

Baugrundgutachten

Geotechnischer Bericht zu den Baugrundverhältnissen nach DIN 4022

Hauptuntersuchung zur geotechnischen Kategorie 2

Bauvorhaben: Errichtung von Ferienhäusern

Am Reicheltberg in 09548 Seiffen,
Flurstück 376a

Auftraggeber: Matthias Lorenz

Straße des Friedens 40
09429 Wolkenstein, OT Hilmersdorf

Bauplaner: Dipl.-Ing. (FH)

Sebastian Schmidt
Straße des Friedens 11C
09429 Wolkenstein OT Hilmersdorf

Bearbeiter: Techn. f. Geol. Merten Enold

Dipl.-Ing. Thomas Schmidt

Objektnummer: 2020/06/11

Umfang: 22 Seiten, 4 Anlagen mit 28 Blatt

Datum: 06.08.2020

Verteiler: 2 x Matthias Lorenz, Wolkenstein OT Hilmersdorf + digital
1 x Dipl.-Ing. Sebastian Schmidt, Wolkenstein, OT Hilmersdorf
per E-Mail: mail@ing-sebastian-schmidt.de
1 x IBS, Freiberg



Inhaltsverzeichnis

Seite

0	Zusammenfassung	4
1	Aufgabenstellung	6
2	Verwendete Unterlagen	6
3	Baugelände und Baumaßnahme	6
4	Geologische Situation	8
5	Altbergbau und Hohlraumgefährdung	10
6	Erdbebengefährdung	11
7	Erkundungsumfang	12
8	Ergebnisse der Feldarbeiten	12
8.1	Baugrundverhältnisse	12
8.2	Hydrogeologische Verhältnisse	14
8.3	Altlasten	14
9	Umweltanalytische Untersuchungen	14
9.1	Ergebnisse der Laborarbeiten nach LAGA Boden	15
9.2	Ergebnisse der Laborarbeiten nach BBodSchV	16
10	Schlussfolgerungen	18
10.1	Homogenbereiche und Geotechnische Kennwerte	18
10.2	Gründungsempfehlungen	18
10.3	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen	19
10.4	Bautechnische Hinweise	20



Anlagenverzeichnis

Blattzahl

Anlage 1 - Lageplan, M 1 : 500	1
Anlage 2 - Profile der Rammkernsondierungen, M 1 : 20 / 33	11
Anlage 3 - Ingenieurgeologische Schnitte, M 1 : 75	
Anlage 3.1 - Schnitte 1 und 2 - Bauabschnitt 1 und 4	1
Anlage 3.2 - Schnitte 3, 4 und 5 – Bauabschnitt 2, 3 und 5	1
Anlage 4 - Prüfberichte der Laboruntersuchungen	
Anlage 4.1 - Prüfbericht AR-20-FR-022179-01	5
Anlage 4.2 - Prüfbericht EX-20-FR-001746-01	5
Anlage 4.3 - Prüfbericht EX-20-FR-001747-01	4



0 Zusammenfassung

Die Baugrundverhältnisse für die Errichtung von Ferienhäusern Am Reicheltberg in Seiffen auf dem Flurstück 376a wurden mit 11 Rammkernsondierungen bis max. 5,0 m unter GOK erkundet.

Zur Herstellung gleichmäßiger Tragfähigkeitsverhältnisse sind Gründungen bis auf den Gesteinszersatz bzw. vollständig verwitterten Felsen hinab zu führen. Um die Frostsicherheit zu gewährleisten, müssen die Fundamentsohlen mindestens 1,20 m unter GOK liegen.

Die Festgesteinsoberkante (stark verwitterter Gneis) wurde in Tiefen zwischen 1,4 m und 2,1 m u. GOK an den einzelnen Standorten angetroffen. Nur im Sondierbereich RKS 1 lag die OK des stark verwitterten Felsen bei 4,0 m unter GOK.

Aufgrund der morphologischen Situation (Hanglage) des Baustandortes muss mit jahreszeitabhängigem Schicht- bzw. Sickerwasserandrang gerechnet werden. Eine ausreichend dimensionierte Ring- und Flächendrainage ist vorzusehen, um gegebenenfalls auftretende Wässer sicher ableiten zu können.

Anfallende Grund- bzw. Sickerwässer sind im Untersuchungsgebiet erfahrungsgemäß als schwach betonangreifend (**Expositionsklasse XA1**) zu bewerten.

Die analytischen Untersuchungen an der Bodenmischprobe MP 1 ergaben, dass die anfallenden Aushubmassen aufgrund erhöhter, geogen bedingter Arsengehalte zum Zuordnungswert **Z 1** nach LAGA gehören. Soll anfallender Aushub nicht wieder vor Ort eingesetzt werden, so ist die Entsorgung mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Für die Ergänzungsparameter gemäß BBodSchV für Kinderspielflächen Aldrin, DDT, Cyanid und Hexachlorbenzol wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt. Aufgrund der vorgenannten, naturbedingt geringfügigen Überschreitung des Parameters Arsen werden im Baufeld auch die zulässigen Gehalte an Arsen nach BBodSchV für den Grenzwert Kinderspielflächen geringfügig überschritten.



Der Baustandort liegt außerhalb von **Erdbebenzonen**. Eine unmittelbare Altbergbau- bzw. Hohlraumgefährdung besteht für den Baustandort nicht. Alle freigelegten **Gründungssohlen** sind jedoch hinsichtlich einer ausreichenden Tragfähigkeit und nicht völlig auszuschließendem Uraltbergbau vom Gutachter abnehmen zu lassen.

Da die **Radonbelastung** im Erzgebirge entsprechend geologischer/tektonischer Gegebenheiten lokal stark schwankend ausgeprägt ist (i.d.R. mittel bis stark), wird grundsätzlich eine Messung empfohlen, um eventuell erforderliche Maßnahmen gegen das Eindringen bzw. schädliche Konzentrationen von Radon einplanen zu können.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Techn. f. Geol. Merten Enold
Objektbearbeiter

Dipl.-Ing. Thomas Schmidt
Leiter des Büros





1 Aufgabenstellung

Herr Matthias Lorenz plant auf dem Flurstück 376a Am Reicheltberg in 09548 Seiffen die Errichtung von Ferienhäusern. In Vorbereitung der Baumaßnahme erhielten wir den Auftrag /1/, die Baugrundverhältnisse am Standort zu erkunden und aus geotechnischer Sicht zu bewerten. Des Weiteren war die Versickerungsfähigkeit des Baugrundes zu prüfen und eine Versickerungsanlage für den Baustandort vorzubemessen, wozu ein gesonderter Bericht erstellt wurde.

2 Verwendete Unterlagen

- /1/ Auftrag auf Grundlage unseres Kostenvoranschlages-Nr. 8924/20 vom 23.06.2020, Matthias Lorenz, Wolkenstein OT Hilmersdorf
- /2/ Übersichtslageplan/Lageplan Vermesser im dwg-Format, per E-Mail 29.06./02.07.2020, Dipl.-Ing. Sebastian Schmidt, Wolkenstein OT Hilmersdorf
- /3/ Geoportal Sachsenatlas, ©2020 Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN)
- /4/ Geologische Karte von Sachsen Nr. 130, Sektion Olbernhau - Purschenstein, M 1 : 25000
- /5/ Sächsische Hohlraumkarte, ©2020 Sächsisches Oberbergamt
- /6/ LAGA-Mitteilung 20, Stand 05.11.2004
- /7/ BBodSchV, Ausfertigungsdatum 12.07.1999

3 Baugelände und Baumaßnahme

Der Baustandort befindet sich auf dem Flurstück 376a, am nordöstlichen Hang des Reicheltberges, südlich der Seiffener Ortsmitte (Bild 1). Die Nutzung des Geländes erfolgte bisher ausschließlich landwirtschaftlich und ist im vorgesehenen Baufeld nur bereichsweise und geringfügig durch Aufschüttungen aus vorrangegangener Nutzung reguliert worden. Lediglich am Ende der Zufahrt zum Baugrundstück, unmittelbar nördlich des geplanten Baubereiches des Bauabschnittes 4 befinden sich Grundmauerreste eines abgebrannten Gebäudes sowie ein kleiner künstlich angelegter Teich, welcher sich aber nicht

mehr im Bereich geplanter Gebäudeneubauten befindet. In ca. 200 bis 250 m nordöstlicher Entfernung zum Baustandort entwässert ein kleiner Bach das Gelände in nordwestlicher Richtung, wo er schließlich in den Seiffener Bach mündet, welcher das Tal in westlicher Richtung verlässt.

Geplant ist die Errichtung eines Feriendorfes mit einem Hauptgebäude und sieben Ferienhäusern in 5 Bauabschnitten. Die Grundfläche des Baufeldes beträgt ca. 135 m x 50 m.



Bild 1: Luftbild /3/ mit Baustandort



Bild 2: Baustandort in östlicher Blickrichtung



Bild 3: Baustandort in nordwestlicher Blickrichtung

4 Geologische Situation

Der Untersuchungsstandort befindet sich unmittelbar in der Erzgebirgszentralzone mit den vorherrschenden Gneisgebieten der **Reitzenhain-Katharinaberger** bzw. **Saydaer Kuppel** /4/, (Bild 4). Es handelt sich hierbei um hochmetamorphe Gneise, welche aus präkambrischen Sedimenten und Magmatiten durch Metamorphose hervorgegangen sind und von zahlreichen Erzgängen der „kiesig-blendigen Bleierz-“, der „Zinnerz-“ und der „Kobalt-Silbererz-Formation“ durchsetzt werden. Diese weisen ein meist steiles Einfallen auf und besitzen eine höhere Verwitterungsempfindlichkeit als der umgebende Gneis.

Den geologischen Untergrund im Untersuchungsgebiet bildet ein **Muskovitgneis (mgn)**, der petrographisch ein Gemenge aus Quarz, Feldspat und Glimmerschiefer darstellt und ein normales sowie körniges, lokal streifiges, Gefüge aufweist. Aufgrund der hohen Feldspat- und Glimmeranteile ist der Gneis **mäßig bis stark verwitterungsanfällig**. Die Schieferung des Gesteins ist infolge vorhandener Kleintektonik in ihrer Intensität und Einfallrichtung sehr unterschiedlich ausgebildet, meist überwiegen jedoch flache Einfallwinkel.

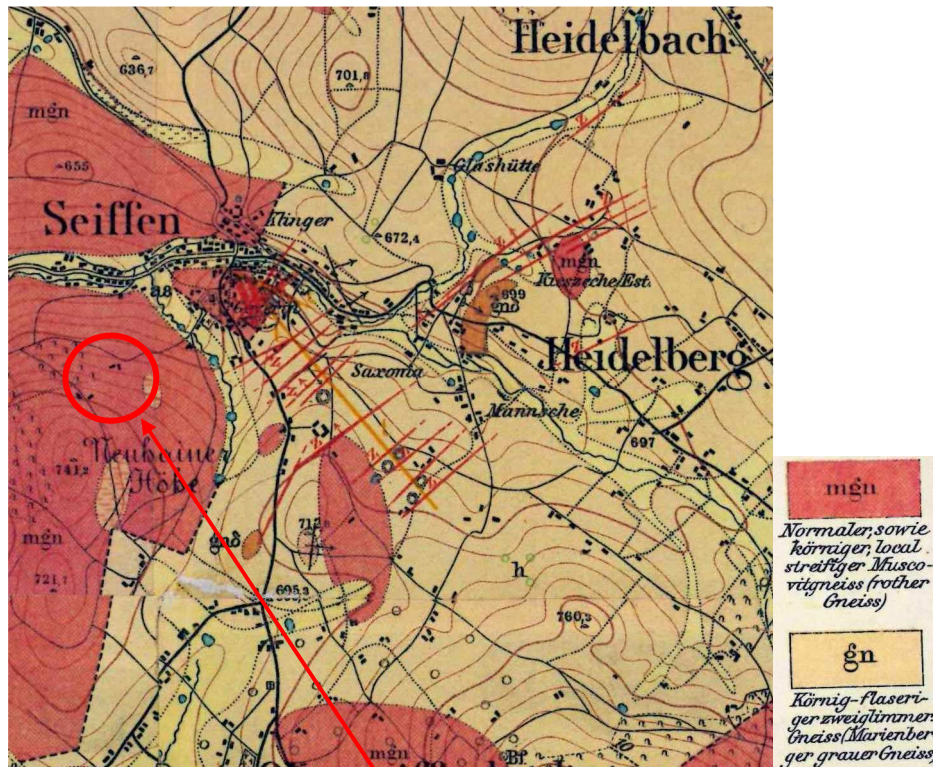


Bild 4: Auszug aus /4/, Baustandort

Die über dem kompakten Festgestein lagernde **Verwitterungszone** setzt sich im Liegenden aus einem **schwach bis stark verwitterten Gneis** zusammen, der besonders **entlang von Schieferungs-/Kluftflächen entfestigt und aufgelockert** ist. Im Hangenden folgt dann der eigentliche **Gneiszersatz**, der i.d.R. schluffig-sandig und mit Gesteinsrelikten ausgebildet ist. Er kann teilweise einen hangschuttartigen Charakter annehmen oder von **Hangschutt** selbst überlagert sein. Die Mächtigkeit der Zersatz-/Hangschuttzone kann lokal stark schwanken.

Überzogen wird dieser Komplex von einem schluffig ausgebildeten **Verwitterungs/Gehängelehm**, der sandig-kiesige Beimengungen des Untergrundes enthält. Seine durchschnittliche Mächtigkeit beträgt 0,5 m bis 1,0 m, kann jedoch lokal z.T. erheblichen Schwankungen unterworfen sein. In Tallagen und an Talhängen fehlt er meist völlig, an seine Stelle treten in Tallagen dann holozäne Bildungen, wie **Auelehm** bzw. **schluffig-sandig-kiesige Anschwemmungen der Bach-/ Flussläufe** und z.T. **Moor/Torfbildungen**.



Den Abschluss des natürlichen Schichtenprofils bildet eine geringmächtige **Mutterbodenschicht** (Oberboden). Im Zuge **anthropogener Einflüsse** kann die natürliche Schichtenfolge ganz oder teilweise abgetragen, umgelagert, vermischt bzw. durch verschiedenartige **Auffüllungen** ersetzt bzw. überschüttet worden sein.

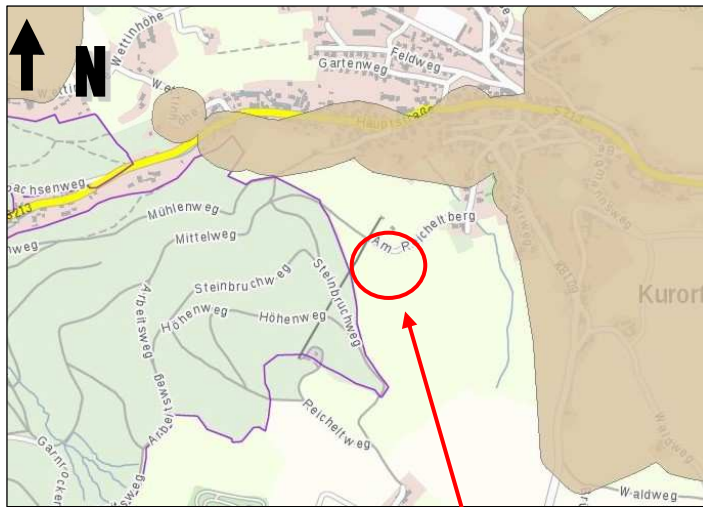
5 Altbergbau und Hohlraumgefährdung

Der Standort befindet sich südwestlich der Zinnerz-Lagerstätte Seiffen, in der über mehrere Jahrhunderte ein z.T. intensiver, auch tagesoberflächennaher Abbau von Erzen aus Greisen, Gangtrümmern sowie einem Brekzienkörper stattgefunden hat, welcher auch ursächlich für die Entstehung der „Seiffener Pinge“ war.

Aus der geologischen Karte /4/ ergeben sich keine Hinweise auf abbauwürdige Lagerstätten/Erzgänge etc. am Baustandort.

Gemäß der sächsischen Hohlraumkarte /5/ befindet sich der Untersuchungsstandort ebenfalls außerhalb eines Gebietes mit unterirdischen Hohlräumen (Bild 5). Eine Gefährdung des Baustandortes durch Altbergbau ist somit weitgehend ausgeschlossen.

Da sich das Bauvorhaben jedoch in der Nähe von Hohlraumverdachtsgebieten bzw. o.g. geologischen Strukturen befindet, kann eine Altbergbaugeschädigung aufgrund des möglichen Vorhandenseins von nicht risskundigem Uraltbergbau nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird deshalb empfohlen, die **Gründungssohlen vom Gutachter hinsichtlich Altbergbauspuren/Gangausbissbereichen abnehmen** zu lassen.



Legende:

- Gebiet mit unterirdischen Hohlräumen gemäß § 7 Sächs.HohlVO

Bild 5: Hohlraumkarte nach /5/, Baustandort

6 Erdbebengefährdung

Der Untersuchungsstandort befindet sich nach DIN 4149 Teil 1 A 1 (Bilder 6 und 7) in einem Gebiet mit der geologischen Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund) und der Baugrundklasse B bis C (mäßig bis stark verwitterte Festgesteine) sowie außerhalb von **Erdbebenzonen**. Hier sind nach bisherigen Erfahrungen die Belastungen so gering (Intensitätsstufe 5,5), dass keine nennenswerten Schäden auftreten und somit keine besonderen Anforderungen hinsichtlich Erdbebensicherung bestehen. Ein Erdbebennachweis für Bauwerke ist nicht erforderlich.

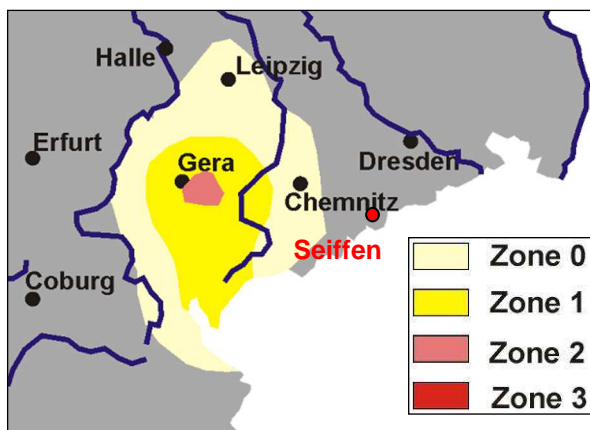


Bild 6: Erdbebengefährdungszonen

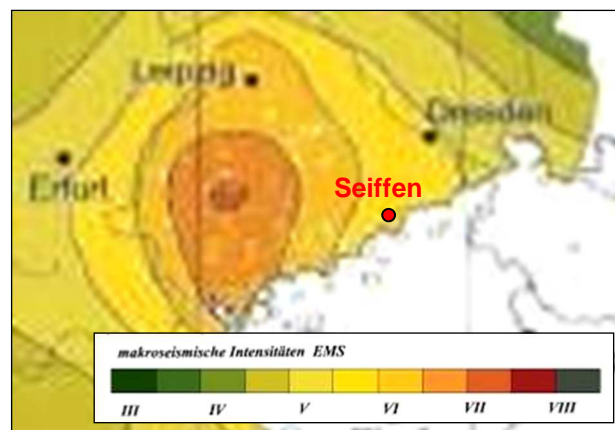


Bild 7: Makroseismische Intensitätsstufen



7 Erkundungsumfang

Die Erkundung der Baugrundverhältnisse erfolgte mit 10 Rammkernsondierungen bis zum Ende der Sondierbarkeit (max. 5,0 m u. GOK) an den geplanten Gebäudestandorten. Zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des Bodens im Baufeld wurde im östlich angrenzenden Bereich zur Zufahrt eine ergänzende Rammkernsondierung zur Ermittlung des Bodenaufbaus bis zur Festgesteinsoberkante für einen Versickerungsversuch durchgeführt. Die festgestellten Untergrundeigenschaften und die Bemessung einer möglichen Versickerungsanlage wurden in einem separaten Ergebnisbericht dargestellt (Objekt-Nr. 2020/06/11).

Für umweltanalytische Untersuchungen wurde eine Bodenmischprobe aus den Aufschlüssen entnommen und hinsichtlich umweltbelastender Inhaltsstoffe gemäß LAGA-Mindestuntersuchungsprogramm für Boden bei unspezifischem Verdacht /6/ untersucht. Außerdem waren die Ergänzungsparameter gemäß BBodSchV /7/ für Kinderspielflächen Aldrin, DDT, Cyanid und Hexachlorbenzol zu bewerten.

Auf die Entnahme von Bodenproben für bodenmechanische Untersuchungen wurde verzichtet, da die benötigten Kennwerte ausreichend genau anhand von Erfahrungs- und Vergleichswerten abschätzbar waren.

8 Ergebnisse der Feldarbeiten

8.1 Baugrundverhältnisse

Die Lage der Aufschlüsse ist Anlage 1 zu entnehmen. Die Dokumentation der Rammkernsondierungen (RKS) enthält Anlage 2. Ihre Ergebnisse wurden zusammenfassend in fünf ingenieurgeologischen Schnitten in Anlage 3 interpretiert. Die Aufschlusspunkte wurden in Lage mit Bandmaß und in Höhe mit Nivellier eingemessen. Der verwendete Höhenbezugspunkt (OK Terrasse Skihütte) wurde in Anlage 1 gekennzeichnet.



Die festgestellten Baugrundverhältnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Den Beginn der Schichtenprofile bildet eine 0,30 bis 0,50 m starke **Mutterbodendecke**.
- Anschließend wurde in den Sondierungen eine bis in Tiefen zwischen 0,7 m und 1,7 m u. GOK reichende, steife bzw. mitteldichte **Hanglehm-/Hangschuttschicht** angetroffen. Den überwiegenden Anteil des Bodens bilden dabei Kiese mit stark wechselnden Schluffgehalten und lokal gering auftretenden sandigen, tonigen und steinigen Nebenbestandteilen. Bereichsweise dominieren die bindigen Anteile den Boden, so dass dann Horizonte mit Hanglehm ausgehalten werden können. Die Abfolge von hangschuttartigen und lehmigen Bodenschichten ist dabei nicht einheitlich, sie können auch vermischt oder wechselnd bzw. umgelagert auftreten.
- In allen Sondierungen folgt mitteldicht gelagerter **Gesteinszersatz** in Form von Kies-Sand-Gemischen mit einzelnen Gesteinsrelikten bis in Tiefen zwischen 1,1 m und 1,9 m unter GOK. Lokal wurden sehr geringe bis schwache Schluffanteile im Zersatz festgestellt. Bereichsweise war aber auch das gänzliche Fehlen von Feinanteilen zu beobachten, so dass hier, meist geringmächtige, Kies-Steinhorizonte auftraten.
- Unter dem Zersatz schließt sich **vollständig verwitterter Felsen** (Gneis) an, der kiesig-sandig, z.T. schwach schluffig oder schwach tonig zerfällt. Die mittelschwer zu sondierende Gesteinsschicht wurde bis in Tiefen zwischen 1,4 m und 2,1 m unter GOK angetroffen. Nur in RKS 1 reicht der vollständig verwitterte Gneis bis 4,0 m unter GOK. Hier wurden neben viel zersetztem Feldspat auch geringmächtige, schwach tonige Lagen festgestellt. Neben einer tiefer verwitterten Gesteinstasche ist auch das Auftreten eines Gangausbissbereiches denkbar. So wurde im Endbereich der RKS 3 ebenfalls mürber Feldspat neben viel Quarz und hellem Glimmer angetroffen, was zu einem pegmatitischem Aussehen des Sondiermaterials geführt hat.
- In allen Aufschlüssen folgt **stark bis mäßig verwitterter Felsen**, der kiesig-sandig zerfallend/zerbohrt aufgeschlossen wurde. Außer in RKS 1 gingen die Sonden bei Tiefen zwischen 1,8 m und 3,0 m u. GOK im **mäßig bis schwach verwitterten Felsen** fest. Bei Erreichen eines hohen Sondierwiderstandes wurde **RKS 1** mit einem Teufenbereich bei 5,0 m unter GOK im **stark bis mäßig verwitterten Felsen** eingestellt.



8.2 Hydrogeologische Verhältnisse

In den Sondierungen wurden während der Feldarbeiten keine zulaufenden Sicker- oder Grundwässer festgestellt.

Mit Grundwasser ist am Standort erst in größeren Tiefen zu rechnen, allerdings können nach Niederschlags-/Tauperioden geringe bis mittlere Sickerwasserzuläufe innerhalb des Gesteinszersatzes bzw. der Felsverwitterungszone auftreten. Aufgrund der morphologischen Situation (Hanglage) kann entlang der Festgesteinsoberkante die Wasserführung kurzzeitig (Starkregen) auch stärker ausfallen.

Erfahrungsgemäß sind anfallende **Sicker-/Grundwässer** als **schwach betonangreifend (Expositionsklasse bis XA1)** einzustufen.

8.3 Altlasten

Anhand der organoleptischen Beobachtungen (Farbe, Geruch, äußeres Erscheinungsbild) wurden in den Aufschlüssen **keine Auffälligkeiten für Hinweise auf umweltrelevante Schadstoffkonzentrationen** festgestellt.

Auf die Analyseergebnisse der entnommenen Bodenmischprobe **MP 1** wird im nachfolgenden Abschnitt 9 eingegangen.

9 Umweltanalytische Untersuchungen

Für die Einschätzung der Belastung bzw. Wiederverwendbarkeit anfallender Aushubmassen nach LAGA /6/ bzw. BBodSchV /7/ wurden aus allen Aufschlüssen Bodenproben entnommen und daraus eine Mischprobe gebildet. Der Entnahmehorizont der Mischprobe **MP 1** wurde in den Profilen der Rammkernsondierungen in Anlage 2 gekennzeichnet.



9.1 Ergebnisse der Laborarbeiten nach LAGA Boden

Den Bericht zu den umweltanalytischen Untersuchungen enthält Anlage 4.1 bzw. den Extrakt nach LAGA TR Boden die Anlage 4.2. Seine Ergebnisse wurden in Tabelle 1 zusammengefasst.

In der Mischprobe überschreitet der Arsen-Gehalt im Feststoff den Grenzwert Z 1 nach LAGA nur geringfügig. Des Weiteren wurde nur für den Parameter pH-Wert eine weitere Überschreitung des Grenzwertes Z 0 im Eluat der Probe festgestellt. Zusammenfassend ergibt sich ein **Zuordnungswert** nach LAGA von **Z 1** für die Mischprobe **MP 1** und **damit für die anfallenden Aushubmassen**. Aufgrund der ausschließlich natürlichen Bodenbestandteile ist diese Überschreitung des Zuordnungswertes vernachlässigbar und ein Zuordnungswert nach LAGA von **Z 0** vertretbar.

Feststoff / Eluat		Ergebnisse	Z-Werte LAGA /6/				
Parameter	Einheit		MP 1	0	1.1 / 1	2	>2
Bestimmung im Feststoff	TOC	Ma.-% TS	0,4	0,5	1,5	5	>5
	EOX		<1	1	3	10	>10
	MKW (C ₁₀ -C ₂₂)		<40	100	300	1000	>1000
	MKW (C ₁₀ -C ₄₀)		<40	400	600	2000	>2000
	Benzo[a]pyren		<0,05	0,3	0,9	3	>3
	Σ PAK nach EPA		n.b.	3	3	30	>30
	Arsen		mg/kg	19,5	10/15	45	150
	Blei	17		40/70	210	700	>700
	Cadmium	0,3		0,4/1	3	10	>10
	Chrom	18		30/60	180	600	>600
	Kupfer	11		20/40	120	400	>400
	Nickel	17	15/50	150	500	>500	
Quecksilber	0,09	0,1/0,5	1,5	5	>5		
Zink	86	60/150	450	1500	>1500		
Bestimmung im Eluat	pH-Wert	-	6,0	6,5-9,5	6-12	5,5-12	4-13
	Leitfähigkeit	µS/cm	6	250	1500	2000	>2000
	Chlorid		mg/l	<1	30	50	100
	Sulfat	<1		20	50	200	>200
	Arsen	<1		14	20	60	>60
	Blei	<1		40	80	200	>200
	Cadmium	<0,3	1,5	3	6	>6	
	Chrom	µg/l	<1	12,5	25	60	>60
	Kupfer		<5	20	60	100	>100
	Nickel		<1	15	20	70	>70
	Quecksilber		<0,2	<0,5	1	2	>2
	Zink		<10	150	200	600	>600

Tabelle 1: Ergebnisse der Analytik nach LAGA TR Boden



Erhöhte Gehalte an Arsen und Schwermetallen sind auf den geogenen Hintergrund des Erzgebirges zurückzuführen. Sie sind als naturbedingte Belastungen zu bewerten.

Soll anfallender Aushub aus ausschließlich natürlichen Bodenbestandteilen entsorgt werden müssen, da er nicht vor Ort wieder verwendet werden kann, so ist dies mit den zuständigen Behörden entsprechend abzustimmen.

Nach /6/ können in Gebieten mit naturbedingt erhöhten Gehalten entsprechend höhere Gehalte als Ausnahmen zu den Vorsorgewerten nach Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV festgelegt werden, wenn die Sonderregelungen des § 9 Absatz 2 BBodSchV erfüllt sind.

***Zuordnungswerte Z 1** (ggf. Z 1.2) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Grundsätzlich gelten die Z 1-Werte, bei deren Einhaltung selbst unter ungünstigen Voraussetzungen davon auszugehen ist, dass keine nachteiligen Grundwasserveränderungen auftreten. Darüber hinaus können in hydrologisch günstigen Gebieten Böden mit Zuordnungswert Z 1.2 eingebaut werden, insbesondere dann, wenn bereits eine Vorbelastung des Bodens $>Z 1$ (Verschlechterungsverbot) vorliegt.*

9.2 Ergebnisse der Laborarbeiten nach BBodSchV

Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch wurden Ergänzungsparameter gemäß BBodSchV wie Aldrin, DDT, Cyanid und Hexachlorbenzol analysiert. Den Bericht zu den umweltanalytischen Untersuchungen enthält Anlage 4.1 bzw. den Extrakt nach BBodSchV die Anlage 4.3. Seine Ergebnisse wurden in Tabelle 2 zusammengefasst.

Aufgrund der bereits nach LAGA TR Boden festgestellten geogen begründeten, geringfügigen, Überschreitung des Parameters Arsen, übersteigen im Baufeld auch die festgestellten Gehalte an Arsen den zulässigen Grenzwert nach BBodSchV für Kinderspielflächen im Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) nur geringfügig. Eine Überschreitung der zulässigen Grenzwerte der weiteren untersuchten Parameter wurde darüber hinaus nicht festgestellt.



Bestimmung aus < 2 mm		Ergebnisse	Grenzwerte nach BBodSchV /7/ Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt)		
Parameter	Einheit		Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen
Benzo[a]pyren	mg/kg	<0,05	2	4	10
Σ PAK nach EPA		n.b.			
Arsen		27,5	25	50	125
Blei		28	200	400	1000
Cadmium		0,4	10	20	50
Cyanide, gesamt		<0,5	50	50	50
Chrom		30	200	400	1000
Nickel		31	70	140	350
Quecksilber		<0,07	10	20	50
Aldrin		<0,2	2	4	10
Σ DDT		n.b.	40	80	200
Hexachlorbenzol		<0,4	4	8	20
Σ HCH		n.b.	5	10	25
PCP		<0,05	50	100	250
Σ 6 DIN-PCB		n.b.	0,4	0,8	2
Σ PCB		n.b.			

Tabelle 2: Ergebnisse der Analytik nach BBodSchV

Anzumerken ist noch, dass die max. Beprobungstiefe bei Untersuchungen zum Wirkungspfad Boden-Mensch für Kinderspielflächen/Wohngebiete/Park- und Freizeitanlagen nach /7/ lediglich 0,35 m beträgt. Da die Ergänzungsparameter anhand der Mischprobe **MP 1** ermittelt wurden, ist auch eine größere Auswirkung naturbedingt auftretender, erhöhter Schadstoffgehalte im Boden und damit dem Analyseergebnis wahrscheinlicher.

Derzeit zeigt sich eine dichte, geschlossene, d.h. vollständig bodenbedeckende Vegetation auf dem gesamten Grundstück. Aus unserer Sicht erscheint es wenig sinnvoll, Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen bzw. Sicherungsmaßnahmen bei einer so geringen Überschreitung eines Grenzwertes für Kinderspielflächen zu ergreifen. Als Sicherungsmaßnahme würde dabei letztlich nur eine Dekontamination in Frage kommen, d.h. Bodenaustausch der oberen Bodenschicht in ausreichender Mächtigkeit (35 cm) und Ersatzeinbau qualitativ geeignetem Bodenmaterial unter Verwendung eines Trennelementes (Kiesschicht oder Vlies). Dieser Aufwand ist hier entsprechend BBodSchV, Fünfter Teil, §7 aus unserer Sicht ebenfalls nicht gerechtfertigt.



10 Schlussfolgerungen

10.1 Homogenbereiche und Geotechnische Kennwerte

Homogenbereich	A	B	C	D	E	
Boden-/Gesteinsart	Hanglehm/ Hangschutt	Gesteinszersatz/voll- ständig verw. Felsen	Fels (Gneis) verwittert stark mäßig schwach			
Boden- Gruppe DIN 18196	UL/UM/ GU/GU*/GW	GW/SW/GU	Zv*	Zv	Z	
	Klasse DIN 18300	3 - 4	3 - (6)	6	6 bis 7	7
	Klasse DIN 18301	BN 1/BB 2, BS 1	BN 1, BS 1	FV 1, FD 1	FV 2, FD 2	FV 3, FD 3
Steinanteil [%]	<15	<10	< 10	–	–	
Blockanteil [%]	–	–	-	–	–	
Lagerungsdichte/ Konsistenz	steif/mitteldicht	mitteldicht	(mitteld.-dicht)	(dicht)	(fest)	
cal γ_k/γ'_k [kN/m ³]	19,5-20,5/9,5-11	20-21/12	22-23/-	24/-	25/-	
cal ϕ'_k [°]	22,5-32,5	32,5	35	45	55	
cal $c'_k/c_{u,k}$ [kN/m ²]	0-5/0-25	0/0	5-10/-	35/-	>100/-	
cal E_s^R [MN/m ²]	8-30	15-50	30-80	100-250	500	
Verdichtbarkeit	schlecht – mittel	gut – sehr gut	-	–	–	
Durchlässigkeit	sehr gering	groß – mittel	-	–	–	
Frostempfindlichkeit	F3	F1 bis F3	F1 bis F3	F2	F1	
Veränderungsgrad	–	zersetzt/zerfallen	zerfallen	z.T. zerfallen	verfärbt	
Verwitterungsstufe ^{*1)}	–	5 bis 4	3	2	1	
Lösbarkeit	leicht bis mittel → Bagger bis 18 t			schwer → Bagger >18 t mit Felslöffel/Pickhammer		
LAGA-Einstufung	Z 1					
^{*1)} Verwitterungsstufen von Felsen: 0 Kein sichtbares Zeichen von Verwitterung. 1 Verfärbungen weisen auf Verwitterung des Gesteins und der Oberflächen von Trennflächen hin. 2 Weniger als die Hälfte des Gesteins ist zersetzt/zerfallen (zusammenhängendes Steinskelett/Steinkerne). 3 Mehr als die Hälfte des Gesteins ist zersetzt/zerfallen. 4 Das gesamte Gestein ist zu Boden zersetzt/zerfallen. Die Gebirgsstruktur ist größtenteils noch unversehrt. 5 Das gesamte Gestein ist zu Boden umgewandelt. Die Gebirgsstruktur und die Gesteinstextur sind aufgelöst.						

Tabelle 3: Homogenbereiche, Kennwerte und Eigenschaften der Baugrundsichten

10.2 Gründungsempfehlungen

Durch die vorgesehene Unterkellerung der Gebäude (BA 1 und 4 vollgeschossig bzw. BA 2, 3 und 5 halbgeschossig), kann sich der hangseitige Gründungsbereich je nach höhenmäßiger Einordnung des Planumsniveaus bereits im sehr gut tragfähigen verwitterten Felsen oder noch im geringer, aber ebenfalls gut tragfähigen Gesteinszersatz befinden.



Zur Herstellung gleichmäßiger Gründungsverhältnisse empfehlen wir, die Sohlen von Streifen-/Einzelfundamenten durchgängig in einen einheitlichen Baugrund, d.h. bis auf den Gesteinszersatz u./o. vollständig verwitterten Felsen hinabzuführen, welcher oberflächennah am Standort ansteht.

Frostsicherheit ist ab 1,20 m Einbindetiefe gegeben und gegebenenfalls durch Anschüttungen, Frostschrüzen etc. zu gewährleisten.

Wird als gewählter hangseitiger Gründungshorizont der stark bzw. mäßig bis schwach verwitterte Felsen erreicht, ist zu beachten, dass zur Vergleichmäßigung der Tragfähigkeit das Planum/Gründungsniveau durchgängig in das Niveau des entsprechend verwitterten Felsen zu legen ist. Dazu sind lockere/entfestigte talseitige Bereiche bis OK des verwitterten Felsen zu beraumen und mit Magerbeton zu ersetzen. Erfahrungsgemäß vollzieht sich der Übergang vom mäßig zum schwach verwitterten Felsen relativ rasch (nach 1,0 – 1,5 m).

Der Höhenausgleich zwischen den Fundamenten ist durch ein lagenweise eingebautes Gründungspolster aus Mineralgemisch herzustellen.

10.3 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen

Für die Gründung mittels Streifenfundamenten im Gesteinszersatz bzw. dem vollständig verwitterten Felsen können in Anlehnung an DIN 1054 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes entsprechend Tabelle 4 angesetzt werden.

Bodenart	Einbindetiefe	Bemessungswerte $\delta_{R,d}$ des Sohlwiderstandes in kN/m ² auf Grundlage ausreichender Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen für Streifenfundamentbreiten:					
		0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
GW/SW/GU (Zersatz/ Zv vollst.)	0,5 m	280	420	460	390	350	310
	1,0 m	380	520	500	430	380	340
	1,5 m	480	620	550	480	410	360
	2,0 m	560	700	590	500	430	390

Tabelle 4: Bemessungswerte $\delta_{R,d}$ des Sohlwiderstandes



Bei mittlerer Belastung können sich die nach Tabelle 4 bemessenen Fundamente bei Fundamentbreiten bis 1,5 m etwa 1 cm und bei breiteren Fundamenten bis 2 cm setzen, wobei sich der Großteil der Setzungen bereits bauseits einstellt und die Restsetzungen rasch abklingen.

Für Gründungen von Streifen- bzw. Einzelfundamente auf dem **stark bis mäßig verwitterten Felsen** kann ein **Sohlwiderstand** von 350 kN/m² und für den mäßig bis schwach verwitterten Felsen von 700 kN/m² vorgegeben werden.

Auftretende **Setzungen** werden hier max. 1 cm betragen und größtenteils bereits in der Bauphase abklingen.

Erfolgt eine Gründung mittels bewehrter Bodenplatte auf ein ausgleichendes Gründungspolster aus Mineralgemisch, so können für die Bemessung ein **Bettungsmodul** von 80 MN/m³ und eine **zulässige Flächenpressung** von 150 kN/m² verwendet werden.

10.4 Bautechnische Hinweise

Der **Baugrubenaushub** kann bis zur Felsoberkante mit dem Bagger erfolgen. Darüber hinaus kann der Einsatz von schwerer Aufbruchtechnik erforderlich werden.

Die Herstellung der Baugrube kann in mind. steifen Böden entsprechend DIN 4124 bei abgeböschten Kanten bis 1,25 m Tiefe ± senkrecht hergestellt werden. Darüber hinaus ist für kurz- und mittelfristige Standzeiten von Baugruben ohne Verbau die Standsicherheit der Baugrubenwände mit **Böschungswinkeln** gemäß Tabelle 5 gegeben. Bei weichen bindigen Böden oder Sickerwasserzuläufen sind Abflachungen auf <40° vorzunehmen bzw. es ist dichter Verbau einzusetzen. Für Baugruben tiefer 5 m ist ein Standsicherheitsnachweis zu erbringen.



Boden-/Gesteinsart	Böschungswinkel
Auffüllung, nichtbindig	$\leq 45^\circ$
bindiger Boden mit mind. steifer Konsistenz	$\leq 60^\circ$
Gesteinszersatz / vollst. verwitterter Felsen	$\leq 45^\circ$
Fels, verwittert	$\leq 65^\circ^{(1)}$

Tabelle 5: Böschungswinkel für Baugruben ohne Verbau

⁽¹⁾ – bei ungünstiger Trennflächenlage sind gegebenenfalls flachere Winkel erforderlich

Können die in Tabelle 5 angegebenen Böschungswinkel infolge Platzmangel nicht eingehalten werden, sind geeignete Verbaumaßnahmen (z.B. senkrechter Verbau oder gesicherter Teilverbau) gemäß DIN 4124 auszuführen.

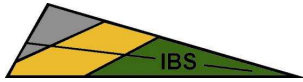
Bei nichtverbauten Baugruben ist für Straßenfahrzeuge/Bagger und Hebezeuge bis zu 12 t Gesamtgewicht $\geq 1,0$ m und bei mehr als 12 t Gesamtgewicht $\geq 2,0$ m Abstand zwischen der Außenkante der Außenfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einzuhalten.

Die **Baugrubensohlen** sind vor anfallenden Wässern in geeigneter Weise zu schützen sowie grundsätzlich von losen und aufgeweichten Massen zu beräumen.

Anfallender Bodenaushub ist unter Beachtung von Abschnitt 10.1 (Tabelle 3) für Auf- und Hinterfüllungen bedingt geeignet, wobei seine Einbaufähigkeit stark wasser-gehaltsabhängig ist.

Erdberührendes Mauerwerk ist mit entsprechenden Schutzanstrichen/Abdichtungen zu versehen und mit einer ausreichend dimensionierten **Ring-/Flächendrainage** gegen kurzzeitig von außen drückendem Wasser und aufstauendem Sickerwasser zu schützen. Die Drainageleitungen sind auf **Gefällebeton** zu verlegen.

Auf OK Gründungspolster sind mit **statischen Plattendruckversuchen** E_{v2} -Werte von ≥ 100 MN/m² und Bettungsmoduli von $k_s \geq 80$ MN/m³ nachzuweisen. Die Einbauqualität der Mineralgemischlagen des Gründungspolsters sollte ebenfalls durch statische Plattendruckversuche überprüft werden, um die Erreichung der geforderten Zielwerte auf OK Polster sicher zu stellen.



Die **Baugrubensohlen** sind vor anfallenden Wässern in geeigneter Weise zu schützen sowie grundsätzlich von losen und aufgeweichten Massen zu beräumen. Vor den Folgearbeiten sind diese Nachzuverdichten.

Alle Gründungssohlen sind vom Gutachter hinsichtlich einer **ausreichenden Tragfähigkeit** und **Altbergbauspuren** abnehmen zu lassen.

Da die **Radonbelastung** im Erzgebirge entsprechend geologischer/tektonischer Gegebenheiten lokal stark schwankend ausgeprägt ist (i.d.R. mittel bis stark), wird grundsätzlich eine Messung empfohlen, um eventuell erforderliche Maßnahmen gegen das Eindringen bzw. schädliche Konzentrationen von Radon einplanen zu können.

Freiberg, den 07.08.2020

Techn. f. Geol. Merten Enold
Objektbearbeiter

Dipl.-Ing. Thomas Schmidt
Leiter des Büros

