¹⁾ Mittelsand, grobsandig, sehr schwach feinkiesig braungelb, mitteldicht gelagert, erdfeucht	[SW]
2	Tragschicht/Unterbau Reitplatz ¹⁾ Kies, sandig, schluffig dicht gelagert bzw. steif – halbfest grau	[GU-GU*]
3	Glazialsand Sand, wechselnd als Fein-, Mittel- und Grobsand, tlw. schwach feinkiesig grau, gelb, braun, mitteldicht bis dicht gelagert, erdfeucht bis nass	SE-SU
4	Syenitzersatz Kies, sandig, tlw. stark schluffig Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig mitteldicht bis dicht gelagert bzw. steif bis halbfest	Zv (GU-GU*, TM)

1) nur im Bereich Reitplatz

Der erkundete Baugrund entspricht den Erwartungen gemäß geologischem Kartenmaterial. Der Syenit wurde nur als Zersatz aufgeschlossen. Im Untersuchungsbereich befindet sich ein in Nutzung stehender Reitplatz, der zum östlichen und südlichen Teil hin durch eine ca. 1,80 m hohe Böschung begrenzt ist. Aus den Bohrungen ist ersichtlich, dass dieser Platz künstlich aufgeschüttet wurde. Es sind eine Trag- bzw. Unterbauschicht sowie eine Drainschicht vorhanden. Das Reitplatzgelände entwässert nach Osten (Wasseraustritte an der Böschung).

Grundwasserstände konnten in den Bohrungen aufgrund der Instabilität der Bohrungen nur vereinzelt gemessen werden. Als Hinweis auf anstehendes Grundwasser dient daher die Bodenfeuchte. Generell wurden sehr geringe Grundwasserflurabstände zwischen 0,70 ... 1,90 m ermittelt. Das entspricht einem Grundwasserspiegel zwischen ca. 187,5 ... 186,0 m NHN. Ein Strömungsgefälle in östliche Richtung kann angenommen werden.

Einzelheiten zum Baugrundaufbau können den Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen (Anlage 3) entnommen werden. In Anlage 5 wird der generelle Aufbau des Untergrundes in zwei Schnittdarstellungen deutlich gemacht.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass in den Heidesanden lokal durch Ausfällung von Kieselsäure Bänke von „Süßwasserquarzit“ auftreten können, die mehrere Meter Ausdehnung erreichen können und äußerst hart sind. Diese sind mit herkömmlicher Baggertechnik unter Umständen nicht mehr lösbar. Konkrete Hinweise darauf gibt es an den erkundeten Aufschlusspunkten jedoch nicht.

2.3 Versickerungsversuche

An drei potentiellen Versickerungsstandorten wurden Versuche zur Ermittlung der Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit des Untergrundes durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen herrschte trockenes Wetter mit einer vorausgegangenen langfristigen Trockenperiode. An den Standorten wurden 50 cm tiefe Gruben ausgehoben und nach Einbau des Doppelringinfiltrometers eine ca. halbstündige Vorwässerung zur Sättigung durchgeführt. Hierbei zeigte sich bereits die gute Durchlässigkeit des Bodens. Anschließend wurde der Versuch gemäß DIN 19682-7 2x durchgeführt. Die Versuchsergebnisse sind in Anlage 4.3 dokumentiert und in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3. Ergebnisse der Versickerungsversuche

Standort / Versuch	RKS 11		RKS 8		RKS10
	VS1	VS2	VS1	VS2	VS1
Maßgebender kf-Wert [m/s]	2,59 10 ⁻⁴	1,59 10 ⁻⁴	2,41 10 ⁻⁴	2,44 10 ⁻⁴	6,31 10 ⁻⁵
min kf-Wert [m/s]	1,67 10 ⁻⁴	2,67 10 ⁻⁴	1,00 10 ⁻⁴	1,67 10 ⁻⁴	3,33 10 ⁻⁵
max kf-Wert [m/s]	3,33 10 ⁻⁴	6,67 10 ⁻⁵	3,67 10 ⁻⁴	3,33 10 ⁻⁴	8,33 10 ⁻⁵
Durchlässigkeit nach Sieblinie [m/s]	Probe R11/1 1,1 10 ⁻⁴				
Durchlässigkeit nach DIN 18130	Stark durchlässig				durchlässig

2.4 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte der erkundeten Bodenschichten wurde an drei ausgewählten Proben die Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung nach DIN 18 123 sowie der Wassergehalt bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengestellt (Prüfberichte s. Anlage 4).

Tabelle 4. Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Bohrung / Probe	RKS 10/2 KV	RKS 4/3	RKS 2 / P3
Entnahmetiefe [m]	1,5...3,0	3,7...4,5	0,3
Schicht	Glazialsand	Glazialsand	Glazialsand
Schicht Nr.	3	3	3
Feinkornanteil ≤ 0,063 mm [%]	2,3	12,5	4,8
Sandanteil > 0,063 ... ≤ 2 mm [%]	95,3	68,0	94,7
Kiesanteil > 2 ... ≤ 63 mm [%]	2,4	19,5	0,5
kr-Wert [m/s] Formel nach Bewertung nach DIN 18130-1	1,86*10 ⁻⁴ BIALAS stark durchlässig	2,39*10 ⁻⁵ BIALAS durchlässig	1,1*10 ⁻⁴ BIALAS durchlässig
Bodenart nach DIN 4022	S, fg', u' Sand, schwach feinkie- sig, schwach schluffig	S, g*, u* Sand, stark kiesig, stark schluffig	S, fg', u' Sand, schwach feinkie- sig, schwach schluffig
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, enggestufter Sand	SU, schluffiger Sand	SE, enggestufter Sand
natürlicher Wassergehalt w _n [%]	13	11,1	23,1

2.5 Umweltchemische Laboruntersuchungen

Von dem im Zuge der Rammkernbohrungen entnommenen Bodenmaterial wurden gemäß **Tabelle 1** drei Mischproben hergestellt und im umweltanalytischen Labor EUROFINS Ost nach LAGA TR Boden /U5/ auf Schadstoffe untersucht. Die Prüfberichte sind in Anlage 4.2 enthalten. Diese werden in Anlage 4.4 den Zuordnungswerten der LAGA gegenübergestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengefasst

Tabelle 5. Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

Mischprobe	LAGA Gebäude	LAGA Parkplatz	LAGA Reitplatz
Zuordnungswert gemäß LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5	Z0	Z0	Z0
Probe	HUM1		
Humusgehalt MA-% TS	1,9		
TOC MA-% TS	1,1		
Probe BT1	BT1		
Bestimmung der Betonaggressivität nach DIN 4030-1 (Tabelle 4, Boden) - Juni 2008	nicht betonangreifend		

Der Boden weist einen leicht erhöhten Gehalt an verschiedenen Schwermetallen sowie PAK auf, wobei die Probe LAGA Reitplatz die auffälligsten Werte zeigt. Die Werte überschreiten jedoch nicht den Zuordnungswert Z0. Der Aushub der anstehenden Böden kann daher uneinge-

schränkt wiederverwertet werden. Aus Gründen der Vorsorge sollte das Material des Reitplatzes separat behandelt werden und nur für technische Bauwerke zum Einsatz kommen.

Nach AVV gilt für das Material die Abfallschlüsselnummer 17 05 04 (Boden und Steine ohne gefährliche Stoffe) /U6/.

In RKS 7 wurde eine 0,70 m mächtige auffällige dunkel gefärbte Schicht in 2,20 m durchteuft angetroffen, die bei der Feldansprache als humos charakterisiert wurde. Diese Schicht wurde auf organische Bestandteile hin untersucht (Prüfbericht s. Anlage 4.2, Ergebnisse s. Tabelle 5). Der Humusgehalt liegt bei knapp 2% und entspricht damit einem typischen Acker- oder Gartenboden. Die unmittelbare Nähe zum Rand des Reitplatzes legt die Vermutung nahe, dass es sich hierbei um einen überschütteten Oberboden handeln könnte.

2.6. Bestimmung Betonaggressivität Boden

Aus den maßgeblichen Gründungsschichten wurde eine Probe zur Untersuchung der Betonaggressivität entnommen. Die Untersuchung erfolgte nach DIN 4030, Teil 1. Die Prüfberichte sind in Anlage 4.2 enthalten. Diese werden in Anlage 4.4 gemäß DIN 4030-1 bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Die untersuchte Probe weist keine Grenzwertüberschreitung gemäß DIN 4030-1 auf. Der Boden wird daher als **nicht betonangreifend** eingestuft. Eine Expositionsklasse wird nicht vergeben.

3. Berechnungskennwerte und Baugrundklassifikation

3.1 Bodenmechanische Kennwerte

Die bodenmechanischen Kennwerte wurden aufgrund der ingenieurgeologischen Feldansprache sowie nach tabellierten und regionalen Erfahrungswerten festgelegt und in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6. Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	Kurzzeichen	cal. g [kN/m ³]	cal. g' [kN/m ³]	cal. f' [Grad]	cal. c' [kN/m ²]	cal. Es [MN/m ²]
Mutterboden Schluff, stark sandig bis Sand, humos dunkelbraun-schwarz, locker gelagert, erdfeucht	OU	15	5	20	0	3
Drainschicht Reitplatz Mittelsand, grobsandig, sehr schwach feinkiesig braungelb, mitteldicht gelagert, erdfeucht	[SW]	21	11	35	0	40

Bodenart	Kurz- zeichen	cal. g [kN/m ³]	cal. g' [kN/m ³]	cal. f' [Grad]	cal. c' [kN/m ²]	cal. Es [MN/m ²]
Tragschicht Reitplatz Kies, sandig, schluffig dicht gelagert bzw. steif – halbfest grau	[GU-GU*]	22	12	38	0	60 – 80
Glazialsand Sand, wechselnd als Fein-, Mittel- und Grobsand, tlw. schwach feinkiesig grau, gelb, braun, mitteldicht bis dicht gelagert, erdfeucht bis nass	SE-SU	20	10	30	0	40 – 50
Syenitzersatz Kies, sandig, tlw. stark schluffig Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig mitteldicht bis dicht gelagert bzw. steif bis halbfest	Zv (GU- GU*, TM)	21,5	11,5	32	0...5	150

cal. g: cal. Bodenwichte, erdfeucht [kN/m³],

cal. g': cal. Bodenwichte unter Auftrieb [kN/m³],

cal f': cal. Reibungswinkel [°],

cal. c': cal. Kohäsion [kN/m²],

cal. Es: cal. Steifemodul [MN/m²],

3.2 Geotechnische Kategorie

Aufgrund der angetroffenen Baugrundverhältnisse wird das Vorhaben nach DIN 4020 vorläufig in die Geotechnische Kategorie 1 eingeordnet. Dies umfasst einfache Bauwerke bei einfachen Gründungsverhältnissen.

3.3 Homogenbereiche (DIN 18 300 – neu)

Zur Ausschreibung von Tiefbauleistungen ist der Baugrund seit September 2015 gemäß VOB 2012 / 2015 in Homogenbereiche zu untergliedern /U7/. Die Zuordnung der maßgeblichen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten erfolgt auf Grund der Lösbarkeit in Tabelle 7 Tabelle 8 fasst die bodenmechanischen Kennwerte der Homogenbereiche zusammen.

Tabelle 7. Festlegung der Homogenbereiche

Schichten	DIN 18300 (Erdarbeiten, GK II)
Schicht 1 - Drainschicht	E-1
Schicht 2 - Tragschicht	
Schicht 3 - Glazialsand	

Die Schicht 4 ist angesichts ihrer Tiefenlage für die geplanten Erdarbeiten nicht relevant.

Tabelle 8. Kennwerte der Homogenbereiche

erkundete Schichten	E-1
ortsübliche Bezeichnung:	Heidesand, Glazialsand, Tragschicht
Bodengruppe	SE, SU, [SW], [GU-GU*]
Charakter	Lockergestein, nichtbindig
Massenanteil Feinkorn (<63µm) [%]	2...20
Massenanteil Sand [%]	60...95
Massenanteil Kies [%]	1...25
Massenanteil Steine [%]	0...1
Massenanteil Blöcke [%]	0...1
Dichte [g/cm³]	2,0...2,2
undränierete Scherfestigkeit [kN/m²]	---
Wassergehalt [%]	10...30
Konsistenz	---
Konsistenzzahl I _c	---
Plastizität	---
Plastizitätszahl I _p	---
Lagerung	mitteldicht bis dicht
Lagerungsdichte I _D	0,3 – 0,8
Durchlässigkeitsbeiwert k _f [m/s]	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁵
Organischer Anteil [%]	0...2

Anmerkung: Werte beruhen auf der geologischen Bodenansprache, Laborergebnissen von Einzelproben und auf Schätzungen an Hand von Erfahrungswerten. Abweichungen von den angegebenen Kennwerten sind naturgemäß möglich. Diese haben aber keine Auswirkungen auf die Lösbarkeit der Böden.

3.4 Bodenklassen nach VOB-C 2012 und Frostepfindlichkeit

Die Bodenklassen gemäß VOB-C 2012 sind mit Einführung der VOB-C 2015 nicht mehr Stand der Technik. Die nachfolgende Angabe der Bodenklassen erfolgt informativ.

Tabelle 9. Bodenklassen und Frostepfindlichkeit

Schicht Nr.	Bodenart	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18 300	Frostepfindlichkeit ZTVE-StB 09
0	Mutterboden	OU	1	F3
1	Drainschicht Reitplatz	[SW]	3	F1
2	Tragschicht Reitplatz	[GU-GU*]	3	F2 – F3
3	Glazialsand	SE-SU	3	F1
4	Syenitzersatz	Zv (GU-GU*, TM)	3...4	F1 – F3

4. Gründungsempfehlungen

4.1 Gebäude

Die erkundeten Baugrundverhältnisse gestatten die Errichtung der geplanten Gebäude. Die Schicht 3 (Glazialsand) ist für deren Gründung geeignet. Schicht 2 (Tragschicht) ist aufgrund der vorliegenden bodenmechanischen Kennwerte dazu ebenfalls geeignet, kann aber nur bei Nachweis der Homogenität über die Fläche (Bodengruppe und Lagerungsdichte) als Gründungsschicht genutzt werden. Hier sind ggf. Mehraufwendungen für die Überprüfung der Gründungssohle zu berücksichtigen.

Der Baugrund im Bereich der geplanten Fundamentsohlen ist sehr gut wasserdurchlässig. Nach Information des AG ist eine Anschüttung des Geländes mit Gründung auf Bodenplatte geplant. In Verbindung mit der geplanten Bauaufgabe gilt die geotechnische Kategorie 1 als bestätigt, bei Beachtung der nachfolgenden Gründungsempfehlungen.

Aufgrund des hohen Grundwasserstandes wird empfohlen, die Gründungssohle nicht tiefer als 187 m NHN anzulegen. Nach Abtrag des Oberbodens sollte ein Gründungspolster von 0,50 m aus gut verdichtbarem Mineralgemisch (Bodengruppe GU/GT) zur Vergleichmäßigung der Setzungen angelegt werden. Dieses ist lagenweise auf $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichten.

Für die Bemessung der Gründung wurde eine exemplarische Grundbruch- und Setzungsberechnungen durchgeführt (DIN 4017, DIN 4019, EC 7). Dabei sind folgende Randbedingungen maßgebend:

- Einbindetiefe 1,0 m
- Bemessungswasserstand = OK Fundament
- lotrechter und mittiger Lasteintrag
- Baugrundkennwerte gemäß Tabelle 6
- Fundamentbreiten noch nicht festgelegt, für die Bemessung wurde ein Bereich von 0,5 ... 1,5 m (in 0,25 m-Schritten) festgelegt.

Folgendes wurde berechnet:

Tabelle 10. Ergebnisse Gründungsberechnung

	Einheit	Breite des Streifenfundaments [m]				
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$	kN/m ²	157,4	177,9	198,0	217,9	237,4
Bemessungswert des Grundbruchwiderstands $R_{n,d}$	kN/m	78,7	133,4	198,0	272,3	356,1
aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul} = \sigma_{E,k}$	kN/m ²	110,5	124,8	139,0	152,9	166,6
rechnerische Setzung max. s	cm	0,20	0,29	0,38	0,47	0,57

Die Tragfähigkeit des Baugrunds ist für eine Flachgründung ausreichend. Sollten wider Erwarten höhere Sohlspannungen als o.g. in den Baugrund abzutragen sein, müsste die Einbindetiefe der Gründung erhöht werden.

Die zu erwartenden Setzungen betragen < 1,0 cm und gelten als unproblematisch.

Zur Bemessung elastisch gebetteter Gründungen gilt ein **Bettungsmodul von $k_s = 35 \text{ MN/m}^3$** als maßgebend. Das Bettungsmodul ist anhand der tatsächlich vorhandenen Beanspruchung nach der Beziehung $k_s = \sigma_0 / s$ zu überprüfen.

Einzelheiten zu den durchgeführten Grundbruch- und Setzungsberechnungen können Anlage 7 entnommen werden. Da eine Flachgründung ausreichend tragfähig ist, werden Tiefgründungen nicht weiter betrachtet.

4.2. Radon

Gemäß der Karte /U6/ befindet sich das Bauobjekt in einem Bereich, in dem erhöhte Radonkonzentrationen im Untergrund möglich sind, so dass unter ungünstigen Umständen erhöhte Radonkonzentrationen in Gebäuden auftreten können. Die Wahrscheinlichkeit, dass Konzentrationen von > 200 Bq/m³ in Erdgeschossaufenthaltsräumen auftritt wird mit 10...30% angegeben.

Als Radonquelle ist der Syenit (unterhalb Schicht 5, nicht erbohrt) zu sehen. Die darüber liegende gesättigte Zone (Grundwasserbereich) bildet eine natürliche Barriere gegen die Bodenluftmigration und wird diesbezüglich als günstig bewertet.

In Abhängigkeit von der Gebäudenutzung und konstruktiven Randbedingungen sollte überprüft werden, ob konstruktive Maßnahmen zur gasdichten Abdichtung des Gebäudes gegenüber der Bodenluft/Radon notwendig sind.

4.3. **Gründungsempfehlungen Verkehrsflächen**

Die im Planum der Verkehrsflächen anstehenden Böden werden als frostunempfindliche Böden der Klasse F1 nach ZTV E-StB 17 eingestuft, damit ist die Frostsicherheit gegeben. Gemäß ZTV E-StB 09 ist auf der Oberkante Erdplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen, dies wird durch den anstehenden Glazialsand (Schicht 3) voraussichtlich gerade so erfüllt. Ggf. ist das Planum durch Einbau einer Lage weitgestuftes Mineralgemisch (GU oder GW, $d = 30 \text{ cm}$) zu verbessern, welches nach ZTV E-StB auf $D_{Pr} = 100 \%$ zu verdichten ist.

Die Verkehrsflächen werden in die Belastungsklasse Bk 1,8 (Bauklasse III/IV) gemäß RStO 12 eingeordnet. Als Oberbau wären daher 25 cm Schottertragschicht (STS) nötig, die auf $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichten sind. Auf der Oberkante STS wäre ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dies ist erfahrungsgemäß problematisch, da die Schichtdicke von 25 cm hierfür ohne Planumsstabilisierung nicht ausreicht. Es empfiehlt sich daher, die Schichtdicke auf 40 cm zu erhöhen. Alternativ wäre unter den gegebenen Bedingungen auch eine Bauweise mit vollgebundenem Oberbau sinnvoll.

4.4. **Kanalbau**

Für Baugruben und Leitungsgräben sind Böschungswinkel gemäß DIN 4124 einzuhalten. Am Standort werden im Teufenbereich des Glazialsandes (Schicht 4) folgende Böschungswinkel empfohlen:

- bis 0,50 m: senkrecht geschachtet
- 0,50 m bis 1,75 m: bis 0,50 m senkrecht und danach geböscht mit Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$
- ab 1,75 m: geböscht bzw. verbaut auf kompletter Tiefe.

Alternativ kann verbaut werden (z.B. mit Verbauboxen). Bei Annäherung an bestehende Gründungen sind die Forderungen gemäß DIN 4123 einzuhalten.

Für die Bettung von Leitungen ist der anstehende Untergrund ausreichend tragfähig. Leitungen und Kanäle sind in Sand zu betten. Für den anstehenden Untergrund wird eine Bettung gemäß Typ 1 mit unterer und oberer Bettungsschicht empfohlen.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Glazialsand (Schicht 4) bei Wassersättigung und Eintrag von Vibrationsenergie zum Fließen neigen kann.

Für die Rückverfüllung von Leitungsgräben können die anfallenden Böden E-1 verwendet werden. Fehlmassen sind durch gleichartige Liefermassen zu ergänzen. Für Leitungsgräben innerhalb Verkehrsflächen ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98 \%$ in der Hauptverfüllung nachzuweisen.

5. Wasserhaltung und Versickerungsfähigkeit des Bodens

Die anstehenden Glazialsande (Schicht 4) sind nach Tabelle 3 stark durchlässig, die Tragschicht (Schicht 2) ist durchlässig. Eine Versickerung von Niederschlagswässern am Standort ist aufgrund der Durchlässigkeit der Baugrundsichten möglich, jedoch aufgrund des hohen Grundwasserstandes nicht bzw. nur eingeschränkt zu empfehlen (vgl. Kap. 2.1 *Geologische und hydrogeologische Verhältnisse*). Ein Abstand zum Grundwasserspiegel von 1,0 m ist im Regelfall einzuhalten. Es könnten lediglich sehr flache Versickerungsmulden zum Einsatz kommen. Bei starken und langanhaltenden Niederschlägen ist mit deutlich höheren Grundwasserständen zu rechnen, wodurch die Aufnahmekapazität des Grundwasserleiters stark eingeschränkt ist (Notüberlauf erforderlich). Es ist zu beachten, dass bei starken oder langanhaltenden Niederschlägen auch mit höher liegenden Grundwasserständen bzw. Teilüberflutung des Geländes gerechnet werden muss (vgl. Kap. 4.1).

Eine einheitliche Querneigung des Planums von 2,5 % ist ausreichend.

Bauzeitliche Maßnahmen zur Wasserhaltung sind vorzusehen, wenn in Tiefen > 1 m unter GOK gearbeitet wird. Eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf ist dabei nur für Eingriffe bis max. 0,5 m in das Grundwasser zielführend. Für tiefere Eingriffe ist generell eine geschlossene Wasserhaltung (Spülfilterlanzen) nötig. Arbeiten im Grundwasserbereich sollten unter fachlicher Begleitung durch einen Baugrundsachverständigen oder Hydrogeologen stattfinden.

6. Bautechnische Hinweise und Wiederverwertbarkeit des Aushubs

Der Oberboden (Schicht 0) kann separat gewonnen werden und im Baufeld zur Oberflächenabdeckung wiederverwendet werden. Die Schichten 2 bis 4 sind aus geotechnischer und chemischer Hinsicht ohne besondere Behandlung wiederverwendbar.

7. Abschließende Hinweise

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig und darf nicht auszugsweise weitergegeben werden. Die getroffenen Aussagen gelten streng genommen nur für die untersuchten Aufschlusspunkte. Werden im Zuge der Baumaßnahme deutlich abweichende Verhältnisse angetroffen, ist das unterzeichnende Büro zu informieren. Die Abnahme der Gründungssohle durch einen Baugrundsachverständigen wird empfohlen.