

- Baugrunduntersuchung und
-begutachtung
- Geotechnische Beratung
- Erdbauprüfungen

Schlossberg Quedlinburg Sanierung der Stützwand am Järgergarten

Ergebnisbericht der Baugrunduntersuchungen

Bericht-Nr. 3350/22/BG

Quedlinburg, den 07. 07. 2022

Dipl.-Ing. A. Peter

Inhalt

- 1. Vorgang**
- 2. Durchgeführte Untersuchungen**
- 3. Ergebnisse der Untersuchungen**
 - 3.1 Beschreibung der Baugrundverhältnisse
 - 3.2 Grundwasser
- 4 Beurteilung des Baugrundes und Empfehlungen für die Gründung**
 - 4.1 Allgemeines
 - 4.2 Bemessungswerte
 - 4.3 Homogenbereiche
- 5. Empfehlungen für weitere Untersuchungen**

Anlagen

- 1 Lageplan
- 2 Schurf- und Bohrprofile (2.1 - 2.2)

1. Vorgang

Die Welterbestadt Quedlinburg beabsichtigt, die Stützwand am Järgergarten auf dem Schlossberg Quedlinburg zu sanieren. Die Planungen für dieses Vorhaben erfolgen durch das Ing.-Büro Dipl.-Ing. Lars Deuter.

Durch unser Büro wurden in 2008 Untersuchungen zur Feststellung der Mauerwerksdicken und des Baugrundaufbaues im Hinterfüllbereich der Stützwand durchgeführt. Dazu wurden im Mauerwerk in einzelnen Profillinien horizontale Kernbohrungen und im Järgergarten Rammkernsondierungen ausgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in Bohrprofilen und Schnitten dargestellt und der Stadt in 2008 übergeben.

Unser Büro wurde in 2021 durch Ing.-Büro Dipl.-Ing. Lars Deuter beauftragt, im Bereich des Järggartens ergänzende Baugrunduntersuchungen durchzuführen. Dazu sollten bauseits im Hinterfüllbereich der Stützwand angelegte Schürfe aufgenommen und der tiefer liegende Baugrund mittels Rammkernsondierungen erkundet werden.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung des Hinterfüllbereiches der Stützwand wurden durch die Werkstätten für Denkmalpflege GmbH im November 2021 im Bereich des Järggartens 2 Schürfe angelegt (Sch 1 und Sch 2). Aufgegraben wurde dabei unmittelbar an der Rückseite der Stützwand bis in Tiefen von 2,45 und 2,2 m unter Geländeoberkante (GOK). Zur Erkundung des tieferen Baugrundes wurde durch uns in den Schürfen jeweils eine Kleinrammbohrung (Rammkernsondierung) ausgeführt. Die Bohrtiefen betragen 5,2 und 4,2 m. Sie reichten damit bis in Tiefen von ca. 6,75 und 5,5 m unter GOK. In diesen Tiefen mussten die Bohrungen mit Erreichen der Festgesteinsoberkante (Sandstein) wegen mangelnden Bohrfortschritt abgebrochen werden.

Die Lage der Schürfe und Bohrungen ist im Lageplan ersichtlich (Anlage 1). Der angetroffene Baugrundbau ist in Anlage 2 in Schurf- und Bohrprofilen dokumentiert.

3. Ergebnisse der Untersuchungen

3.1 Beschreibung der Baugrundverhältnisse

Der Schlossberg Quedlinburg wird aus Sandsteinen der Unterkreide (Neokom) gebildet. Nach den geologischen Unterlagen beträgt die Gesamtmächtigkeit des Neokoms ca. 180 m. Die Sandsteine sind eng gestuft und als fein- bis mittelkörnig anzusprechen. Das Korn besteht hauptsächlich aus Quarz und weist überwiegend eine extrem schwache Bindung durch Brauneisen (Eisenhydroxid) oder Kieselsäure auf. Bedingt durch die schwache Kornbindung ist der Sandstein sehr porös und entsprechend mürbe. Fest ist das Gestein nur dort, wo Brauneisen und Kieselsäurezement vollständig die Porenräume ausfüllen. Diese festen, i. A. rotbraunen „eisenschüssigen“ Partien beschränken sich zumeist auf wenige dm dicke Lagen, die den ansonsten massiv anstehenden mürben Sandstein durchziehen. Die Schichtung des Sandsteins fällt mit ca. 29 - 33° in südliche und südwestliche Richtungen ein.

Die Stützwand sichert den ca. 9 bis 13 m hohen Geländesprung zwischen der unten liegenden Schlossauffahrt und dem oben liegenden Järgergarten. Die Stützwand ist am Fuß auf dem anstehenden Sandsteinfelsen aufgesetzt und in ihrem unteren Teil diesem vermutlich vorgeblendet. Die Felsböschung steigt im Hinterfüllbereich nach Süden zum Residenzbau hin relativ steil an und tritt dort im Niveau des Fußbodens plateauförmig aus.

Im Bereich des Järgergartens befinden sich oberhalb des Sandsteins anthropogene Auffüllungen. Diese wurden im Hinterfüllbereich der Stützwand im Zuge des Baus der Terrasse des Järgergartens eingebracht. Die Auffüllungen bestehen überwiegend aus schwach humosen, kiesigen Sanden, welche mit Bauschutt durchsetzt sind (Sandstein- und Mörtelbruchstücke). Entsprechend dem Bohrfortschritt kann von einer überwiegend lockeren Lagerung der Auffüllungen ausgegangen werden.

Im Hinterfüllbereich sind zudem lokal Reste ehemaliger Bebauungen (Gründungen, Mauern) zu erwarten. Solche wurden vermutlich in BS 2 im Tiefenbereich 2,8 bis 4,1 m (ca. 4,1 - 5,4 m unter GOK) angetroffen.

3.2 Grundwasser

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen nicht angetroffen. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein geschlossener Grundwasserspiegel erst in größerer, für das Vorhaben nicht relevanter Tiefe vorhanden ist.

Jahreszeitlich und witterungsbedingt ist in den Auffüllungen mit Sickerwasser und Staunässe zu rechnen.

4. Beurteilung des Baugrundes und Empfehlungen für die Gründung

4.1 Allgemeines

Die derzeitigen Planungen sehen vor, zur Entlastung der Stützwand im Hinterfüllbereich der Stützwand aufzugraben und dort eine rückwärtig verankerte Stahlbetonwand anzuordnen. Um einen Lasteintrag in die Stützwand zu vermeiden, soll die Stahlbetonwand zusätzlich auf vertikalen Pfählen gegründet werden.

Die Einbindetiefe der Pfähle richtet sich nach den statischen Erfordernissen. Sie sollte aber mindestens 5 m in den kompakten Sandstein betragen. Darüber hinaus sollten die Druckpfähle (Vertikalpfähle unter der Stahlbetonwand) mindestens bis Niveau Stützwandfuß hinuntergeführt werden. Die Rückverankerung (Horizontalpfähle) sollten zusätzlich so tief eingebunden werden, dass der Gründungsbereich des Nordgiebels des Residenzbaus nicht durch Pfahllasten beeinträchtigt wird.

Wir empfehlen, die Pfähle außerhalb ihres Lastabtragungsbereiches (Einbindung in den kompakten Sandstein) mit einem „Strumpf“ zu umhüllen. Damit werden ein unkontrolliertes Ausfließen des Verpressgutes in die Auffüllungen und entsprechende unkalkulierbare Mehrmengen vermieden.

Bei den Aufgrabungen sind die Anforderungen der DIN 4123 „Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen“ zu beachten. Die Gründungsverhältnisse der angrenzenden Bebauungen (Residenzbau und Torhaus) sind

uns derzeit nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass die Bebauungen überwiegend auf dem anstehenden Sandsteinfelsen abgesetzt sind. Die Tiefenlage der Gründungen sowie der Verlauf und Zustand der OK Sandstein vor der Gründung ist nicht bekannt. Wir empfehlen, die Gründungsverhältnisse zu Beginn der Baumaßnahme in Suchschachtungen zu erkunden. Abhängig von den Gründungsverhältnissen müssen die Maßnahmen zur Sicherung der Gründungen durchgeführt werden.

4.2 Bemessungswerte

Für die anstehenden Böden bzw. Festgesteine können bei erdstatischen Nachweisen die in Tab. 1 ausgewiesenen Kennwerte angesetzt werden:

Tab. 1 Bodenmechanische Kennziffern

Schicht	Boden/Fels	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Wichte		Steifeziffer E_s [MN/m ²]
				γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	
1	Auffüllungen	30	0	18	10,5	5 - 20
2	Sandstein verwittert oder aufgelockert	32,5	2	20	12,5	20
3	Sandstein, kompakt	35	10	21	13,5	60

Bei der Bemessung von Pfählen (z.B. Verpresspfähle mit kleinem Durchmesser) können die in Tab. 2 ausgewiesenen Charakteristischen Pfahlmantelreibungen angesetzt werden. Die Anwendung des Bruchwertes für den Sandstein setzt eine Einbindung von mind. 5 m in den kompakten Sandstein voraus.

Tab. 2 Charakteristische Pfahlmantelreibung

Boden	Bruchwert der Mantelreibung $q_{s1,k}$ in kN/m ²
Auffüllungen	0
Sandstein	500

Der Ansatz eines Pfahlsitzenwiderstand ist bei Verpresspfählen mit kleinem Durchmesser nicht zulässig.

4.3 Homogenbereiche

Bei der Ausschreibung von Erdarbeiten und Bohrarbeiten bietet es sich an, den Baugrund in die in den Tabellen 3 und 4 aufgeführten Homogenbereiche einzuteilen.

Tab. 3 Einteilung der Böden in Homogenbereiche

Kennwerte/ Eigenschaften	Homogenbereich A
Bezeichnung	Auffüllungen
Korngrößenverteilung	n.b.
Massenanteil Steine %	< 30
Massenanteil Blöcke %	< 5
Massenanteil große Blöcke %	< 5
Dichte, feucht ρ [g/cm ³]	1,8 - 2,1
undrainede Scherfestigkeit $c_{u,k}$ [kN/m ²]	n.e.
Wassergehalt w_n [%]	n.e.
Sensitivität	n.b.
Plastizitätszahl I_P	n.e.
Konsistenzzahl I_C	n.e.
Durchlässigkeit [m/s]	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-6}$
Lagerungsdichte	locker, mitteldicht
organischer Anteil [%]	< 5
Abrasivität	mittel abrasiv
Bodengruppen nach DIN 18 196	ST, GT

n.b. nicht bestimmt
n.e. nicht erforderlich

Tab. 4 Einteilung Fels in Homogenbereiche

Kennwerte/ Eigenschaften	Homogenbereich B
Bezeichnung	Sandstein
Benennung	feinkörniges Sedimentgestein
Dichte ρ [g/cm ³]	2,1 - 2,6
Verwitterung und Veränderung	angewittert und unverwittert
Veränderlichkeit	mäßig veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	0,5 - 100
Trennflächenrichtung	Einfallen: 25 - 35° nach S, SW Streichen: NW-SO ca. 135°
Trennflächenabstand [cm]	1 bis > 60
Gesteinskörperform	bankig, prismatisch
Gebirgsdurchlässigkeit	n.b.
Abrasivität	mittel abrasiv

5. Empfehlungen für weitere Untersuchungen

Mit den durchgeführten Untersuchungen ist der Baugrund nur punktuell und nicht ausreichend tief erkundet. Abweichungen zum beschriebenen Baugrundaufbau sind möglich. Das betrifft insbesondere die Verbreitung und Materialzusammensetzung der Auffüllungen sowie den Verlauf und den Zustand der Felsoberkante.

Zur Überprüfung des Baugrundes auf Schwachstellen sollten die Aushub- und Gründungssohlen durch den Baugrundgutachter fachtechnisch abgenommen werden.

Bzgl. der Feststellung der Gründungsverhältnisse angrenzender Bebauungen verweisen wir auf Pkt. 4.1.


Dipl.-Ing. A. Peter







