



Freilichtbühne Zschonergrund: Geotechnische Untersuchungen und Nachweise

Eric Winter

Einleitung

Der Zschonergrund ist ein beliebtes Ausflugsziel mit einer langen Geschichte im Südwesten Dresdens. Anfang des 20. Jahrhunderts öffnete das „Licht- und Luftbad Zschonergrund“ und musste trotz großer Beliebtheit 1988 wegen baulicher Mängel geschlossen werden. Der 1996 gegründete Zschonergrundbadverein e.V. hat das Ziel, das historische Freibad im Zschonergrund wiederzubeleben. Nachdem der Neubau des Schwimmbeckens bereits erfolgt ist, soll eine Freilichtbühne den Ausflugsort mit einer Attraktion erweitern. Die bereits jährlich durchgeführten Konzerte sollen an einem attraktiven Veranstaltungsort durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang ist in Zusammenarbeit mit der TU Dresden die Planung für den Bau der Freilichtbühne für Musikkonzerte angelaufen. Die geplante Freilichtbühne soll in Leichtbauweise am Rande einer bestehenden Böschung errichtet werden. Durch die zusätzliche Belastung der Böschung durch die Bühne und die Konzertbesucher muss die Standsicherheit der Böschung überprüft werden.

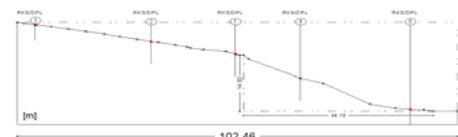


Abb. 1: Visualisierung der Bühne und Schnitt durch die Böschung mit Bohrpunkten.

Arbeitsumfang

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde eine umfangreiche Überprüfung eines unbekanntes Baugrundes durchgeführt. Im Vorfeld für den möglichen Bau einer Freilichtbühne werden Feld- und Laborversuche sowie theoretische Berechnungen durchgeführt. Um standardisierte geotechnische Laborversuche durchführen zu können, muss zunächst die Entnahme von aussagekräftigen Bodenproben erfolgen.

Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Rammkernsondierung
- Sieb- und Schlämmanalyse
- Korndichtebestimmung
- Fließgrenzenbestimmung
- Rahmenscher Versuch
- Triaxialversuch
- Ödometerversuch
- Böschungsstandsicherheitsberechnungen mit Slope/W
- Elementversuche mit Tochnog
- Verformungsberechnungen mit Tochnog

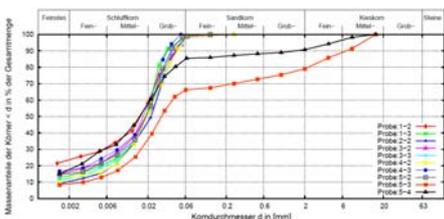


Abb. 2: Kornverteilungskurve aller entnommenen Proben.

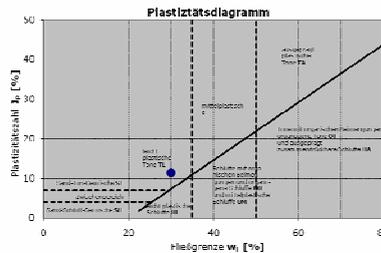


Abb. 3: Typisches Plastizitätsdiagramm der Böden, hier Probe 3-3.

Benennung und Beurteilung des Baugrundes

Nach der Schlämmanalyse, der Bestimmung der Korndichte und der Konsistenzgrenzen konnte eine sehr große Übereinstimmung der Kennwerte festgestellt werden. Durch die Klassifizierung der Proben aller fünf Rammkernsondierungen konnte ein weitgehend homogener Baugrund festgestellt werden. Der vorgefundene Boden wird als stark schluffiger (Abb. 2) und leichtplastischer Ton (Abb. 3) benannt. Dieser Boden hat mit seiner geringen Wasserdurchlässigkeit und dem geringen Elastizitätsmodul zwei wesentliche Nachteile. Die geringe Wasserdurchlässigkeit führt zu einer sehr hohen Frostempfindlichkeit, die durch eine entsprechende frostsichere Gründung (min. 1m ab OK Gelände) berücksichtigt werden sollte. Weiterhin bewirkt eine geringe Änderung des Wassergehalts eine große Änderung der Konsistenz des Bodens.

schluffiger Ton, steife bis halbfeste Konsistenz

- nach DIN 18300: Bodenklasse 4
- Reibungswinkel des drainierten Bodens ϕ' in $^{\circ}$: 36,9°
- Korndichte des Bodens ρ_s in $[g/cm^3]$: 2,69
- Wichte des Bodens γ_B in $[kN/m^3]$: 19,00
- durchschnittlicher Wassergehalt w in $[\%]$: 20,53
- durchschnittliche Plastizitätszahl I_p in $[-]$: 13,39

Besonderheit des Bodens

Für die Ermittlung der Scherfestigkeit des Bodens wurden ein Rahmenscherversuch und ein konsolidierter undrainierter Triaxialversuch durchgeführt. Da es sich bei dem ermittelten Scherwinkel $\phi' = 37^{\circ}$ (Rahmenscherversuch) bzw. $36,9^{\circ}$ (Triaxialversuch) um einen relativ hohen Wert für das anstehende Material handelt, war eine Überprüfung des Winkels durch zwei unabhängige Versuche vorteilhaft. Der Scherwinkel des stark schluffigen Tons bewegt sich im Bereich von mitteldicht gelagerten Sanden. Schluffkörner sind im Gegensatz zu Tonplättchen rau und kantig. Sie besitzen durch Verzahnung der Körner eine erhöhte Scherfestigkeit und somit einen höheren Widerstand entlang der Scherfuge. Durch den großen Schluffanteil im Ton kann sich somit ein höherer Scherwinkel ausbilden.

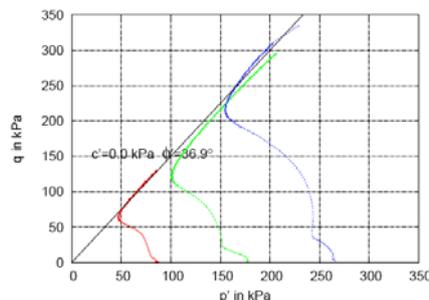


Abb. 4: Spannungspfaddiagramme des Triaxialversuches.

Böschungsstandsicherheit

Die Beurteilung der Böschungsstandsicherheit wurde mit dem numerischen Berechnungsprogramm Slope/W durchgeführt. Entsprechend der Feld- und Laboruntersuchungen wurde ein Baugrundmodell erstellt. Die Böschung zeichnet sich durch ihre Homogenität aus und wurde entsprechend der Abmessung vor Ort modelliert.

Es konnte grundsätzlich bestätigt werden, dass die Böschung ausreichend standsicher ist. Der globale Sicherheitsbeiwert wird mit 2,0 angegeben. Die hohe Standsicherheit ist trotz der sehr gering angesetzten Kohäsion durch den sehr hohen Reibungswinkel und den durchschnittlichen Böschungswinkel von ca. 1:3 zu erklären. Dieser unüblich hohe Reibungswinkel von $36,9^{\circ}$ bewirkt die Mobilisierung von sehr hohen widerstehenden Kräften. Ein weiterer Fakt für die hohe Standsicherheit ist die geringe Auflast der Bühne. Sie belastet die Böschung zwar zusätzlich, ist aber verhältnismäßig klein. Ein Bauvorhaben dieser Größe kann somit im Hinblick auf die Böschungsstandsicherheit durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Durch die Untersuchung des unbekanntes Bodens konnte ein Überblick über den anstehenden Boden gewonnen werden. Durch die Kenntnis des anstehenden Bodenmaterials konnte eine Grundlegende Bewertung des Baugrundes erfolgen und die zugehörigen Parameter benannt werden. Der Baugrund wird als leichtplastischer Ton angesprochen, der sich zudem durch einen hohen Schluffanteil auszeichnet. Da dieser Boden dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt werden kann, und diese im Zusammenhang mit Wassersättigung ebenso zu ungewollten Konsistenzänderungen führt, muss man sich gegebenenfalls über bodenverbessernde Maßnahmen Gedanken machen. Die Standsicherheitsberechnung der Böschung ergab eine ausreichende Böschungsstandsicherheit. Die Validierung der ermittelten Parameter konnte durch Elementversuche, die mittels FEM simuliert wurden, gezeigt werden. Außerdem wurde das wirklichkeitsnahe Verhalten des verwendeten hypoplastischen Stoffgesetzes im Vergleich zu den durchgeführten Versuchen deutlich.

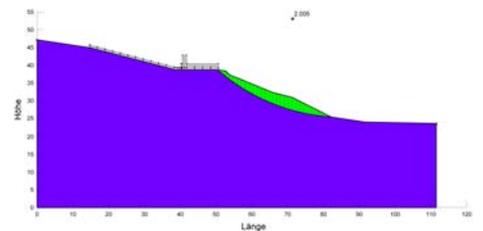


Abb. 5: Kritischer Gleitkreis bei der Beurteilung der Böschungsstandsicherheit.

Projekt
Diplomarbeit

Wissenschaftlich Betreuung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ivo Herle, TU Dresden
Dr.-Ing. Thomas Meier, TU Dresden
Dipl.-Ing. Kornelia Nitzsche, TU Dresden

Abgabe
Juni 2010