

Wolfgang Köbsch

Diplom-Ingenieur
Beratender Ingenieur

Klagenfurter Straße 60
01279 Dresden

Tel 0351 / 251 44 66
Fax 0351 / 252 58 38
kontakt@baugrund-koebisch.de
www.baugrund-koebisch.de

Baugrunduntersuchung
Gründungsberatung
Schadensbegutachtung



**Ingenieurbüro
Köbsch**

Datum: 11.02.2019

AZ: 18 / 135

Y:\Gutachten\Gebäude\Fels\18-135_Walddidylle, neu_Grundstück Luckner, Versickerung + Bebauung.odt

Baugrundgutachten zur Voruntersuchung

(Geotechnisches Vorgutachten)

Bauvorhaben:

**Grundstück Dr.-Ing. Luckner
Falkenhorstweg - Flurstück 322/6
OT Walddidylle
in Falkenhain/Osterzgebirge**

Auftraggeber:

**Dr.-Ing. Thomas Luckner
Meeraner Straße 14
01217 Dresden**

Inhalt:

19 Blatt Text und 5 Anlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Unterlagenverzeichnis.....	3
2	Anlagenverzeichnis.....	3
3	Feststellungen.....	4
3.1	Veranlassung.....	4
3.2	Standort und geplante Baumaßnahme.....	4
3.3	Baugelände.....	4
3.4	Baugrundverhältnisse.....	5
3.4.1	Allgemeines.....	5
3.4.2	Geologische Verhältnisse.....	5
3.4.3	Schichtenverhältnisse.....	5
3.5	Boden- und Felseigenschaften.....	7
3.6	Grund- und Schichtenwasserverhältnisse.....	7
3.7	Abfallrechtliche Eigenschaften der Böden und Materialien.....	7
3.8	Versickerungsverhältnisse.....	8
3.8.1	Durchführung der Versickerungsversuche.....	8
3.8.2	Angaben zur Durchlässigkeit.....	8
4	Bodenklassifikation, Homogenbereiche und Bodenkennwerte.....	8
5	Erste Schlussfolgerungen.....	11
5.1	Allgemeines.....	11
5.2	Gründungsschichten.....	11
5.3	Gründungsmaßnahmen.....	12
5.3.1	Allgemeines.....	12
5.3.2	Wohnhaus.....	12
5.4	Angaben zur Bemessung der Gebäudegründung.....	13
5.5	Unterirdische Leitungen.....	15
5.6	Schutzmaßnahmen gegen Schichten- und Stauwasser.....	15
5.7	Versickerungstechnische Schlussfolgerungen.....	16
6	Hinweise für die Bauausführung.....	17
6.1	Wasserhaltung.....	17
6.2	Baugrubenherstellung und Böschungen.....	17
6.3	Wiederverwendung der Aushubmassen.....	17
6.4	Angaben und Hinweise zur Bauausführung von Versickerungsanlagen.....	17
6.5	Sonstiges.....	18
6.6	Bau- bzw. Fundamentgrubenabnahme.....	18
7	Schlussbemerkungen.....	19

1 Unterlagenverzeichnis

- U 1 Auftrag vom 29.07.2018 mit Ergänzungen vom 26.10.2018
- U 2 Top. Karte M 1: 10.000, Geol. Karte M 1: 25.000, Lithofazieskarte M 1: 50.000
- U 3 Bautechnische Unterlagen/Angaben vom AG:
 - Katasterplan o. M.
 - mündliche Erläuterungen zum Bauvorhaben und Aufgabenstellung
 - Auszug aus Baugrunduntersuchung durch ELD, Herr Hantzsch, 01/2018 (ohne Textteil)
 - E-Mail-Schriftverkehr mit dem Auftraggeber im Zeitraum Juli 2018 bis Januar 2019
- U 4 Ortsbegehung, Einholung von Schachtscheinunterlagen, Beratungen, Aufstellung des Aufschlussplanes, Dokumentation von Schürfen, Durchführung von Versickerungsversuchen sowie lage- und höhenmäßige Einmessung aller Aufschlussansatzpunkte durch das Ingenieurbüro Köbsch im Oktober und November 2018
- U 5 Herstellung von Baggerschürfen durch eine Tiefbaufirma im Oktober 2018
- U 6 Geotechnische Unterlagen des Ingenieurbüros Köbsch:
 - Aktennotiz vom 23.10.2018 mit Anlage
 - Aktennotiz vom 26.10.2018 mit allen SV-Prüfungen
- U 7 Eigene Archivunterlagen zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen in der Ortslage, 1977 bis 2018, u.a. Baugrundgutachten von 2006 für BV Bärenburger Straße in Waldidylle (Versickerung von Niederschlagswasser, Umbau Wohnhaus u.a.)
- U 8 Karten des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie unter www.umwelt.sachsen.de
- U 9 Literatur u.a.: Normenhandbuch EC 7, Band 1 und 2; Grundbautaschenbuch, Verlag Ernst & Sohn; DIN-Vorschriftenwerk; TGL-Vorschriftenwerk DDR; TEV-Vorschriften VEB Baugrund Berlin; DWA A-138; HENNER/TÜRKE: Statik im Erdbau, Verlag Ernst & Sohn; FLOSS: ZTVE-StB Kommentar, Kirschbaum Verlag Bonn; EA-Pfähle, 2. Auflage 2012; RStO 12, Ausgabe 2012, VOB/C 2016, LANGGUTH/VOIGT: Hydrogeologische Methoden, Springer Verlag; Abrasivitätsuntersuchungen an Lockergesteinen, DGGT, 2006 u.a.

2 Anlagenverzeichnis

- A 1 Übersichtsplan M 1: 10.000
- A 2 Aufschlussplan M 1: 400
- A 3 Aufschlussprofile Schurf 1 – 4
- A 4 Legende der Abkürzungen
- A 5 Auswertung Versickerungsversuche (4 Blatt)

3 Feststellungen

3.1 Veranlassung

Das Ingenieurbüro Köbsch erhielt den Auftrag, im OT Waldidylle für das Flurstück Nr. 322/6 auf dem Falkenhorstweg eine Baugrund-, Grundwasser- und Versickerungsuntersuchung durchzuführen und die Ergebnisse in einem **Baugrundgutachten zur Voruntersuchung** zusammenzufassen.

3.2 Standort und geplante Baumaßnahme

Der Standort liegt in der Gemarkung Falkenhain, OT Waldidylle, auf dem Falkenhorstweg.

Nach /U 3/ ist auf dem o.g. Flurstück u.a. die Versickerung von Niederschlagswasser geplant. Des Weiteren sind grundsätzliche Angaben zur Bebaubarkeit mit einem Wohngebäude zu erarbeiten. Konkrete Angaben zur Art und Weise der vorgesehenen Niederschlagswasserversickerung sowie zur geplanten Bebauung liegen derzeit noch nicht vor.

3.3 Baugelände

Das Untersuchungsgebiet liegt südlich des Falkenhorstweges an einem in südliche Richtung mäßig bis stark geneigten Hang. Höhenlage 723 m üNN (Straße) bis ca. 715 m üNN (südlicher Hangbereich).

Das Gelände ist unbebaut und wird als Wald genutzt.



Abb: 1: Blick in Richtung Osten auf den westlichen Waldrand des Flurstückes.



Abb: 2: Blick in Richtung Osten auf das stark geneigte Waldgelände

3.4 Baugrundverhältnisse

3.4.1 Allgemeines

Zur näheren Erkundung der Baugrund- und Versickerungsverhältnisse wurden 4 Baggerschürfe angelegt. Die Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die übergebenen Altunterlagen /U 3/ wurden orientierend hinzugezogen.

Als Bezugshöhe für die höhenmäßige Einmessung wurde der Kanaldeckel auf dem Falkenhorstweg (Grundlage Schachtschein) mit 723,11 m üNNH verwendet.

3.4.2 Geologische Verhältnisse

Der Standort liegt regionalgeologisch im Bereich einer Felshochlage mit geringen pleistozänen Überlagerungen. Es gilt folgendes Regelprofil / Baugrundmodell:

- vereinzelt pleistozäner Gehängelehm
- pleistozäner Gehängeschutt
- paläozoischer Fels (Teplitzer Quarzporphyr)

3.4.3 Schichtenverhältnisse

Am Standort liegen näherungsweise einheitliche Baugrundverhältnisse vor.

Unter einer **Waldbodenschicht** mit Dicken bis 0,15 m steht im Allgemeinen **pleistozäner Gehängeschutt** (Kies und Steine, schluffig, sandig mit Blöcken) bis 1,0 m bzw. 1,3 m Tiefe an. Darunter lagert der **bankig-verwitterte/entfestigte bis angewitterte Fels**

(Teplitzer Quarzporphyr) bis zu den Erkundungsendtiefen.

Vereinzelte wurde in Schurf 2 unter dem Waldboden **pleistozäner Gehängelehm** (Schluff, tonig, feinsandig, stark kiesig) angetroffen.

Grundsätzlich ist die Felsoberfläche nicht eben; örtlich können Felsauftragungen und Felssenkungen auftreten.



Abb: 3: Herstellung Schurf 4



Abb: 4: Schurf 1. Versickerungsprüfung SV 1 auf der Schurfsohle

3.5 Boden- und Felseigenschaften

Die Boden- und Felseigenschaften sind in Tabelle 1 dargestellt. Organoleptisch wurden keine Bodenkontaminationen festgestellt.

Tabelle 1: Boden- und Felseigenschaften

Boden- und Felsart (geologische Bezeichnung)	Boden- und Felseigenschaften
Sand, schluffig, kiesig, organisch-humos (Waldboden, holozän)	<ul style="list-style-type: none"> – Lagerungsdichte locker (Erfahrungswert) – frostempfindlich (F 3) – enthält starke humos-organische Beimengungen
Schluff, tonig, feinsandig, kiesig (Gehängelehm, pleistozän)	<ul style="list-style-type: none"> – steifplastische Konsistenz (Schätzwert) – frostempfindlich (F 3)
Grobkies bis Steine, schwach schluffig, sandig mit Blöcken (Gehängeschutt, pleistozän)	<ul style="list-style-type: none"> – mitteldicht bis überwiegend dicht gelagert (Erfahrungswert) – frostempfindlich (F 2) – enthält lokal Hohlräume
Teplitzer Quarzporphyr (paläozoischer Fels, entfestigt - angewittert)	<ul style="list-style-type: none"> – bankige Verwitterung – Klüfte überwiegend verlehmt – sehr dicht gelagert (Erfahrungswert) – frostempfindlich (F 2)

3.6 Grund- und Schichtenwasserverhältnisse

Während der Erkundungsarbeiten im Oktober 2018 wurde in den Schürfen kein Grund- bzw. Schichtenwasser angetroffen. Der Zeitraum der Erkundung lag in dem extrem trockenen Jahr 2018 mit extrem geringen Niederschlägen.

Am Standort ist im baugrundrelevanten Tiefenbereich kein geschlossener Grundwasserspiegel vorhanden. Im Kluftsystem des Festgesteins kann Kluftwasser zirkulieren.

In Abhängigkeit von der Jahreszeit und intensiven Niederschlägen kann im gesamten Baugrundbereich (auf dem Gehängelehm sowie auf der Felsoberfläche) lokal **Schichten- und Stauwasser** auftreten.

3.7 Abfallrechtliche Eigenschaften der Böden und Materialien

Vereinbarungsgemäß wurden keine abfallrechtlichen Untersuchungen nach LAGA-TR Boden (2004) durchgeführt.

3.8 Versickerungsverhältnisse

3.8.1 Durchführung der Versickerungsversuche

Die Durchführung der in situ-Versickerungsversuche SV 1 – SV 4 erfolgte in bzw. auf den Schurfsohlen der vier Baggerschürfe (Lage siehe Anlage A 2). Es wurden Versickerungsversuche mit konstanter Druckhöhe (open-end-Test) durchgeführt, bei denen die zugegebene Wassermenge über die Zeit gemessen wird.

Anhand der Abmessungen der Mulde, der Versickerungszeit und der zugegebenen Wassermenge lässt sich die Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes, die durch den Durchlässigkeitsbeiwert k_f (m/s) charakterisiert wird, näherungsweise rechnerisch ermitteln.

3.8.2 Angaben zur Durchlässigkeit

Die rechnerische Auswertung der open-end-Tests erfolgte für den klüftigen Fels in Anlehnung an LANGGUTH/VOIGT /U 9/ und ergab folgende Durchlässigkeitsbeiwerte k_f (Tabelle 2, vgl. auch Anlage A 5):

Tabelle 2: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Sickerversuch	Wasserdurchlässigkeit
SV 1 (Schurf 1, Felszone ab 1,3 m unter GOK)	$K_f \approx 4,0 * 10^{-5} \text{ m/s}$
SV 2 (Schurf 2, Felszone ab 1,0 m unter GOK)	$K_f \approx 2,5 * 10^{-5} \text{ m/s}$
SV 3 (Schurf 3, Felszone ab 1,0 m unter GOK)	$K_f \approx 1,1 * 10^{-5} \text{ m/s}$
SV 4 (Schurf 4, Felszone ab 1,6 m unter GOK)	$K_f \approx 8,1 * 10^{-6} \text{ m/s}$

Der anstehende klüftige Fels (entfestigter/verwitterter bis angewitterter Quarzporphyr) unterhalb von ca. 1,0 m bzw. 1,6 m Tiefe besitzt eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit. Nach DIN 18130 (Tabelle 1) liegt der Wert im Bereich der ausreichend durchlässigen „Böden“.

4 Bodenklassifikation, Homogenbereiche und Bodenkennwerte

Die bisher übliche Einteilung in Boden- und Felsklassen (DIN 18300) und Bohrbarkeitsgruppen (DIN 18301) sowie weitere ATV- Normen der VOB/C 2012 wurden in der VOB/C 2016 durch die sogenannten **Homogenbereiche** ersetzt.

In Tabelle 3 sind die Bodenklassen und Bohrbarkeitsgruppen der VOB/C 2012 (informativ) und in Tabelle 4 die Homogenbereiche für DIN 18300 und DIN 18301 nach VOB/C 2016 dargestellt. Die Abrasivität wurde aufgrund der aufwändigen Laborprüfung nicht untersucht, kann jedoch bei Bedarf im Zusammenhang mit einer gesonderten Probenahme nachgeholt werden.

Tabelle 3: Bodenklassifikation VOB C/2012 und DIN 18196

Boden- und Felsart (geologische Bezeichnung)	Bodenklasse nach DIN 18300	Bohrbarkeitsgruppe nach DIN 18301	Gruppensymbol nach DIN 18196
Sand, schluffig, kiesig, organisch-humos (Waldboden, holozän)	1 ²⁾	BN 2	OH
Schluff, tonig, feinsandig, kiesig (Gehängelehm, pleistozän)	3 – 4 ²⁾	BB 2	UL, TL
Grobkies bis Steine, schwach schluffig, sandig mit Blöcken (Gehängeschutt, pleistozän)	5, überwiegend 6 und vereinzelt 7	BN 1, BN 2, vereinzelt FV 1	GU, GW, X, Y
Teplitzer Quarzporphyr (paläozoischer Fels, entfestigt - angewittert)	7	FV 1 – FV 3, FD 1 - FD 2	X, Y

SU*/GU* = Sand/Kies mit Feinkorngehalt > 15 % bis 30 %

²⁾ Der Abbruch von Stubben ist ggf. gesondert zu vereinbaren.

Tabelle 4: Einteilung in Homogenbereiche nach VOB C/2015

Boden- und Felsart (geolog. Bezeichnung)	Homogenbereich HB	KV siehe Anlage	Massenanteil > 63 mm	Eigenschaften bindige Böden (I _c , w)	Eigenschaften nichtbindige Böden (D, A)
Sand, schluffig, kiesig, organisch-humos (Waldboden, holozän)	HB 1	n.b.	< 5 % ¹⁾²⁾	-	-
Schluff, tonig, feinsandig, kiesig (Gehängelehm, pleistozän)	HB 2	n.b.	< 10 % ²⁾	w = 15 % ²⁾ 0,75 < I _c < 1,0 ²⁾	-
Grobkies bis Steine, schwach schluffig, sandig mit Blöcken (Gehängeschutt, pleistozän)	HB 3	n.b.	> 80 % ²⁾	-	mitteldicht bis dicht (D > 0,4) ²⁾
Teplitzer Quarzporphyr (paläozoischer Fels, entfestigt - angewittert)	HB 4	<u>Eigenschaften Fels:</u> verfärbt, nicht veränderlich Druckfestigkeit, einaxial: 5 - 20 MPa ²⁾ Trennflächen: nicht erkennbar, k.A. Abrasivität: k.A.			

KV ... Korngrößenverteilung

w ... Wassergehalt

A ... Abrasivität (LAK-Wert)

V_{gl} ... Glühverlust

I_c ... Konsistenzzahl

n.b. ... nicht bestimmt

D ... Lagerungsdichte

¹⁾ Der Abbruch von unterirdischen Bauwerken (Altfundamente u.a.) ist ggf. gesondert zu vereinbaren.

²⁾ Schätzwert

Den anstehenden Baugrundsichten können die bodenmechanischen Kennwerte, die charakteristischen Werten entsprechen, nach Tabelle 5 zugeordnet werden.

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkenwerte der Baugrundsichten

Boden- und Felsart (geologische Bezeichnung)	wirksamer Reibungs- winkel $\varphi_{k'}$ [°]	wirksame Kohäsion c'_k [kN/m ²]	natürliche Rohwichte $\gamma_{n,k}$ [kN/m ³]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Sand, schluffig, kiesig, organisch-humos (Waldboden, holozän)	25	(0)	(14)	-
Schluff, tonig, feinsandig, kiesig (Gehängelehm, pleistozän)	27	8	19	12 - 16
Grobkies bis Steine, schwach schluffig, sandig mit Blöcken (Gehängeschutt, pleistozän)	38	(3)	20 - 21	50
Teplitzer Quarzporphyr (paläozoischer Fels, entfestigt - angewittert)	40	-	22	entfest.: 150 angew.: 250

Klammerwerte () gelten nur zur Abschätzung und sind nicht für die Bemessung zu verwenden.

5 Erste Schlussfolgerungen

5.1 Allgemeines

Der Standort ist für die geplanten Baumaßnahmen einschließlich einer Versickerung grundsätzlich geeignet. Die vorgesehene Versickerung von Niederschlagswasser kann auf dem gesamten Grundstück durchgeführt werden.

Es ist mit erhöhtem Bau- und Gründungsaufwand (Versickerungsanlagen, Wohnhaus mit Keller) zu rechnen:

- Allgemein gilt: örtlich umfangreiche Felsabbruchmaßnahmen bzw. Anordnung eines Gründungspolsters zur Herstellung einer näherungsweise ebenen Baugrubensohle erforderlich (Wohnhaus mit Keller)
- Gründung WH mit Fundament-/Bodenplatte: Anordnung eines frostsicheren Gründungspolsters zur Egalisierung der voraussichtlich unebenen Gehängeschutt- bzw. Felsoberfläche bei nichtunterkellertem sowie unterkellertem Gebäude
- Gründung WH mit Streifenfundamenten: Grundsätzliche Gründung auf dem bankig-verwitterten/entfestigten bis angewitterten Fels; dadurch örtliche Tiefergründungen im südlichen Gebäudeabschnitt bis ca. 1,0/1,6 m bei nichtunterkellertem Gebäude
- Schutzmaßnahmen gegen Stau- und Schichtenwasser (W2.1-E) an unterirdischen Bauwerken
- Versickerung von Niederschlagswasser über Mulden, Muldenrigolen bzw. Füllkörperrigolen (Vorzugsvarianten) bzw. über Sickerschächte

5.2 Gründungsschichten

Tabelle 6: Eignung der Boden- und Felsschichten für die Gründung

Boden- und Felsart (geologische Bezeichnung)	Eignung
Sand, schluffig, kiesig, organisch-humos (Waldboden, holozän)	– ungeeignet für jegliche Gründung
Schluff, tonig, feinsandig, kiesig (Gehängelehm, pleistozän)	– ungeeignet für die Gründung der Haupttragkonstruktion
Grobkies bis Steine, schwach schluffig, sandig mit Blöcken (Gehängeschutt, pleistozän)	– grundsätzlich geeignet für die Gründung unter Beachtung örtlich festgestellter Hohlräume
Teplitzer Quarzporphyr (paläozoischer Fels, entfestigt - angewittert)	– geeignet für die Gründung

5.3 Gründungsmaßnahmen

5.3.1 Allgemeines

Es gelten folgende allgemeine Anforderungen an **einen Teilbodenaustausch / ein Gründungspolster**:

Als Material können mineralische Böden (Kies mit Ungleichförmigkeitsgrad $C_u > 7$, mineralische Brechkornmische z.B. Frostschutz- oder Schottertragschicht 0 – 45 mm oder 0 – 56 mm) oder klassifiziertes Betonrecyclingmaterial mit Zertifikat nach der LA-GA-TR (max. Z 1.2) sowie nach der Korngrößenverteilung eingesetzt werden.

Unter bestimmten Voraussetzungen kann das Aushubmaterial (= entfestigter/verwitterter Fels) als Polstermaterial verwendet werden; vgl. Abschnitt 6.3.

Vor dem Einbau ist die Sohle mit geeigneten Geräten nachzuverdichten (gilt nur im Gehängeschutt sowie im stark entfestigten Fels) oder händisch bzw. mit kleinen Lösegeräten (Kleinbagger) zu beräumen (entfestigter bis angewitterter Fels).

Ungeeignete Böden bzw. Materialien sowie entfestigte und aufgelockerte oder aufgeweichte Böden sind zu entfernen und durch geeignetes Bodenaustauschmaterial zu ersetzen. Hierzu zählen auch nicht vorhersehbare Störungen im Untergrund wie Brunnen, alte Gruben und ggf. Bombentrichter, die durch die punktförmige Erkundung verfehlt bzw. nicht erkannt und erst im Zusammenhang mit der Baugrubenabnahme sicher festgestellt werden können. Vgl. hierzu Abschnitt 6.

Der Auftrag von Lockergesteinen erfolgt lagenweise mit anschließender Verdichtung auf Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98 \%$. Dies entspricht näherungsweise einem Verformungsmodul $E_{V2} = 80 \text{ MN/m}^2$. Innerhalb der Bodenaustauschschicht ist ein Lastverteilungswinkel von 60° zu gewährleisten.

Örtlich erforderlicher Mehr- oder Minderaushub kann endgültig erst im Zuge der Ausschachtungsarbeiten festgelegt werden. **Zur Abnahme der Ausschachtungssohlen vgl. Abschnitt 6.**

Für die Abtreppung von Gründungskörpern in dem anstehenden entfestigten/verwitterten bzw. angewitterten Fels gilt ein Winkel von 45° . Steilere Abtreppungen erfordern die Berücksichtigung von Erddrücken aus höherliegenden Bauwerken.

5.3.2 Wohnhaus

Das nichtunterkellerte Wohnhaus kann wahlweise mit Streifen- sowie Einzelfundamenten (Variante a = **Vorzugsvariante**) bzw. mit einer Fundament- bzw. Bodenplatte (Variante b) gegründet werden. Ein unterkellertes Wohngebäude ist vorzugsweise mit einer Fundament- bzw. Bodenplatte zu gründen.

Die Schichtoberfläche des ausreichend tragfähigen Fels und der in südliche Richtung stark geneigten Felsoberfläche (entfestigter bis angewitterter Fels/Quarzporphyr) steht voraussichtlich in Tiefen von 1,0 m bis 1,6 m unter GOK an.

In Abhängigkeit von der Gründungsart (Streifenfundament/Einzelfundament oder Flächengründung mit Fundamentplatte) sind folgende Maßnahmen auszuführen:

a) Gründung mit Streifen- und Einzelfundamenten

Die Streifen- bzw. lokal Einzelfundamente werden bis auf den tragfähigen und mindestens bankig-entfestigten/verwitterten bis angewitterten Fels geführt. Die Einzelfundamente können aufgrund der angetroffenen Verhältnisse auch als sog. Brunnengründung ausgeführt werden.

b) Flächengründung mit Fundamentplatte

Da erfahrungsgemäß die im Fels liegende Gründungssohle nicht fachgerecht eben hergestellt werden kann, ist der entfestigte/angewitterte Fels mindestens 0,3 m tiefer abzubrechen und danach durch ein Gründungspolster (Teilbodenaustausch) zu egalisieren.

Endgültige Angaben zur tatsächlichen Ausschachtungstiefe und zum Umfang der Bodenaustauschmaßnahmen können erst während der Ausschachtungsarbeiten erfolgen; vgl. hierzu Abschnitt 6.

5.4 Angaben zur Bemessung der Gebäudegründung

Im Lockergestein ist eine Mindesteinbindetiefe von 1,0 m zu gewährleisten. Im Festgestein (Quarzporphyr) ist eine Einbindetiefe von 0,5 m (0,3 m) ausreichend.

Fundamente können über den Nachweis der Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 und des Setzungsverhaltens nach DIN 4019 bemessen werden. Maßgebend hierfür sind die bodenmechanischen Kennwerte entsprechend Abschnitt 4.

Variante a: Gründung mit Streifenfundamenten (gilt grundsätzlich auch für Einzelfundamente sowie Brunnenfundamente)

Eine Fundamentbemessung kann über die Bemessungswerte der Sohlwiderstände $\sigma_{R,d}$ nach EC 7-1 bzw. aufnehmbare Sohlrücke σ_{zul} (zulässige Bodenpressung) nach DIN 1054:2005 durchgeführt werden. In Anlehnung an die o.g. Normen gelten für lotrecht und mittig belastete Streifenfundamente sowie Einzelfundamente auf dem entfestigten/verwitterten sowie angewitterten Fels folgende Werte:

**Streifenfundamente $b = 0,5 - 1,5$ m: $\sigma_{R,d} = 1.400$ kN/m² bzw. $\sigma_{zul} = 1.000$ kN/m²
(gilt analog Einzelfundamente sowie Brunnenfundamente)**

Erläuterung: Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ nach Normenhandbuch EC 7-1 entspricht nicht den aufnehmbaren Sohldrücken σ_{zul} nach der nicht mehr gültigen DIN 1054:2005-01. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ergibt sich aus der Formel:

$$\sigma_{R,d} = \sigma_{zul} * 1,4$$

Für den Nachweis ist der Bemessungswert des Sohlwiderstandes dem Bemessungswert der Einwirkung gegenüberzustellen.

Variante b: Flächengründung (Fundament- bzw. Bodenplatte)

Für die Flächengründung kann die Bemessung der Platte nach dem Bettungsmodulverfahren vorgenommen werden. Bei diesem Verfahren ist vorerst eine Setzungsbeziehung im kennzeichnenden Punkt für eine mittlere Gebäudelast durchzuführen. Der Bettungsmodul ist unter Verwendung der Beziehung $k_s = \sigma_0 / s$ zu ermitteln.

Bei der Bemessung der Fundamentplatte nach dem Steifemodulverfahren können die entsprechenden Kennwerte aus der Tabelle (vgl. Abschnitt 4.) entnommen werden.

Orientierend kann für die Bemessung der Fundamentplatte, die auf einem Gründungspolster $d = 0,3$ m, welches dem entfestigten/verwitterten Fels aufliegt, gegründet wird, unter Berücksichtigung eines mittleren Sohldruckes (char. Bodenpressung) von 200 kN/m^2 folgender Bettungsmodul k_s verwendet werden:

- **unterer Grenzwert** $k_s = 40 \text{ MN/m}^3$
- **oberer Grenzwert** $k_s = 45 \text{ MN/m}^3$

Setzungsverhalten

Die Setzungen und Setzungsdifferenzen sind in den folgenden Größenordnungen zu erwarten:

- Fundamentplatte auf Gründungspolster $d = 0,3$ m, Sohldruck ca. 200 kN/m^2
=> Setzungen in der Größenordnung ≤ 5 mm
- Streifen- oder Einzelfundament auf angewittertem Fels => praktisch ohne Setzungen

Für fachgerecht hergestellten Bodenaustausch aus nichtbindigen Böden (sandiger Kies mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u > 7$, mineralische Brechkorngemische z.B. 0/45) kann ein Steifemodul von mindestens $E_s = 80 - 100 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Für Erddruckberechnungen können bei Verwendung nichtbindiger Böden wie z.B. Sande und kiesige Sande sowie Aushubmaterial (Gehängeschutt) folgende Kennwerte verwendet werden:

- Reibungswinkel $\varphi = 32^\circ$
- Rohwichte $\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$

5.5 Unterirdische Leitungen

Bei Einhaltung der Verlegetiefe für unterirdische Leitungen ist in der Leitungsgraben-
sohle mit folgenden Böden bzw. Fels zu rechnen:

- allgemein entfestigter/angewitterter Fels (alte Bodenklasse 7)
- stellenweise Gehängeschutt

Allgemeine Hinweise

Alle Felsarten und der Gehängeschutt sind als Gründungsschicht geeignet. Überwie-
gend ist Felsabbruch erforderlich.

Für die Verfüllung der **Leitungszone** (= Einbettung) sind verdichtungsfähige Böden mit
Größtkorn < 11 bzw. 20 mm einzubringen und auf $D_{Pr} > 97\%$ zu verdichten. Die anfal-
lenden Aushubmassen können dafür **nicht** verwendet werden. Vgl. Abschnitt 6.3.

Für die im Straßenbereich liegenden **Überschüttungen** der Leitungszone gelten die
Forderungen nach ZTVE-StB 09:

Tabelle 7: Mindestanforderungen für den Verdichtungsgrad von gemischt- und
feinkörnigen Bodenarten im Untergrund/Unterbau (nach ZTVE-StB 09)

Bereich	Bodenart	Verdichtungsgrad D_{Pr} in %
Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und bis 0,5 m bei Einschnitten	Grob- und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	100
1,0 m unter Planum bis Dammsohle	Grob- und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	98
Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	Fein- und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen GU*, GT*, SU*, ST*, U, T, OU, OT	97

Für die Überschüttungszone können die **beim Grabenaushub anfallenden Aushub-**
massen (Gehängeschutt sowie bankig-entfestigter bis angewitterter Fels) ohne beson-
dere Maßnahmen (Zerkleinerung in Brecheranlage) **nicht wiederverwendet** werden.
Kriterien für die Wiederverwendung sind, dass das Größtkorn ca. 10 – 15 cm Kanten-
länge nicht übersteigt.

5.6 Schutzmaßnahmen gegen Schichten- und Stauwasser

Für die erdberührten Bauteile gilt Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18533-1
(Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser). Alternativ können erdberührte Bauteile
als WU-Konstruktion (Beanspruchungsklasse 1 nach der WU-Richtlinie der DafStb)
oder als sog. Schwarze Wanne ausgeführt werden.

Ggf. in der Baugrubensohle angeschnittene Quellaustritte sind gesondert zu fassen und dauerhaftwirksam abzuleiten.

Ist eine Vorflut vorhanden und wird eine dauerwirksame Dränanlage nach DIN 4095 angeordnet, kann die Wassereinwirkungsklasse auf W1.2-E nach DIN 18533-1 (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser mit Dränung) reduziert werden. An den zukünftig im Erdreich liegenden Bauwerken sind Maßnahmen für eine vertikale Ableitung von Wasser bis zur Dränanlage vorzusehen (Dränmatten oder Dränsteine oder kombinierte Drän- und Dämmatten u.a.). Am Wandsockel ist bei Anwendung der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E mit Wassereinwirkungsklasse **W4-E** zu rechnen.

5.7 Versickerungstechnische Schlussfolgerungen

Der Standort ist für die geplante Versickerung geeignet. Es wird empfohlen, das anfallende Niederschlagswasser im Gehängeschutt bzw. im verwitterten/angewitterten Fels unterhalb

- ca. 0,2 m Tiefe (Gehängeschutt)
- ca. 1,0 – 1,6 m Tiefe (entfestigter/verwitterter bis angewitterter Fels)

zu versickern.

Für die Bemessung von dezentralen Versickerungsanlagen (Sickerschächte, Mulden, Muldenrigolen o.ä.) nach DWA-A 138 wird für den entfestigten/verwitterten Fels folgender Durchlässigkeitsbeiwert k_f empfohlen:

Bemessungswert	$K_f = 1,0 - 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
-----------------------	---

Aufgrund der Erfahrung bei der geotechnischen Aufnahme der Schürfe sowie bei der Durchführung der Versickerungsversuche ist im Gehängeschutt tendentiell von einem betragsmäßig nur gering höheren Durchlässigkeitsbeiwert k_f auszugehen.

Es wird empfohlen, Niederschlagswasser über Mulden oder Muldenrigolen bzw. Kombinationen davon (z.B. hangparallele Rohrrigolen) zu versickern. Ggf. kann Niederschlagswasser über Sickerschächte versickert werden.

Die Versickerungssohlen sollten aufgrund der o.g. Problematik (Vorhandensein eines verlehnten Kluftsystems, örtlich Gehängelehm angetroffen) vom unterzeichnenden geotechnischen Sachverständigen abgenommen werden. Vgl. Abschnitt 6.

Bei einer fachgerechten Ausführung der o.g. Versickerungsanlagen kann eine ungünstige Beeinträchtigung der geländemäßig tiefer liegenden Anrainer im Südteil des Flurstückes ausgeschlossen werden.

6 Hinweise für die Bauausführung

6.1 Wasserhaltung

Es ist sicherheitshalber eine offene Wasserhaltung bereitzustellen. Lokal sich stauendes Niederschlags-, Schichten- und Stauwasser ist zügig abzupumpen.

6.2 Baugrubenherstellung und Böschungen

Lokal werden bei der Baugrubenherstellung sowie überwiegend bei der Fundamentgrubenherstellung Felsabbruchmaßnahmen der (alten) Bodenklasse BK 7 notwendig.

Grundsätzlich sind in der Baugrubensohle lagernde ggf. anthropogen aufgefüllte bzw. aufgelockerte / entfestigte Böden zu entfernen und durch geeignete verdichtungsfähige Böden bzw. Beton zu ersetzen.

Offene Baugruben mit Tiefen > 1,25 m können unter Beachtung der DIN 4124 unter 50° (Gehängeschutt) bzw. 60°– 75° (entfestigter bis angewitterter Fels) angelegt werden, soweit dies örtliche Verhältnisse zulassen.

6.3 Wiederverwendung der Aushubmassen

Für die beim Baugrubenaushub anfallenden Böden gilt:

- **Waldboden** ist gesondert abzutragen und für eine Wiederandeckung gesondert zu lagern.
- **Gehängeschutt** ist überwiegend ohne eine fachgerechte Zerkleinerung und Fraktionierung (Brecheranlage) nicht wiederverwendbar.
- **Verwitterter/entfestigter und angewitterter Fels** ist ohne eine fachgerechte Zerkleinerung und Fraktionierung (Brecheranlage) nicht wiederverwendbar.

6.4 Angaben und Hinweise zur Bauausführung von Versickerungsanlagen

Für die Bauausführung von dezentralen Versickerungsanlagen sind die Vorgaben der DWA-A 138 zu berücksichtigen.

Rigolen:

Folgende Hinweise sind unbedingt zu beachten:

1. Bei der Bauausführung sollte ein Abstand zwischen Rigole und nichtunterkellerten Gebäuden von **mindestens 2,0 m** eingehalten werden.
2. Die Rigolen sind mit einem Filtervlies zu ummanteln.
3. Bei Rigolen bzw. Rohr-Rigolen mit unterirdischer Zuleitung sollte stets eine Absetzeinrichtung (z. B. Schacht) vorgeschaltet werden. Um Spülgut entnehmen zu können, ist grundsätzlich ein Spülschacht am Ende der Rigole bzw. Rohr-Rigole anzuordnen.

Mulden:

1. Anthropogene Auffüllungen dürfen nicht durchsickert werden.
2. Bei der Bauausführung sollte ein Abstand zwischen Mulde und nichtunterkellerten Gebäuden von **mindestens 5,0 m** eingehalten werden.
3. Im Muldenbereich ist eine Oberbodenschicht $\geq 0,1$ m vorzusehen.
4. Ggf. nötiger Bodenaustausch muss mit ausreichend wasserdurchlässigen Böden erfolgen.

Mulden-Rigolen-Element:

1. Anthropogene Auffüllungen dürfen nicht durchsickert werden.
2. Bei der Bauausführung sollte ein Abstand zwischen Mulde und nichtunterkellerten Gebäuden von **mindestens 5,0 m** eingehalten werden.
3. Im Muldenbereich ist eine Oberbodenschicht $\geq 0,1$ m vorzusehen.
4. Die Rigolen sind mit einem Filtervlies zu ummanteln.
5. Ggf. nötiger Bodenaustausch muss mit ausreichend durchlässigen Böden erfolgen.

6.5 Sonstiges

Vor Beginn der Baumaßnahme sind ggf. vorhandene unterirdische Ver- und Entsorgungsleitungen außerhalb des Baugeländes zu verlegen.

An den umliegenden bzw. angrenzenden Bauwerken (öffentliche Straßen, Wege), die durch die Baumaßnahme tangiert werden, sind **Beweissicherungen** vorzunehmen.

Zur Rammpbarkeit der Böden gelten zusammenfassend folgende Angaben:

- Waldbodenschicht: leicht rammpbar
- Gehängeschutt: sehr schwer bis nicht rammpbar
- entfestigter und angewitterter Fels: nicht rammpbar

6.6 Bau- bzw. Fundamentgrubenabnahme

Zur Festlegung von notwendigen Gründungspolsterdicken, Bodenaustauschmaßnahmen, Felsabbruchmaßnahmen, Gründungstiefen und Versickerungssohlen ist es erforderlich, die Bau- und Fundamentgrubensohlen sowie Polstersohlen vom unterzeichnenden geotechnischen Sachverständigen abnehmen zu lassen. Der Unterzeichnende ist hierfür gesondert zu beauftragen.

7 Schlussbemerkungen

Das vorliegende **Baugrundgutachten zur Voruntersuchung** wurde anhand der Untersuchungsergebnisse (Anlagen) und der unter Abschnitt 1. genannten Unterlagen erarbeitet und ist für die Planung der o.g. Baumaßnahme zugelassen. Jegliche den Baugrund tangierende Planungsänderungen (Last- und/oder Lageänderungen, höhenmäßige Einordnung etc.) bedürfen der Neubetrachtung durch den Unterzeichnenden.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass mit der Anzahl der Aufschlüsse nur eine stichprobenhafte Erkundung des Standortes vorgenommen werden konnte. Dies ermöglicht für die umliegenden Bereiche Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen, schließt jedoch Abweichungen nicht aus. Aus diesem Grund sowie zur Minimierung des Baugrundrisikos wird eine geotechnische Fachbaubegleitung dringend empfohlen. Bei der Durchführung der Baumaßnahme sind alle gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien (DIN, ZTVE, DWA, etc.) zu beachten.

Für weitere Fragen stehe ich gern zur Verfügung.



Dipl.-Ing. Wolfgang Köbsch

Dipl.-Ing. für Geotechnik
Sachverständiger für Geotechnik
Beratender Ingenieur