

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: 25.06.2015

AZ: 15 / 041

Y:\Gutachten\Stützmauer, Flutschutzmauer\Fels\15_041_Hohnstein, 1. NT_Burg, Instandsetzung Schaden Stützmauer.odt

1. Nachtrag zum Baugrundgutachten

(Geotechnisches Gutachten)

Bauvorhaben:

**Instandsetzung Burg Hohnstein
Instandsetzung Mauer unterer Burggarten/
2. Rettungsweg
Markt 1
in Hohnstein / Sächsische Schweiz**

Auftraggeber:

**Landratsamt
Sächsische Schweiz - Osterzgebirge
Referat Schulhausbau und Liegenschaften
Schlosshof 2/4, Haus SF
01796 Pirna**

Planungsbüro:

**Ingenieurbüro Matthias Heine
Am Breitstein 28g
01814 Reinhardtsdorf**

Inhalt:

14 Blatt Text und 11 Anlagen

Inhaltsverzeichnis

1. Unterlagenverzeichnis.....	3
2. Anlagenverzeichnis.....	4
3. Feststellungen.....	5
3.1. Veranlassung.....	5
3.2. Standort und geplante Baumaßnahme.....	5
3.3. Baugelände und vorhandene Bauwerke.....	6
3.3.1. Allgemeines.....	6
3.3.2. Bauwerke	7
3.4. Baugrundverhältnisse.....	7
3.4.1. Allgemeines, Geologische Verhältnisse.....	7
3.4.2. Schichtenverhältnisse.....	7
3.4.3. Boden- und Felseigenschaften	7
3.5. Grund- und Schichtenwasserverhältnisse.....	8
3.6. Abfallrechtliche Eigenschaften der Böden.....	8
4. Bodenklassifikation und Bodenkennwerte.....	8
4.1. Bodenklassifikation.....	8
4.2. Bodenkennwerte.....	8
5. Gründungstechnische Schlussfolgerungen.....	9
5.1. Allgemeines.....	9
5.2. Gründungsschichten.....	9
5.3. Gründungsmaßnahmen.....	10
5.3.1. Allgemeines.....	10
5.3.2. Abgrabung des unteren Burggartens.....	10
5.3.3. Instandsetzungsmaßnahmen Burgmauer im Bereich Einsturzstelle.....	10
5.3.4. Instandsetzungsmaßnahmen der allgemeinen Burgmauer	10
5.3.5. Sicherung und Instandsetzung der westlichen Felsbastion	10
5.4. Angaben zur Bemessung der Burgmauern.....	11
5.4.1. Allgemeines.....	11
5.4.2. Bemessung der Rückverankerungen.....	11
5.4.3. Gründungsmaßnahmen Befestigung unterer Burghof.....	11
5.5. Schutzmaßnahmen gegen Grund- und Stauwasser nach WAS 7.....	12
6. Hinweise für die Bauausführung.....	12
6.1. Wasserhaltung.....	12
6.2. Wiederverwendung der Aushubmassen.....	12
6.3. Baugrubenherstellung und Böschungen.....	12
6.4. Sonstiges.....	12
6.5. Baubegleitende Gründungsberatung	13
6.6. Bau- bzw. Fundamentgrubenabnahme.....	13
7. Schlussfolgerungen zu den abfallrechtlichen Untersuchungen	13

1. Unterlagenverzeichnis

- U 1 Auftrag vom LRA Sächsische Schweiz - Osterzgebirge vom Oktober 2014, Erweiterung für Nacherkundung im März 2015 sowie im Mai 2015 (gesonderte Verfüllung der archäologischen Grabung)
- U 2 Bautechnische Unterlagen/Angaben vom AG und dem Planungsbüro IB Matthias Heine:
 - Aufgabenstellung vom März 2015
 - Beratungen mit Herrn Hübschmann, Frau Fritzsche und Frau Schulz im Zeitraum Februar bis Juni 2015
 - Inhaltliche Angaben (mdl.) zu den geplanten Baumaßnahmen vom IB Matthias Heine, Stand Juni 2015
 - Aktenvermerk zur Planungsberatung am 10.06.2015, aufgestellt von Frau Schulz
- U 3 Geotechnische Unterlagen des Ingenieurbüros Köbsch:
 - Baugrundgutachten AZ 14/105 vom 22.01.2015
- U 4 Ortsbegehung, Beratungen, Begutachtung/Dokumentation von Bodenaufschlüssen (Schürfe), geotechnische Aufnahme, lage- und höhenmäßige Einmessung der Aufschlussansatzpunkte durch das Ingenieurbüro Köbsch im April 2015
- U 5 Ausführung von Baggerschürfen durch einen Tiefbaubetrieb im April 2015
- U 6 Laboruntersuchungen durch
 - WESSLING GmbH, Labor Dresden
 - Geotechnisches Labor EIBS GmbH Dresden
- U 7 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, DGGT
- U 8 LAGA M 20 Richtlinie - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Stand 2004
- U 9 Erlass des SMUL vom 11.01.2006 zur Gültigkeit der „Vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ in Sachsen (gültig bis 31.12.2015)

2. Anlagenverzeichnis

- A 1 Aufschlussplan M 1: 200
- A 2 Aufschlussprofile Schurf 5
- A 3 Aufschlussprofile Schurf 6, 8
- A 4 Aufschlussprofile Schurf 7
- A 5 Aufschlussprofile Schurf 9, 11 ,12
- A 6 Aufschlussprofile Schurf 10
- A 7 Legende der Kurzzeichen
- A 8 Laborprüfergebnisse LAGA-TR Boden (7 Blatt)
- A 9 Laborprüfergebnisse LAGA-TR Bauschutt und W-Gruppen (6 Blatt)
- A 10 Laborprüfergebnisse Bodenphysik (3 Blatt)
- A 11 Fotodokumentation (4 Blatt)

3. Feststellungen

3.1. Veranlassung

Das Ingenieurbüro Köbsch erhielt den ergänzenden Auftrag, für die Wiederherstellung des 2. Rettungsweges im Bereich des unteren Burggartens der Burg Hohnstein eine Nacherkundung der Baugrund-, Gründungs-, abfallrechtlichen und Bauwerksverhältnisse durchzuführen. Auf der Grundlage der Ergebnisse ist ein 1. Nachtrag zum Baugrundgutachten (Geotechnisches Gutachten) zu erarbeiten.

3.2. Standort und geplante Baumaßnahme

Einzelheiten zum Standort vgl. /U 3/.

Die vorgesehenen Maßnahmen werden nach /U 2/ in Bauabschnitte unterteilt:

- **1. BA:** Abschnitt östlich des Tores/Ausfalles bis zur Felswand (Schadenstelle)
- **2. BA:** Abschnitt westlich des Tores/Ausfalles bis zur westlichen Felsbastion

Nach /U 2/ sind zum jetzigen Arbeitsstand Juni 2015 u.a. folgende Maßnahmen geplant:

1.) Schadenstelle Mauereinsturz

Die Mauer wird im Schadenbereich abgetragen und wieder neu aufgebaut (Länge ca. 20 m). Die vorhandene Querschnittsverjüngung wird beseitigt. Eine Rückverankerung erfolgt nicht. Das Gelände südlich der Mauer wird teilweise bis zu 1,5 m abgetragen und insgesamt neu profiliert (Herstellung Gegengefälle).

2.) Tor bzw. nördlicher Ausfall

Das Tor wird abgetragen und mit einer neuen Querschnittsöffnung (ca. 3,2 m Durchfahrtsbreite) wieder aufgebaut. Die derzeitigen wegbegleitenden Stützmauern im Burghofinneren werden lagemäßig verändert (Ostteil) bzw. entfallen (westliche Stützmauer) bis auf eine Abgrenzungsmauer im Bereich der erkundeten archäologischen Ausgrabungsstätte.

3.) Unterer Burghof

Der Burghof wird westlich des Ausfalles (Tor) in unterschiedlicher Dicke abgetragen. Im unmittelbaren Mauerabschnitt soll der Abtrag bis 2,0 m Tiefe analog dem Geländeniveau außerhalb der Burgmauer erfolgen. In Richtung Süden verringert sich der Abtrag derart, dass er in einer Entfernung von ca. 15 m wieder dem derzeitigen Gelände entspricht. Das entstehende geneigte Gelände wird befestigt (Sandsteinplatten, sandgeschlämmte Schotterdecke o.ä.). Die archäologisch bedeutsame Ausgrabungsstelle wird freigelegt. Unmittelbar südlich der Burgmauer wird eine Entwässerungsrinne und eine Rohrleitung angelegt, die das anfallende Niederschlagswasser abführt.

4.) Westlicher Burgmauerabschnitt

Die westlich des Ausfalls vorhandene Burgmauer wird umfassend saniert (Verpressung, Vernadelung, Abdeckung Mauerkrone u.a.).

5.) Westliche Felsbastion

Die stellenweise freigelegte Situation in der Burgmauer (Ausfall?, Öffnung) soll zukünftig sichtbar bleiben, hierbei ist eine (begehbare) Gitterkonstruktion geplant. Die vorhandene Mauer im Bereich des Altstubbens soll entfernt werden.

3.3. Baugelände und vorhandene Bauwerke

3.3.1. Allgemeines

Einzelheiten sind in /U 3/ enthalten.

Im Zusammenhang mit den Nacherkundungen im unteren Burghof wurde ein archäologisch relevantes Bauwerk entdeckt. Einzelheiten sind dem Bericht des Landesamtes für Archäologie zu entnehmen (Der Bericht liegt dem Unterzeichnenden nicht vor).



Abb.1: Schurf 10. Blick in Richtung Norden auf Reste der ehemaligen Bebauung.

3.3.2. Bauwerke

Details zu den lokal erkundeten Burgmauerabschnitten sowie angetroffenen Altfundamenten (z.B. Schurf 7) sind den Anlagen A 2 – A 6 zu entnehmen.

Interessant ist u.a. das Altfundament in Schurf 7, da dieses möglicherweise aus der inneren Sonderzaunanlage aus der Zeit von 1933 – 1945 (KZ-Lager, Kriegsgefangenenlager) stammt. Der Zustand der erdangefüllten Burgmauer im westlichen Abschnitt konnte in Schurf 5 (Bereich westliche Felsbastion) und Schurf 6 beurteilt werden.

Weitere Einzelheiten vgl. auch Anlage A 11.

3.4. Baugrundverhältnisse

3.4.1. Allgemeines, Geologische Verhältnisse

Einzelheiten vgl. /U 3/.

Zur Nacherkundung bestimmter Geländebereiche des unteren Burghofes sowie der westlichen Bastion (Felsbastion) wurden insgesamt weitere 7 Schürfe angelegt. Aus den Schürfen wurden repräsentative Bodenproben entnommen und im Labor hinsichtlich bodenmechanischer und abfallrechtlicher Eigenschaften untersucht. Die Schürfe wurden geotechnisch aufgenommen und lage- sowie höhenmäßig eingemessen.

Das in /U 3/ bei ca. 2 m unter GOK vermutete Sandsteinpflaster wurde in den Schürfen nicht angetroffen.

3.4.2. Schichtenverhältnisse

Unter erkundeten **anthropogenen Auffüllungen** von 0,9 m bis > 3,0 m Dicke steht vereinzelt **pleistozäner Gehängeschutt** (Kies bis Steine, sandig) **bzw. Geschiebelehm** (Schluff, tonig, sandig) an. Unterhalb der o.g. Auffüllungen wurde stellenweise der **kreidezeitliche Fels**, der im Allgemeinen **angewittert bis entfestigt** (verwittert) ist, angetroffen. Einzelheiten vgl. Anlagen A 2 - A 6.

3.4.3. Boden- und Felseigenschaften

Einzelheiten zum Standort vgl. /U 3/.

Der laborativ untersuchte frostempfindliche Geschiebelehm wurde als Schluff, sandig, schwach tonig klassifiziert. Der Wassergehalt beträgt 20 %. Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert wurde korrelativ mit $k_f \sim 9 \times 10^{-8}$ m/s (sehr gering wasserdurchlässig) bestimmt. Weitere Einzelheiten vgl. Anlage 10.

3.5. Grund- und Schichtenwasserverhältnisse

Während der Erkundungsarbeiten im April 2015 wurde kein Grund- bzw. Schichtenwasser angetroffen. Weitere Einzelheiten vgl. /U 3/.

3.6. Abfallrechtliche Eigenschaften der Böden

Aus den anthropogenen Auffüllungen der Bodenaufschlüsse wurden Einzel- und Mischproben entnommen und nach LAGA-TR Recyclingmaterial (1997) im Feststoff und im Eluat sowie nach SMUL-Liste analysiert.

Die Bewertung des Bodens nach LAGA-TR bzw. SMUL-Liste ist von Bedeutung, wenn Böden bzw. Materialien z.B. im Rahmen von Baumaßnahmen ausgehoben und einer Wiederverwendung oder Entsorgung zugeführt werden müssen. Die Untersuchung der anthropogenen Auffüllungen erfolgte nach LAGA-TR Recyclingmaterial (1997) aufgrund des erheblichen Anteils mineralischer Fremdbestandteile.

Die Ergebnisse und die Bewertung der laborativen Analysen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Einzelheiten zu den Untersuchungsergebnissen vgl. Anlagen A 8 und A 9.

Tabelle 1: Einordnung der Proben nach LAGA-TR Bauschutt, W-Werte und Boden

Proben Nr. (Labor Nr.)	Entnahmetiefe in m	LAGA-Parameter		W-Werte
		im Feststoff	im Eluat	
P1 Schurf 5 (15-061200-01)	0,0 – 2,7	alle untersuchten Parameter Z 0	alle untersuchten Parameter Z 0	W 1.1
P2 Schurf 6 (15-061201-01)	0,0 – 2,2	Z 2 (TOC)	alle untersuchten Parameter Z 0	
P3 Schurf 10 (15-061201-02)	0,1 – 2,0	Z 2 (PAK, Benzo(a)pyren) Z 1.1 (Cd, Hg, TOC)	alle untersuchten Parameter Z 0	
P4 Schurf 11 (15-061201-03)	0,2 – 2,6	Z 2 (PAK, TOC, Benzo(a)pyren) Z 1.1 (Pd, Hg, Zn)	alle untersuchten Parameter Z 0	

Legende: **Z 0** **Z 1.1 / W 1.1** **Z 1.2 / W 1.2** **Z 2 / W 2** **> Z 2**

4. Bodenklassifikation und Bodenkennwerte

4.1. Bodenklassifikation

4.2. Bodenkennwerte

Einzelheiten vgl. /U 3/.

5. Gründungstechnische Schlussfolgerungen

5.1. Allgemeines

Wie bereits in /U 3/ festgestellt, ist der Standort für die geplanten Sanierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen der Burgmauer und des Burghofes grundsätzlich geeignet. Aus geotechnischer Sicht bestehen bei Ausführung der geplanten Gründungsmaßnahmen keine Bedenken.

Es ist mit stark erhöhtem Bau- und Sanierungsaufwand zu rechnen. Der Vollständigkeit halber wird die Aufzählung aus /U 3/ nochmals aufgeführt und stellenweise ergänzt:

- Wiederaufbau der Burgmauer im Abschnitt Einsturzstelle östlich des Ausfalles, dabei Sanierung und Aufarbeitung der vorhandenen Gründung bzw. ggf. Herstellung einer neuen Gründung, die sich der entfestigten bis angewitterten Felsoberfläche anpasst
- Sicherung der Mauerhinterfüllung und Herstellung eines temporären Verbaus im Abschnitt der Einsturzstelle östlich des Ausfalls
- Sanierung des derzeit noch äußerlich intakten Mauerabschnittes östlich des Ausfalles u.a. durch Verpressung, Vernadelung und Rückverankerung, alternativ Abbruch der Restmauer und Herstellung einer einheitlichen neuen Stützwand zwischen dem neu zu errichtenden Ausfalltor und dem östlichen Felshang
- Abgrabung der burgseitigen Anschüttungen der vergangenen Jahrzehnte bzw. Jahrhunderte mindestens im Abschnitt der ehemaligen Zuschauertribüne (Bereich östlich des Ausfalles)
- Abgrabung der burgseitigen Anschüttungen der vergangenen Jahrzehnte bzw. Jahrhunderte mindestens im Abschnitt der Veranstaltungsfläche/Bühne/Holzpa-villon (Abschnitt westlich des Ausfalles) unter Berücksichtigung der festgestellten abfallrechtlichen Belastungen von Böden und Materialien nach LAGA
- Abbruch der Trockenmauer im Übergangsbereich zur westlichen Felsbastion und Herstellung einer sichtbar bleibenden Öffnung
- Sanierung und Verpressung der festgestellten Hohlräume in den Klüften der westlichen Felsenbastion
- Abbruch von Gebäuden und Bauwerken
- nach der bereichsweisen Abgrabung des Innenhofes östlich des Ausfalles Herstellung einer fachgerechten Mauerdränage (Dränmaßnahmen nach WAS 7)
- Sanierung und Neuverlegung von unterirdischen Leitungen (Schmutzwasser, Elektro, Regenwasser u.a.) und Schächten
- örtlich Felsabbruchmaßnahmen (Gründung neue Mauer östlich des Tores u.a.)

5.2. Gründungsschichten

Einzelheiten vgl. /U 3/.

5.3. Gründungsmaßnahmen

5.3.1. Allgemeines

Einzelheiten vgl. /U 3/.

5.3.2. Abgrabung des unteren Burggartens

Bei der geplanten bis zu 2 m dicken Abgrabung und Herstellung einer zur Burgmauer stetig geneigten Geländeoberfläche (Abschnitt westlich des Tores/Ausfalles) sind voraussichtlich überwiegend keine bzw. nur vereinzelt Felsabbruchmaßnahmen erforderlich.

Die Abtragsböden bestehen im Wesentlichen aus mineralischen Böden (Schluff, Sand, Kies und Steine) und Materialien (Schottertragschicht, Pflaster) sowie aus Bau- und Ziegelschutt, Sandsteinbruch, Asche, Beton, Altfundamenten, Mutterboden u.a.

Zur abfallrechtlichen Einordnung vgl. Abschnitt 7. Bei der Abgrabung ist vereinzelt mit unterirdischen Bauwerke (Fundamente) zu rechnen.

Weitere Einzelheiten vgl. /U 3/.

5.3.3. Instandsetzungsmaßnahmen Burgmauer im Bereich Einsturzstelle

Bei der grundhaften Wiederherstellung der Burgmauer im Abschnitt der Einsturzstelle sowie darüber hinaus bis zur östlichen Felswand kann - unabhängig von der Ausführungsart für die aufgehende Konstruktion - die vorhandene Gründung (Streifenfundament entsprechend Schurf 1) teilweise wiederverwendet werden.

Weitere Einzelheiten vgl. /U 3/.

5.3.4. Instandsetzungsmaßnahmen der allgemeinen Burgmauer

Einzelheiten vgl. /U 3/.

Nach /U 2/ entfallen voraussichtlich die ursprünglich geplanten Rückverankerungen im 2. BA.

5.3.5. Sicherung und Instandsetzung der westlichen Felsbastion

Einzelheiten vgl. /U 3/.

Verbindliche Maßnahmen können voraussichtlich nur im Zusammenhang mit der endgültigen Freilegung bzw. den eigentlichen Bauarbeiten festgelegt werden.

5.4. Angaben zur Bemessung der Burgmauern

5.4.1. Allgemeines

5.4.2. Bemessung der Rückverankerungen

Einzelheiten vgl. /U 3/.

5.4.3. Gründungsmaßnahmen Befestigung unterer Burghof

Nach der zukünftigen Nutzung des unteren Burghofes (= Verkehrsweg) ist von einer Zuordnung zur Bauklasse Bk0,3 nach RStO 12 auszugehen. Für diese Bauklasse ist bei den im Erdplanumsbereich künstlich aufgefüllten schwachbindigen und bindigen Böden der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** gemäß ZTVE-StB 09 ein frostsicherer Aufbau von 50 cm zu gewährleisten. Hinzu kommen 15 cm aufgrund der Lage des Geländes im Bereich der Frosteinwirkungszone III. Es ergeben sich folgende Dicken für den frostsicheren Aufbau (Tabelle 7 RStO 12):

Frostempfindlichkeit	= 50 cm
Frosteinwirkungszone	= 15 cm
<u>Wasserverhältnisse günstig</u>	= 0 cm
Gesamtdicke	= 65 cm

Weitere Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse können aus der RStO 12 entnommen werden und sind vom Planungsbüro festzulegen.

Gemäß ZTVE-StB 09 gelten für das Planum folgende Forderungen:

- Verdichtungsgrade nach untenstehender Tabelle
- Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Tabelle 2: 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

In Abhängigkeit von der höhenmäßigen Einordnung bzw. Lage des Planums ist damit zu rechnen, dass die auf OK Planum geforderten E_{v2} -Werte **nicht oder nur teilweise** erreicht werden. Zur Verbesserung der Tragfähigkeit ist überwiegend ein zusätzlicher Bodenaustausch von 0,3 m und der Einbau von geeignetem Bodenmaterial (vgl. Abschnitt 5.3.1), d. h. eine Vergrößerung der Dicke der ungebundenen Tragschicht, notwendig.

In der Gründungssohle (Planum) anstehende ungeeignete bzw. nicht verdichtbare Auffüllungen oder weichplastische bindige Böden sind grundsätzlich durch Bodenaustausch zu ersetzen. Hierzu zählen auch nicht vorhersehbare Störungen im Untergrund wie Brunnen und alte Gruben, die durch die punktförmige Erkundung verfehlt bzw. nicht erkannt und erst im Zusammenhang mit der Baugrubenabnahme sicher festgestellt werden können. Vgl. hierzu Abschnitt 6.

Die im Untersuchungsgebiet im Gründungsbereich überwiegend anstehenden schwachbindigen und bindigen Böden (anthropogene Auffüllungen) erfordern grundsätzlich eine Planumsentwässerung. Aufgrund der geplanten Neigung in Richtung Norden (Burgmauer, Ausfall) und dem damit verbundenen natürlichen Gefälle des Planums kann eine Planumsentwässerung entfallen.

5.5. Schutzmaßnahmen gegen Grund- und Stauwasser nach WAS 7

Einzelheiten vgl. /U 3/.

6. Hinweise für die Bauausführung

6.1. Wasserhaltung

6.2. Wiederverwendung der Aushubmassen

Einzelheiten vgl. /U 3/.

6.3. Baugrubenherstellung und Böschungen

Einzelheiten vgl. /U 3/.

Im Zusammenhang mit der Wiederherstellung der Stützmauer östlich des Ausfalles entsteht eine temporäre Böschung von ca. 4 - 5 m Höhe. Es wird empfohlen, die Böschung senkrecht bzw. leicht geneigt als Spritzbetonwand herzustellen. Die Verbauwand ist mindestens in zwei Lagen rückzuverankern.

6.4. Sonstiges

Einzelheiten vgl. /U 3/.

6.5. Baubegleitende Gründungsberatung

Es ist erforderlich, den unterzeichnenden geotechnischen Sachverständigen für Gründungsberatungen im Rahmen der Planung und der Ausführung hinzuzuziehen.

Aufgrund der Tatsache, dass ein Teil der Baugrund-, Gründungs- und Bauwerksverhältnisse wie beispielsweise

- die detaillierten Untergrundverhältnisse im Abschnitt Felsbastion
- die Abgrabung des unteren Burgartens z.B. unter der befestigten Veranstaltungsfläche
- Mauerverhältnisse nach der Abgrabung

nicht bzw. noch nicht ausreichend erkundet werden konnten, müssen ergänzende Festlegungen und Maßnahmen baubegleitend getroffen werden.

6.6. Bau- bzw. Fundamentgrubenabnahme

Es ist erforderlich, den unterzeichnenden geotechnischen Sachverständigen für

- **Abnahmen der Ausschachtungs- bzw. Gründungssohlen sowie**
- **Abnahmen im Zusammenhang mit den Verankerungsarbeiten**

hinzuzuziehen.

Desweiteren ist eine ingenieurtechnische Begleitung bei der abfallrechtlichen Beurteilung und Bewertung der Aushubböden erforderlich.

Entscheidungen über Bodenaustausch bzw. Tiefergründungen werden nach Inaugenscheinnahme und unterstützt durch geeignete Feldprüfungen (Rammsondierung, Plattendruckprüfung) baubegleitend vor Ort getroffen.

7. Schlussfolgerungen zu den abfallrechtlichen Untersuchungen

Die Analysen der **anthropogenen Auffüllungen** P 1 bis P 4 zeigen

- bei Probe **P1** keine Belastung nach LAGA-TR Recyclingmaterial.
- bei Probe **P2** eine stark erhöhte Konzentration von TOC, die eine starke Belastung nach LAGA-TR Boden darstellt.
- bei Probe **P3** eine stark erhöhte Konzentration von PAK und Benzo(a)pyren, die eine starke Belastung nach LAGA-TR Boden darstellt.
- bei Probe **P4** eine stark erhöhte Konzentration von TOC, PAK und Benzo(a)pyren, die eine starke Belastung nach LAGA-TR Boden darstellt.

Aufgrund dieser Verschiedenartigkeit der LAGA-Belastung wird empfohlen, grundsätzlich im Zusammenhang mit einer abfallrechtlichen Baubegleitung ergänzende Untersuchungen und Analysen vorzunehmen. Vgl. hierzu Abschnitt 6.6.

Die Proben werden wie folgt zugeordnet (Tabelle 3):

Tabelle 3:

Probe	Zuordnungswert LAGA/SMUL	Einbauklasse
P 1	Z 0	0
P 2	Z 2 / W 1.1	2
P 3	Z 2 / W 2	2
P 4	Z 2 / W 2	2

Werden die nach LAGA bzw. SMUL-Liste unbelasteten sowie belasteten anthropogenen Auffüllungen im Zusammenhang mit den Baumaßnahmen ausgebaut, sind diese fachgerecht

- nur vereinzelt wiederzuverwenden (entsprechend Tabelle 4) bzw.
- überwiegend auf einer Deponie zu entsorgen

Tab. 4: Einbauklassen und Einbaubedingungen

Einbauklasse	Einbaubedingungen
0	uneingeschränkter Einbau
1.1	eingeschränkter Einbau unter ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen
1.2	eingeschränkter offener Einbau unter günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen
2	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen
(Zuordnungswerte > Z 2)	Ablagerung in Deponien, Untersuchungen zur Deponieklasse erforderlich

Für weitere Fragen stehe ich gern zur Verfügung.



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