

Anlage 3

**Ergebnisbericht Baugrunduntersuchung: Stollberg
– Wohngebiet „Am Wischberg“, Erschließung
(Ingenieurbüro Eckert GmbH vom 15.07.2020)**

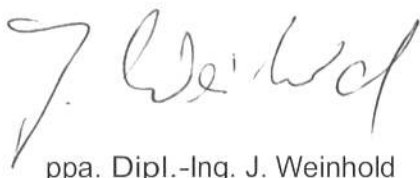
Johann Haus Unternehmergeinschaft
 Hohensteiner Straße 1
 09366 Stollberg

Chemnitz, 15. Juli 2020

Ergebnisbericht Baugrunduntersuchung

Reg.-Nr. / Proj.-Nr.	09366 – 107	23643 / 28587
Bauherr		
Bauvorhaben	Stollberg – Wohngebiet "Am Wischberg" Erschließung	

Untersuchungsstufe : Hauptuntersuchung
 Geotechnische Kategorie : vor / nach der Erkundung: GK 2
 Bearbeiter : Dipl.-Ing. J. Weinhold
 Tel.: 0371 53012-14 / E-Mail: weinhold@eckert-chemnitz.de
 Inhalt : 18 Seiten Text
 5 Anlagen mit 33 Blatt



ppa. Dipl.-Ing. J. Weinhold
 - ö.b.u.v. Sachverständiger (IK Sachsen)
 für Baugrunduntersuchungen und Gründungen



Inhaltsverzeichnis

Anlageverzeichnis	2
Verzeichnis der verwendeten Unterlagen	3
1 Aufgabenstellung und durchgeführte Untersuchungen	4
2 Feststellungen	6
2.1 Standort	6
2.2 Erkundungsergebnisse	7
2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse	7
2.2.2 Baugrund	7
2.3 Laborergebnisse – Bodenmechanik	8
2.4 Hydrogeologische Verhältnisse	9
2.5 Besonderheiten	9
2.6 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung	10
3 Schlussfolgerungen / Empfehlungen und Hinweise	11
3.1 Allgemeine Einschätzung	11
3.1.1 Bau von Ver- und Entsorgungsleitungen	11
3.1.2 Ausbau der Verkehrsflächen	12
3.2 Bodenmechanische Kennwerte	13
3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)	13
3.4 Wasserhaltung	15
3.5 Böschungen / Verbau	16
3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushubstoffe	17
4 Abschließende Bemerkungen	18

Anlageverzeichnis

1.1		Lageplan mit Aufschlussansatzpunkten	Maßstab 1 :	500
1.2	bis 1.4	Idealisierte Ingenieurgeologische Schnitte	Maßstab 1 :	250 / 50
2.1	bis 2.11	Schichtenprofile der Rammkernsondierung (RKS)	Maßstab 1 :	20
3	3 Blatt	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4, einschließlich Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1		
4	11 Blatt	Fotodokumentation der Aufschlüsse vor Ort		
5.1	1 Blatt	Auskunft aus dem Sächsischem Altlastenkataster (SALKA)		
5.2	1 Blatt	Gefahrenereinschätzung Kampfmittel		
5.3	2 Blatt	Stellungnahme Altbergbau		

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- / 1 / Johann Haus Unternehmergeinschaft
Aufgabenstellung und Anfrage zur Angebotsabgabe, 28.11.2019
- / 2 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH
Vertragsangebot Nr.: 23643 / 28587, 05.12.2019
- / 3 / Johann Haus Unternehmergeinschaft
Auftrag, 17.03.2020
- / 4 / Öffentliche Versorgungsträger, 19.03. – 27.04.2020
Leitungsbestandspläne / Erlaubnisscheine für Erdarbeiten bzw. Aufgrabungen
- / 5 / Landratsamt Erzgebirgskreis, Abteilung 3 – Umwelt, Verkehr und Sicherheit,
Referat Umwelt und Forst, SG Abfallrecht/Altlasten/Bodenschutz, 24.03.2020
- Auskunft aus dem Sächsischen Altlastenkataster (SALKA)
- / 6 / Große Kreisstadt Stollberg, Verwaltungsgemeinschaft Stollberg-Niederdorf,
Geschäftsbereich der Beigeordneten Bau-/Ordnungsamt, 31.03.2020
- Gefahreinschätzung Kampfmittel
- / 7 / Sächsisches Oberbergamt, 02.04.2020
- Stellungnahme zu Bergbauberechtigung; Altbergbau, Hohlraumgebiete
- / 8 / Johann Haus Unternehmergeinschaft, 06.05.2020
Lage- und Höhenplan (dwg- und pdf-Datei) Maßstab 1 : 500
- / 9 / Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen
Blatt 113 / Stollberg – Lugau Maßstab 1 : 250
- / 10 / Landesvermessungsamt Sachsen – Topographische Karte
Blatt 5242 / Stollberg (Erzgebirge) Maßstab 1 : 25.000
- / 11 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH
Erkundungsarbeiten vor Ort, 11.05.2020
- / 12 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH, 14. – 20.05.2020
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4, einschließlich
der natürlichen Wassergehalte nach DIN EN ISO EN ISO 17892-1
- / 13 / Sächsisches Oberbergamt, interaktive Karte, Abruf 13.07.2020
Sächsische Hohlraumkarte
- / 14 / LfULG Sachsen, interaktive Karten, Abruf 13.07.2020
Schutzgebiete in Sachsen
FFH und SPA-Gebiete in Sachsen
Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Sachsen
- / 15 / Helmholtz-Zentrum Potsdam / Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
interaktive Karte mit Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen, 13.07.2020
- / 16 / Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
Richtlinien und Merkblätter zum Straßenbau
- / 17 / büroeeigenes Archiv / DIN

1 Aufgabenstellung und durchgeführte Untersuchungen

Aufgabenstellung

Die Johann Haus Unternehmergeellschaft plant in Stollberg, Ortsteil Hoheneck die Erschließung des Wohngebietes „Am Wischberg“. Weitere Angaben zu den Erschließungsarbeiten, wie Lage der Verkehrsflächen, Tiefe der Rohrgräben, etc. lagen dem Unterzeichner nicht vor.

In Vorbereitung der weiteren Planung bestand die Aufgabe, auf dem Baufeld eine übersichtliche Baugrunduntersuchung vorzunehmen und allgemeingültige geotechnische Schlussfolgerungen zu erarbeiten. Abfallchemische Analysen an den anstehenden Böden war nicht Vertragsgegenstand.

Gemäß der Aufgabenstellung soll der geotechnische Bericht folgende maßgebende Angaben beinhalten.

- Auswertung der Aufschlussergebnisse (DIN EN ISO 14688 / DIN EN ISO 14689)
- Dokumentation der Aufschlüsse (DIN 4023)
- Erstellung maßgebender Idealisierter Ingenieurgeologischer Schnitte mit Angaben zur Schichtfolge (Baugrundmodell) und möglichen Grundwasserständen
- Klassifikation der Baugrundsichten nach DIN 18196 / DIN 18300
- Angaben zu Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 17
- Aussagen zu möglichen Verdachtsflächen (Altablagerungen, Müll, Kampfmittel, Hohlräume durch Altbergbau, etc.)
- allgemeine Aussagen zur Tragfähigkeit im Rohrgraben
- allgemeine Angaben zu Tragfähigkeit auf geplantem Verkehrsplanum
- Angabe maßgebender geotechnischer Bemessungskennwerte
- allgemeine Hinweise zu Erd- und Tiefbauarbeiten
- Eignung der Aushubmassen als Baustoff

Für die Erkundung wurde durch den Unterzeichner folgender Umfang empfohlen und durch den AG beauftragt:

- 11 Rammkernsondierungen (RKS), Teufe 3,50 m, einschl. Probenentnahme
- Einmessen der Aufschlüsse nach Lage und Höhe

Die Aufschlüsse waren mittels Feldansprache nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien zu dokumentieren. Zur genaueren Bestimmung der einzelnen Böden waren folgende Laboranalysen vereinbart:

- 4 x Bestimmung der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- 2 x Bestimmung der Zustandsgrenzen DIN 18122-1
- 8 x Bestimmung des Natürlichen Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1

Durchgeführte Untersuchungen

Nach Beauftragung durch den Bauherrn und Vorlage aller Unterlagen wurden die Feldarbeiten vor Ort am 11.05.2020 durch die Ingenieurbüro Eckert GmbH ausgeführt.

Vertragsgemäß wurden 11 Rammkernsondierung (RKS) abgeteuft. Infolge des oberflächennah anstehenden Felshorizontes mussten die Aufschlüsse in den jeweiligen Endteufen abgebrochen werden, was in den Schichtenprofilen (⇒ Anlage 2) mit „kein weiteres sondieren mögl!“ dokumentiert wurde.

Alle Aufschlüsse wurden vor Ort mittels Feldansprache nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen, sowie in Schichtenverzeichnissen dokumentiert (⇒ Anlage 2).

Weiter erfolgte vor Ort das georeferenzierte Einmessen (GPS) aller Aufschlussansatzpunkte. Die genaue Lage der einzelnen Aufschlussansatzpunkte kann dem Lageplan (⇒ Anlagen 1.1) entnommen werden.

Lage- und Höhenplan:

Plan hergestellt: Vermessung Greim

Bezugssysteme: ETRS89_UTM33/ DHHN2016

Bezugssysteme IB Eckert:

ETRS89_UTM33/ DHHN92

Aufschluss	Ostwert	Nordwert	Höhe DHHN 92 gemessen	Höhe DHHN2016 berechnet
HS/RKS 1	33343768,25	5619682,53	464,91	464,93
HS/RKS 2	33343838,86	5619654,23	472,08	472,10
HS/RKS 3	33343901,08	5619627,07	478,69	478,71
HS/RKS 4	33343972,90	5619597,06	488,95	488,96
HS/RKS 5	33343780,96	5619610,61	463,65	463,67
HS/RKS 6	33343847,42	5619581,44	473,47	473,49
HS/RKS 7	33343916,89	5619558,52	483,55	483,57
HS/RKS 8	33343737,78	5619562,82	457,45	457,47
HS/RKS 9	33343777,76	5619538,21	463,47	463,48
HS/RKS 10	33343834,86	5619514,53	473,34	473,36
HS/RKS 11	33343899,26	5619503,41	480,05	480,06

Den Aufschlüssen wurden zahlreiche Einzelproben der anstehenden Bodenschichten entnommen. Nach nochmaliger Bemusterung im büroeigenen Labor wurden büroeigenen Labor des Unterzeichners folgende Laboruntersuchungen ausgeführt.

- 7 x Bestimmung der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4, einschließlich Bestimmung des Natürlichen Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1

Da alle Aufschlüsse zum Zeitpunkt der Erkundung frei von Wasseranschnitten waren, musste auf eine Laboranalyse auf betonaggressive Inhaltsstoffe verzichtet werden.

2 Feststellungen

2.1 Standort

Das Wohngebiet "Am Wischberg" liegt im Stollberger Ortsteil Hoheneck, östlich des Stadtzentrums.



Planvorlage: RAPIS – Raumplanungsinformationssystem (unmaßstäblich)
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2020

Geländebeschaffenheit : Hanglage
Geländennutzung : Wiese
Geländehöhe : ca. 460 ... 492 m DHHN2016

2.2 Erkundungsergebnisse

2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse

Der geplante Baustandort liegt regionalgeologisch in den kristallinen Schiefen des Erzgebirges. Im Untergrund steht ein Phyllit an, der lokal von Quarzit- oder Homblendeschiefen durchzogen wird.

Infolge von Verwitterungserscheinungen steht der Fels oberflächennah lockergesteinsähnlich zersetzt bzw. vollständig verwittert an. Mit zunehmender Teufe nimmt der Verwitterungsgrad rasch von stark über mäßig bis schwach verwittert ab und erreicht in größeren Teufen einen frischen Zustand.

Lokal aufragende, nahezu frische Felspartien können dabei ebenso, wie tektonische Störzonen mit tiefreichenden, zersetzten bis vollständig verwitterten Felspartien vorkommen.

Der Felshorizont wird am Standort durch eine meist geringmächtige pleistozäne bis holozäne Soliflukationsdecke, bestehend aus Hangschutt, sowie durch unterschiedliche, anthropogene Auffüllungen überlagert.

Zuoberst werden die Bodenschichten teilweise durch einen meist geringmächtigen Mutterboden abgedeckt.

2.2.2 Baugrund

In den Aufschlüssen wurden nachfolgend genannte Schichten erkundet:

Mutterboden

Bodengruppe:	OU – OH nach DIN 18196
Mächtigkeit (erkundet):	0,05 m bis 0,35 m

Auffüllungen

stark schluffiger, sandiger, teilweise schwach toniger Kies
(regionaltypischer Bodenaushub, Ziegelreste, meist mit Mutterboden vermischt)
erhöht wasserempfindlich

Lagerung:	locker bis mitteldicht
Konsistenz (bind. Anteil)	halbfest
Bodengruppe:	[GU*] nach DIN 18196
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3
Mächtigkeit (erkundet):	0,30 m bis 0,45 m

Hangschutt, meist verlehmt

stark schluffiger, ± grob- und mittelsandiger, teilweise schwach toniger Kies

stark schluffiger, stark kiesiger, schwach toniger Sand

erhöht wasserempfindlich

Lagerung: mitteldicht

Konsistenz (bind. Anteil) steif bis halbfest

Bodengruppe: GU* – SU* nach DIN 18196

Frostempfindlichkeitsklasse: F3

Mächtigkeit (erkundet); 0,20 m bis 1,25 m

Fels (Phyllit), zersetzt bis vollständig verwittert

stark bis schwach schluffiger, ± sandiger Kies

erhöht bis gering wasserempfindlich

Textur erkennbar

Lagerung: mitteldicht bis dicht

Bodengruppe: GU* – GU / GT nach DIN 18196

Frostempfindlichkeitsklasse: F3 – F2

Mächtigkeit (erkundet); 0,40 m bis 1,80 m

Fels (Phyllit), stark bis schwach verwittert, frisch

Mit Hilfe der RKS konnte meist der Übergang zum stark bis mäßig verwitterten Fels aufgeschlossen werden. Aus regionalen Erfahrungen nimmt der Verwitterungsgrad mit zunehmender Teufe rasch ab.

Weitere Einzelheiten zu Korngrößen, Schichtenaufbau, Konsistenz, Lagerungsdichte usw. sind den Anlagen 1.3 bis 1.5, der Anlage 2 bzw. den Anlagen 3.1 und 3.2 zu entnehmen.

2.3 Laborergebnisse – Bodenmechanik

Im büroeeigenen Labor des Unterzeichners erfolgte eine nochmalige organoleptische Bodenansprache, sowie das Teilen und Zusammenstellen maßgebender Einzelproben.

Die Probenbezeichnung kann den Anlagen 2 und die Laborergebnisse den Anlagen 3 entnommen werden.

Die erste Ziffer der Probenbezeichnung beschreibt dabei die Aufschlussnummer, während die zweite eine fortlaufende Nummerierung der Proben je Aufschluss darstellt.

Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 + nat. Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Proben	Ton [%]	Schluff [%]	Sand [%]	Kies [%]	Steine [%]	W _n [%]	k _f ¹⁾ [m/s]	Bodengruppe DIN EN ISO 17892-4
KV 1 (818) – 1/1 Auffüllung	3	23	29	45	--	11,7	8 • 10 ⁻⁷	GU*
KV 2 (819) – 11/2 Auffüllung	4	24	29	43	--	13,8	7 • 10 ⁻⁷	GU*
KV 3 (820) – 5/2 Hangschutt	32		30	38	--	16,9	1 • 10 ⁻⁷	SU*
KV 4 (821) – 5/3 Hangschutt	3	20	22	55	--	22,4	9 • 10 ⁻⁷	GU*
KV 5 (822) – 10/2 Hangschutt	2	22	19	57	--	7,2	8 • 10 ⁻⁷	GU*
KV 6 (823) – 2/3 Fels, zersetzt	1	19	21	59	--	7,0	3 • 10 ⁻⁶	GU*
KV 7 (824) – 11/4 Fels, zersetzt	2	14	18	66	--	8,0	5 • 10 ⁻⁶	GU*

1) - k_f – Wert nach Hazen, Beyer, Kaubisch, Seiler, USBR und Seelheim

2.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Offene Gewässer: Im Baufeld sind keine offenen Gewässer bekannt.

In den Aufschlüssen konnte zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten (11.05.2020) kein Wasser angeschnitten werden. Anhand der geologischen Verhältnisse und der Topographie des Baufeldes kann sich kein geschlossener GW-Horizont ausbilden. Lokal und temporär begrenzt kann jedoch Sicker- bzw. Schichtenwasser auftreten.

Die vorliegenden Erkundungsergebnisse stellen einen temporären Zustand dar und können folglich nicht als Bemessungswasserstand angesetzt werden.

2.5 Besonderheiten

Altbergbau

Nach der Unterlage /13/ liegt das Baufeld teilweise in einem Gebiet, in dem mit unterirdischen Hohlräumen gemäß § 2 Abs. 1 der Sächsischen Hohlraumverordnung (Sächs.HohlrVO) zu rechnen ist.

Gemäß der bergbaulichen Stellungnahme (⇒ Unterlage /7/) befindet sich das Baufeld in einem Gebiet, in dem bergbauliche Aktivitäten bekannt sind. Unmittelbar östlich des Baufeldes liegt ein ehemaliger Steinbruch, d.h. hier muss ein entsprechender Sicherheitsabstand zur Böschungsschulter eingehalten werden.

Andere Untergrundschwächen wie Auslaugungen und Verkarstungen sind auf Grund der geologischen Verhältnisse im Baubereich auszuschließen.

Schutzzonen

Nach der Unterlage /14/ liegt das Baufeld außerhalb von Schutzgebieten, sowie Trink- bzw. Heilswasserschutzgebieten.

Erdbeben

Nach der Unterlage /18/ und Anhang G zur Liste der eingeführten Technischen Baubestimmungen, veröffentlicht im Sächsischen Amtsblatt (Nr. 2/2014 vom 21.02.2014), ist für **Stollberg/E.** die **Erdbebenzone 0** maßgebend.

Altlasten

Entsprechend der Unterlage /5/ sind im Baufeld keine Altlastverdachtsflächen bekannt.

Abfall

Gemäß Auftragserteilung wurden an erkundeten Bodenschichten keine abfallchemische Laboranalysen ausgeführt. Sollte ein Abtransport von Aushubmassen vorgesehen werden, müssen derartige Analysen als Nachuntersuchung bzw. baubegleitend ausgeführt werden.

Wasserrecht

Im Rahmen der Baumaßnahmen ist kein Wasseranschnitt zu erwarten, so dass das Vorhaben keiner Wasserrechtlichen Erlaubnis nach Sächsischem Wassergesetz bzw. Wasserhaushaltsgesetz bedarf.

Für die Einleitung von Wässern aus der bauzeitlichen Wasserhaltung (z.B. temporäre Niederschläge, etc.) ist eine Einleitgenehmigung beim Eigentümer der Vorflut und/oder der zuständigen Unteren Wasserbehörde zu stellen.

Kampfmittel

Entsprechend der Unterlage /6/ sind im Baufeld keine Kampfmittelbelastungen bekannt.

2.6 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung

Es kann eingeschätzt werden, dass die durchgeführten Untersuchungen für die Bewältigung der Aufgabenstellung ausreichend sind.

3 Schlussfolgerungen / Empfehlungen und Hinweise

3.1 Allgemeine Einschätzung

3.1.1 Bau von Ver- und Entsorgungsleitungen

Rohrmaterial und -nennweite bzw. Lage der Rohrtrassen und Verlegetiefe der Leitungen sind dem Unterzeichner nicht bekannt.

Die Baugrundverhältnisse in den Grabensohlen werden abhängig von der endgültigen Verlegetiefe und der örtlichen Lage durch locker bis mitteldicht gelagerter Auffüllungen, mitteldicht gelagerter Hangschutt, mitteldicht bis dicht gelagerter, vollständig verwitterter Fels (Phyllit) bzw. stark bis schwach verwitterter Fels (Phyllit) bestimmt.

Die in den Grabensohlen zu erwartenden Baugrundverhältnisse weisen damit überwiegend eine ausreichende Tragfähigkeit auf. Lediglich lokal begrenzt aufgeweichte bzw. stark aufgelockerte Bodenpartien sind durch ein etwa 20 ... 25 cm mächtiges Kieselpolster aus Vorabsiebung regionaler Steinbrüche der Körnung 0/40 mm, mit einem Sand- und Feinkornanteil von 20 ... 35 M-% und einem Feinkornanteil von max. 12 ... 15 M-% im eingebauten Zustand bzw. einen etwa 15 ... 20 cm mächtigen Unterbeton zu ersetzen.

Insbesondere bei lokal zulaufenden Sicker-/Schichtenwasser in die Rohrgräben wird die Verwendung von Unterbeton empfohlen, da Mineralstoffgemische dann nicht mehr ausreichend verdichtet werden können.

Auf eine Nachverdichtung der Rohrgrabensohlen ist generell zu verzichten, da hierbei eher mit Auflockerungen bzw. Aufweichungen zu rechnen ist. Zum Rohrgrabenaushub sollte vorzugsweise eine Glattschaufel Verwendung finden, um die Rohrgrabensohle sauber und glatt abziehen zu können.

Beim Antreffen des stark bis schwach verwitterten Fels ist überwiegend die Verwendung einer Zahnschaufel, verbunden mit entsprechend leistungsfähiger Baggertechnik ausreichend. Teilweise sind auch künstliche Auflockerungen des Felshorizontes mittels Abbruchhammer, Felsfräse, Sprengen, etc. notwendig. Dabei ist zu beachten, dass sowohl das Trennflächengefüge im Fels als auch die Gesteinsfestigkeit maßgebende Parameter zum Einsatz der einzelnen Technologie sind.

Nach DIN EN 1610 liegt eine Bettungszone Typ 1 vor. Ein statischer Nachweis (Rohrstatik) ist, unter Annahme der verschiedenen Bedingungen, durchzuführen.

Zum Herstellen der unteren Bettungszone können, in Abhängigkeit der zu verlegenden Nennweiten (vgl. DIN EN 1610, Pkt. 5.3.1), Mineralstoffgemische verwendet werden. Bei der Verwendung von Kies-Sand-Gemischen mit Rundkorn muss der maximal zulässige Feinkornanteil unbedingt eingehalten werden.

Liegt die Grabensohle im Fels ist ggf. die untere Bettungsschicht zu verstärken, um Spannungsspitzen im zu verlegenden Rohrmaterial zu vermeiden.

3.1.2 Ausbau der Verkehrsflächen

Der Ausbau der Verkehrsflächen stellt eine einfache und wenig setzungsempfindliche Baumaßnahme dar. Der Baustandort liegt nach der Frostzonenkarte der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone III.

Der gesamte Straßenraum wird erfahrungsgemäß durch verschiedene Ver- und Entsorgungsleitungen, einschließlich der verfüllten Rohrgräben geprägt sein. Darüber hinaus ist teilweise eine Terrassierung der Verkehrsflächen infolge der vorhandenen Geländemorphologie zu erwarten.

Damit verbunden ist im Planum der Verkehrsflächen mit kurzräumig wechselnden Verhältnissen (z.B. Auffüllungen der Leitungsrabenverfüllungen, Auffüllungen der Terrassierung, Hangschutt, vollständig verwitterter Fels, stark bis schwach verwitterter Fels) zu rechnen.

Nach Einschätzung des Unterzeichners handelt es sich bei den Straßenzügen um Wohnstraßen bzw. Wohnwege, so dass nach RStO 12 eine Belastungsklasse Bk1.0 bzw. Bk0.3 angesetzt werden kann. Verbunden damit ist mit einem frostsicheren Oberbau zwischen 55 cm und 65 cm zu rechnen.

Voraussetzung für die Herstellung des Oberbaus ist im Planum eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MPa, welche in den zu erwartenden Baugrundsichten meist erfüllt wird.

Bei den Auffüllungen (Leitungsraben, Terrassierung, etc.) ist beim Einbau darauf zu achten, dass die Tragfähigkeitsanforderungen im Straßenplanum erfüllt werden.

Im Hangschutt bzw. dem vollständig verwitterten Fels ist abhängig vom Wassergehalt und damit der Konsistenz der bindigen Anteile, teilweise mit ungenügenden Tragfähigkeitsverhältnissen zu rechnen.

Hier sollte unter dem Planum zusätzlich ein etwa 20 ... 30 cm mächtiger Bodenaustausch mit einem gut abgestuften Mineralkorngemisch (z.B. Vorabsiebung regionaler Steinbrüche der Körnung 0/40 mm, mit einem Sand- und Feinkornanteil von 20 ... 35 M-% und einem Feinkornanteil von max. 12 ... 15 M-% im eingebauten Zustand) einkalkuliert werden.

Auf Grund der anstehenden Böden ist eine intensive, dynamische Nachverdichtung des Planums zu unterlassen, da durch die Zerstörung des Korngerüstes die Tragfähigkeit eher abnehmen würde. Ein statisches Abwalzen des Planums zum Schutz gegen eindringende Nässe ist hingegen anzuraten.

Vor dem Einbau des Oberbaus ist das Planum seitlich zu neigen, statisch glatt abzuwalzen und die Tragfähigkeit entsprechend den geforderten Verdichtungswerte (Verformungsmodul) der ZTV E-StB 17, mit geeigneten Prüfverfahren, wie statische Lastplatte und zusätzlich mittels Fallplatte, nachzuweisen.

3.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Werte in Ansatz gebracht werden:

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196	γ_n ¹⁾	φ'	c'	E_s	Frost- empf.
[--]	[--]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[--]
Auffüllungen (Bodenaushub, Ziegelreste, Mutterboden, etc.)	[GU*]	18 – 19	30 – 32	2 – 3	20 – 25	F 3
Hangschutt	GU* – SU*	19 – 20	31 – 32	4 – 5	25 – 35	F 3
Fels (Phyllit), zersetzt bis vollständig verwittert	GU* – GU / GT	20 – 21	33 – 35	5 – 7	35 – 55	F 3 – F 2
Fels (Phyllit), stark bis mäßig verwittert ²⁾	---	23 – 25	37 – 39	10 – 15	80 – 500	F 2

- ¹⁾ im Wassereinflussbereich ist der Auftrieb zu berücksichtigen
- ²⁾ unterhalb der Erkundungsendteufe zu erwarten

3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)

Der teilweise anstehende **Mutterboden** ist nach DIN 18320:2016-09 als **Homogenbereich A** zu klassifizieren. Dabei kann eine Bodengruppe OU – OH nach DIN 18196, bzw. eine Bodengruppe 1 nach DIN 18915 zugeordnet werden. Der Steinanteil wird erfahrungsgemäß zwischen 1 M-% und 5 M-% liegen, während Blöcke nicht bzw. nur sehr vereinzelt vorkommen.

Nachfolgend sind die Bodenschichten in weitere Homogenbereiche zusammengefasst:

Homogenbereiche (DIN 18300:2019-09)		
	B	C
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	Hangschutt Fels (Phyllit), vollst. verwittert
Bodengruppe nach DIN 18196	[GU*]	GU* – SU* / GU / GT
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 [mm]	0 – 60 < 0,063 mm: 25 ... 35 %	0 – 60 < 0,063 mm: 15 ... 40 %
Anteil Steine [M.-%] Anteil Blöcke [M.-%] Anteil große Blöcke [M.-%] nach DIN EN ISO 14688-1		≤ 40 ≤ 25 ≤ 5
Dichte ρ nach DIN EN ISO 17892-2 [g/cm ³]	1,7...2,0	1,9 ... 2,2
undr. Scherfestigkeit c_u n. DIN 4094-4 / DIN 18136 / DIN 18137-2 [kN/m ²]		---
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 [M.-%]	8 – 20	5 – 30

Homogenbereiche (DIN 18300:2019-09)		
	B	C
Konsistenzzahl I_c nach DIN 18122-1	---	
Plastizitätszahl I_p nach DIN 18122-1	---	
Lagerungsdichte I_b nach DIN EN ISO 14688-2 [%]	15 – 65 locker bis mitteldicht	35 – 100 mitteldicht bis sehr dicht
organischer Anteil nach DIN 18128 [M.-%]	0 – 3	0 – 5
Einbauklasse n. LAGA TR Boden	n.b.	n.b.

n.b. – nicht bestimmt

Homogenbereiche (DIN 18300:2019-09)		
	D-1 ¹⁾	D-2 ¹⁾
ortsübliche Bezeichnung	Fels (Phyllit) stark bis mäßig verwittert	Fels (Phyllit) schwach verwittert bis frisch
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1		
Genetische Einheit	metamorph	
Geologische Struktur	geschiefert	
Korngröße	fein- bis mittelkörnig	
mineral. Zusammensetzung	hauptsächlich Feldspat, Quarz, Glimmer	
Porenanteil [Vol.-%]	0,05 - 2,00	
Gesteinskörperform	tafelförmig	
Dichte ρ nach DIN EN ISO 17892-2 [g/cm ³]	2,3...2,6	2,5...2,8
Verwitterung Veränderungen	verfärbt stark veränderlich bis veränderlich (Grad 4 - 2)	frisch nicht veränderlich (Grad 1)
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm ²]	15 – 70 (lokale Quarzknuern 100 – 200)	60 – 120 (lokale Quarzknuern 180 – 300)
Trennflächen DIN EN ISO 14689-1		
Richtung	n.b.	
Abstand	n.b.	
Einbauklasse n. LAGA TR Boden	n.b.	

¹⁾ unterhalb der Erkundungsendteufe zu erwarten

n.b. – nicht bestimmt

Es wird darauf hingewiesen, dass die zuvor angegebenen Kennwerte auf den vorliegenden Laboruntersuchungen, sowie den regionalgeologischen Erfahrungswerten bzw. büroeigenen Archivunterlagen des Unterzeichners basieren.

Das Bergen von Leitungsbestand, Wurzelstubben ist nicht mit den zuvor genannten Homogenbereichen definiert. Hierzu sind im LV der Ausschreibung entsprechende Positionen zu vereinbaren.

3.4 Wasserhaltung

Wasserhaltung Bauzustand

ist in den Rohrgräben bzw. im Bereich des Verkehrsflächenplanums nicht bzw. nur lokal begrenzt und temporär erforderlich, so dass während der Bauzeit eine offene Wasserhaltungsanlage vor Ort betriebsbereit vorzuhalten ist. Weiter ist das Planum der Verkehrsanlage seitlich zu neigen und statisch abzuwalzen (Glattmantelwalze).

Abschließend wird noch auf die Hinweise im Pkt. 2.5 (Wasserrecht) hingewiesen.

Wasserhaltung – Endzustand

ist innerhalb der Rohrgräben nicht erforderlich.

Das Planum der Verkehrsflächen ist seitlich zu neigen und über eine Planumsdrainage zu entwässern. Die Oberflächenentwässerung erfolgt über eine geschlossene Entwässerung.

Versickerung von Niederschlagswasser

Im Baufeld herrscht durchschnittlich folgende Schichtfolge vor:

0,00 m	- 0,10 m	Mutterboden
0,10 m	- 0,40 m	Auffüllung
0,00 ... 0,40 m	- 0,60 ... 1,40 m	Hangschutt
0,40 ... 1,40 m	- 1,35 ... 2,50 m	Fels (Phyllit), vollständig verwittert
ab 1,35 ... 2,50 m		Fels (Phyllit), stark bis mäßig verwittert

Ein Wasseranschnitt konnte in den Aufschlüssen nicht festgestellt werden.

Die Durchlässigkeiten der einzelnen Böden sind anhand erster Laboranalysen zur Bestimmung der Kornverteilung wie folgt zu bewerten.

Auffüllung	$k_f = 8 \cdot 10^{-7} \dots 7 \cdot 10^{-7}$
Hangschutt	$k_f = 8 \cdot 10^{-7} \dots 1 \cdot 10^{-7}$
Fels (Phyllit), vollständig verwittert	$k_f = 5 \cdot 10^{-6} \dots 3 \cdot 10^{-6}$

Damit verbunden ist der vollständig verwitterte Fels (Phyllit) als schwach durchlässig zu bezeichnen und für den Bau dezentraler Versickerungsanlagen gerade noch ausreichend wasserdurchlässig.

Unterhalb des vollständig verwitterten Felshorizontes ist ein allmählicher Übergang zum stark bis mäßig verwitterten Fels zu erwarten, d.h. der Felshorizont ist schollenartig verwittert und weist erfahrungsgemäß einen größeren Porenraum auf.

Der darüber anstehende Hangschutt bzw. die zuoberst anstehende Auffüllung weisen eine schwache bis sehr schwache Durchlässigkeit auf und sind für den Bau von Versickerungsanlagen ungeeignet.

Zur weiteren Planung und den Bau funktionierender, genehmigungsfähiger Versickerungsanlagen ist sowohl die Abstimmung mit der zuständigen Behörde als auch die Ausführung von Feldversuchen zur Versickerung in Baggerschürfen gemäß den einschlägigen Forderungen der zuständigen Behörde notwendig.

3.5 Böschungen / Verbau

Baugrubenböschungen

sind unter Beachtung der DIN 18300 und DIN 4124 herzustellen. Bei Baugrubentiefen über 1,25 m sind die Wände zu böschen oder auszusteifen. Darüber hinaus sollte ein lastfreier Streifen entsprechend der DIN 4124 eingehalten werden.

In Anlehnung an die o.g. Vorschriften wird für kurzzeitige Böschungen bis 4 m Höhe in den Böden eine Böschungsneigung von $\beta = 50^\circ \dots 55^\circ$ empfohlen. Im stark bis schwach verwitterten Fels sind, abhängig vom Trennflächengefüge, Böschungsneigungen von $\beta = 60^\circ \dots 80^\circ$ möglich.

Die Böschungen sind vor Wasserzutritt, sowie starker Austrocknung zu schützen. Dazu eignet sich beispielsweise das Abdecken mit Planen o.ä.

Größere und/oder steilere Böschungen sind mittels Standsicherheitsnachweis zu bemessen.

Es wird darauf hingewiesen, dass vorgenannte Baugrubenböschungsneigung von mehreren Einflussfaktoren, z.B. Wasseranfall, klimatische Einflüsse, Trennflächengefüge im Fels, u.ä., abhängen, so dass letztendlich der Bauleiter operativ auf der Baustelle entscheiden muss. Dazu ist ggf. ein Baugrundsachverständiger zu konsultieren.

Bleibende Böschungen

können aus baugrundtechnischer Sicht, in Abhängigkeit der Böschungshöhen und ohne besonderen Standsicherheitsnachweis, folgendermaßen gestaltet werden:

$$h \leq 2,5 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad 1 : 1,7$$

$$h \leq 5,0 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad 1 : 2,0$$

Höhere bzw. steilere Böschungen sind durch Standsicherheitsberechnungen nachzuweisen.

Um Erosionsschäden zu vermeiden, müssen die Böschungen nach der Profilierung sofort mit Mutterboden abgedeckt und begrünt werden. Eventuell entstehende Erosionsrinnen sind sofort wieder zu verfüllen und zu begrünen.

Um ein mögliches Abrutschen des Mutterbodens auf der Böschung bis zur vollständigen Durchwurzelung zu verhindern, kann ein Abdecken mittels Kokosmatte o.dgl. erfolgen. Auch der Einsatz von Kralmatten unterhalb des Mutterbodens bzw. der Einbau von Faschinen erscheint zweckmäßig.

Baugrubenverbau

kann zur Reduzierung des Platzbedarfes und des erforderlichen Rohrgrabenaushubes bei den Arbeiten der Leitungsverlegungen erforderlich werden.

Anhand der vorliegenden Erkundungsergebnisse können dabei konfektionierte Verbaufeln o.ä. verwendet werden. Generell ist darauf zu achten, dass der Rohrgrabenaushub im Schutze des Verbaus erfolgt. Ein nachträgliches Einstellen des Verbaus in den bereits ausgehobenen Rohrgraben ist unzulässig.

Ein statischer Nachweis der jeweils zum Einsatz kommenden Verbauart muss im Rahmen der Planung bzw. Bauausführung noch erfolgen.

3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushubstoffe

Die zu erwartenden Aushubmassen im Gemisch sind als gemischtkörnig, Bodengruppe [GU*], zu bezeichnen. Dabei weisen die bindigen Anteile eine meist steif bis halbfeste Konsistenz auf. Eine Wiederverwertung als Grabenverfüllung ist nur unter Beachtung eines nahezu optimalen Wassergehaltes (z.B. während der Erkundung) möglich.

Alternativ können Austauschmassen (z.B. Vorabsiebung regionaler Steinbrüche der Körnung 0/40 mm, mit einem Sand- und Feinkornanteil von 20 ... 35 M-% und einem Feinkornanteil von max. 12 ... 15 M-% im eingebauten Zustand) Verwendung finden.

Beim Einbau von Aushub- bzw. Austauschmaterial sind generell größere Steine vollständig mit kleinkörnigem Material zu umhüllen, bzw. Steine mit einem Durchmesser $\geq 0,20$ m auszutauschen. Im Winter ist darauf zu achten, dass kein gefrorener Boden eingebaut wird.

Eine ausreichende Verdichtung innerhalb der Rohrgräben bzw. auf dem Verkehrsflächenplanum (gemäß ZTV E-StB 17) sind zu fordern und auf der Baustelle, entsprechend dem Baufortschritt, zu überwachen (Verdichtungsprüfungen als Eigenüberwachung und Kontrollprüfungen des AG).

4 Abschließende Bemerkungen

Die Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse wurde durch den Unterzeichner vorgeschlagen, durch den AG beauftragt und vor Ort an die angepasst.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Aufschlüsse nur Stichproben im Boden darstellen. Sie ermöglichen für die dazwischen liegenden Bereiche Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den zu erwartenden Verhältnissen.

Hinsichtlich der Minimierung des Baugrundrisikos, welches sich bereits u.a. aus den vorgenannten Wahrscheinlichkeitsaussagen für den Bauherrn ergibt sollten Baugrundabnahmen durch einen Sachverständigen während der Bauphase ausgeführt werden.

Werden auf der Baustelle vom Ergebnisbericht abweichende Verhältnisse festgestellt, dann ist der Verfasser unverzüglich zu verständigen.

Abfallchemische Laboranalysen an den erkundeten Bodenschichten waren nicht Vertragsbestandteil. Sollte ein Abtransport von Aushubmassen vorgesehen werden, müssen derartige Analysen als Nachuntersuchung bzw. baubegleitend ausgeführt werden.

Sollten sich weitere Fragen ergeben, stehen wir Ihnen gerne mit Informationen zur Verfügung.
