



Instandsetzung Hochwasserschutzdeich an der Wipper bei Freckleben

1. Ergänzung zum Standsicherheitsnachweis vom 07.09.2015

Auftrag vom:	09.08.2017
Projektnummer:	1237
Auftraggeber:	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt Flussbereich Sangerhausen Oberröblinger Bahnhofstraße 1 06526 Sangerhausen
Auftragnehmer:	C&E Consulting und Engineering GmbH Fachbereich Geotechnik und Bergbau Jagdschänkenstraße 52 09117 Chemnitz
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. C. Bonim-Schmidl

Chemnitz, den 20.11.2017

Dipl.-Geol. D. Rensing
Bereichsleiter Geotechnik

Dipl.-Ing. C. Bonim-Schmidl
Projektingenieurin



Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangsunterlagen.....	3
2. Aufgabenstellung	3
3. Standsicherheitsnachweis	4
3.1. Deiche und Verwallungen.....	4
3.2. Gabionenwand	6
3.3. Winkelstützwand	8
3.4. Hinweise zur Bauausführung.....	9
4. Zusammenfassung.....	10

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Nachweise Deiche BS-P
Anlage 2	Nachweise Deiche BS-A
Anlage 3	Standsicherheitsberechnung Gabionenwand BS-P
Anlage 4	Standsicherheitsberechnung Gabionenwand BS-T
Anlage 5	Standsicherheitsberechnung Gabionenwand BS-A
Anlage 6	Standsicherheitsberechnung Winkelstützmauer



1. Ausgangsunterlagen

- U 1** Ingenieurvertrag zu „Änderung/Aktualisierung der Planungsunterlage Lph 3/4 auf der Grundlage der aktuellen Ergebnisse des überarbeiteten Hochwasserrisikomanagementplans der Wipper
LHW Sachsen-Anhalt, Sangerhausen, 09.08.2017
- U 2** Instandsetzung Hochwasserschutzdeich an der Wipper bei Freckleben - Standortsicherheitsnachweis
C&E Consulting und Engineering GmbH, Chemnitz, 07.09.2015
- U 3** Baugrundgutachten zum BV Instandsetzung Hochwasserschutzdeich an der Wipper bei Freckleben
C&E Consulting und Engineering GmbH, Chemnitz, 01.09.2015

2. Aufgabenstellung

Der Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt plant die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen an Gewässern 1. Ordnung. In der Ortslage Freckleben bei Aschersleben im Salzlandkreis betrifft dies die Wipper, für die auf einer Länge von ca. 1,5 km verschiedene Maßnahmen umzusetzen sind.

Im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung waren Standortsicherheitsberechnungen für die herzustellenden Deiche, Hochwasserschutzwände sowie die Böschungssicherung mittels Gabionenwand auszuführen. Die Nachweisführung erfolgte dabei auf Grundlage der Planungsunterlagen und anhand der im Baugrundgutachten /U 3/ festgelegten bodenmechanischen Kennwerte für den Untergrund.

Aufgrund geänderter Wasserspiegellagen als maßgebende Bedingung zur Dimensionierung der Hochwasserschutzanlagen sind die neuen Randbedingungen im Zuge der Tragwerksplanung / Standortsicherheitsberechnung fortzuschreiben. Anhand der aktuellen Erkenntnisse sind nur noch die Anlagen im 3. und 4. Bauabschnitt Gegenstand der Planung. Für diese Hochwasserschutzanlagen - Deiche, Hochwasserschutzwand, Gabionenwand - erfolgt mit vorliegender Unterlage die Ergänzung zum bestehenden Standortsicherheitsnachweis.



3. Standsicherheitsnachweis

Für die Nachweise gelten die in /U 2/ festgelegten Eingangsparameter und Berechnungsgrundlagen. Nachfolgende Berechnungen berücksichtigen die aktuellen Wasserspiegellagen aus der Entwurfs- und Genehmigungsplanung.

3.1. Deiche und Verwallungen

Untersucht werden die aus der Planung vorliegenden Querprofile für den Bauabschnitt 3 bei

- Fluss-km 28+100 (neu: BA 1, QP 2)
- Fluss-km 28+200
- Fluss-km 28+300 (neu: BA 1, QP 4)

Die Protokolle zu den hydraulischen Nachweisen für die Bemessungssituationen BS-P und BS-A sind als Anlage 1 und 2 beigefügt.

Standortsicherheit gegen Böschungsbruch

Mit der Einordnung der Deichbauwerke in die Klasse III und geotechnische Kategorie GK 1 sind weitergehende geotechnische Untersuchungen zum Versagen durch Böschungsbruch entbehrlich.

Abgleiten in der Auflagerfuge

Für die Gleitsicherheit in der Sohle des HW-Schutzdeiches bzw. der Verwallung im BA 3 wurde ein Ausnutzungsgrad von max. $\mu = 0,58 \leq 1,00$ (QP 7) ermittelt. Bei der geplanten Ausführung des Deichkörpers ist eine ausreichende Sicherheit für den Bemessungshochwasserstand (BS-P) sowie den bordvollen Einstau (BS-A) vorhanden.

Spreizsicherheit am Deichfuß

Für den Nachweis gegen Versagen durch Spreizwirkung am wasserseitigen Böschungsfuß ergibt sich im Hochwasserfall (BS-P) der Ausnutzungsgrad zu max. $\mu = 0,49 \leq 1,00$. Die Berechnungswerte für den Kroneneinstau liegen unterhalb. Es kann angenommen werden, dass unzuträgliche Rissbildungen an der wasserseitigen Böschung infolge von nach außen gerichteten Spannungen nicht auftreten.

Hydraulischer Grundbruch

Die Bestimmung der Deichdurchsickerung sowie das Untergrundverhalten erfolgt mit dem Programm PLAXIS Version 7.2 der Fa. PLAXIS BV. Im Ergebnis werden die Sickerlinie und das



Strömungsverhalten dargestellt. Die berechnete maximale Strömungsgeschwindigkeit am luftseitigen Böschungsfuß wird für die weitere Berechnung übernommen.

Die größte Durchströmung wurde für das Querprofil 7 im Falle des bordvollen Einstaus (BS-A) mit einer max. Fließgeschwindigkeit von $v_{\max} = 1,2 \cdot 10^{-8}$ m/s ermittelt. Damit ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,31 \leq 1,00$. Für die anderen Querprofile liegen die ermittelten Ausnutzungsgrade deutlich darunter. Eine ausreichende Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch ist damit gewährleistet.

Aufschwimmen

Eine ausreichende Sicherheit der oberflächennahen gering durchlässigen Schichten auf der Luftseite der Verwallung im Bauabschnitt 3 gegen Aufschwimmen ist für die Fälle BHW (BS-T) und bordvollem Einstau (BS-A) mit maximalen Ausnutzungsgraden von $\mu = 0,78 \leq 1,00$ bzw. $\mu = 0,84 \leq 1,00$ gegeben.

Setzungen in der Deichkrone

Die Setzungen des Deiches wurden mit dem FEM-Programm Plaxis ermittelt. Für die Eigensetzungen wurden in der Deichkrone Werte von etwa 1 - 2 mm an der Oberkante berechnet, welche zum großen Teil schon während der Bauzeit eintreten. Da auf den Verwallungen nur ein fußläufiger Kontrollweg vorgesehen ist, sind zusätzliche Setzungen infolge Verkehrslasten auszuschließen.

Da die Deiche als homogene Bauwerke aufgebaut werden, ist die Möglichkeit eines unterschiedlichen Verformungsverhaltens verschiedener Deichzonen von vornherein nicht gegeben.

Oberflächenerosion

Grundsätzlich kann anhand der Begutachtung der vorliegenden Unterlagen für die Deiche und Verwallungen mit Böschungsneigungen von 1:3 auf der Luft- und Wasserseite das Erosionsverhalten als sicher eingestuft werden. Für die Uferüberhöhung entsprechend Querprofil 6 ist aufgrund der geringen Bauhöhe von wenigen Dezimeter an der wasserseitigen Böschung eine Neigung von 1:1 ausführbar.

Erosionsgrundbruch am luftseitigen Böschungsfuß

Für die Verwallung kann in fast allen Bereichen eine ausreichende Sicherheit gegen die Aktivierung von Erosionsvorgängen nachgewiesen werden. Nur für die Verwallung im Querprofil 12 ist die ermittelte Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch im Falle des bordvollen Einstaus (BS-A) mit einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,18 > 1,00$ nicht ausreichend. Dies ist auf eine Verringerung der Deichbreite zur Anpassung an die geneigte Geländeoberkante und somit nicht ausreichende Sickerstrecke in diesem Falle zurückzuführen. Für die Einstauhöhe von ca. 0,84 m wurde im Grenzzustand eine rechnerisch notwendige Breite der Aufstandsfläche von mindestens 5,1 m

ermittelt (s. Anlage 2.2), um die erforderliche Sicherheit zu gewährleisten. Die Planung ist entsprechend anzupassen.

Beständigkeit gegen Suffosion und Kontakterosion

Es kann angenommen werden, dass für die homogen hergestellten Deichkörper bzw. Verwallungen (hinsichtlich Materialzusammensetzung, Verdichtung und Durchlässigkeit) eine ausreichende Beständigkeit gegen innere Suffosionsvorgänge vorhanden ist.

Materialtransport durch Kontakterosion an Schichtgrenzen könnte lediglich im Falle des bordvollen Einstaus an der Kontaktgrenze zwischen dem Deichkörper und der Schottertragschicht (Körnung 0/32) auftreten, die ca. 20 cm unterhalb der Deichkrone verläuft. Aufgrund des geringen hydraulischen Gefälles an dieser Stelle ist allerdings anzunehmen, dass mögliche Erosionserscheinungen im verträglichen Rahmen liegen.

3.2. Gabionenwand

Die Protokolle zu den Standortsicherheitsnachweisen für die Gabionenwand für die einzelnen Bemessungssituationen sind als Anlagen 3 bis 5 beigelegt.

Ständige Bemessungssituation (BS-P)

Für das berechnete Modell wird für den Geländebruchnachweis ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,73 \leq 1,00$ ermittelt. Ein ausreichendes Sicherheitsniveau gegen Versagen durch Böschungsbruch ist mit $\mu = 0,61 \leq 1,00$ ebenfalls gewährleistet.

Bei der Standortsicherheitsberechnung gegen Versagen durch Gleiten auf der Auflagerfläche (Sauberkeitsschicht) wurde ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,93 \leq 1,00$ in der Sohlfuge bzw. von $\mu = 0,78 \leq 1,00$ in der Auflagerfuge ermittelt. Das erforderliche Standortsicherheitsniveau wird damit eingehalten.

Der Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch Kippen am äußeren Fußpunkt der Mauer wird mit $\mu = 0,41 \leq 1,00$ erbracht.

Zum Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch Grundbruch wurde der Bemessungswert der Vertikalkräfte V_d aus Erddruck und den Eigenlasten der Mauer dem Grundbruchwiderstand $R_{n,d}$ gegenübergestellt. Für den Fall einer Gründung auf mit Zementsuspension verpressten Untergrund mit Gründungspolster wird das erforderliche Sicherheitsniveau mit einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,80 \leq 1,00$ erreicht; die Standortsicherheit ist damit gewährleistet.

Der Lastangriff der Sohldruckresultierenden aus charakteristischen Einwirkungen liegt mit $e_b = 0,40 \text{ m} < 0,67 \text{ m} = b/3$ innerhalb der 2. Kernweite bezüglich der Mauerbreite an der Unterkante. Die wirksame Mauerbreite b' beträgt damit $b' = b - 2 \cdot e_b = 1,20 \text{ m}$. Die Verteilung der Sohlnormalspannung ist dreieckförmig und wurde mit einem Maximalwert von $\max \sigma_0 = 71,5 \text{ kN/m}^2$ pro lfd. Meter ermittelt. Nach DIN 1054 kann angenommen werden, dass keine unzutraglichen Ver-

drehungen des Bauwerkes auftreten. Auftretende Setzungen werden bei ordnungsgemäßer Ausführung der Gründungsarbeiten mit ca. 2 - 4 cm abgeschätzt und klingen zum Großteil während der Bauausführung ab.

Unter Vernachlässigung der Bodenreaktion an der Stirnseite des Bauwerkes kann der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen in der Sohlfuge mit $\mu = 0,78 \leq 1,00$ erbracht werden.

Vorübergehende Bemessungssituation (BS-T)

Bei Ansatz des Bemessungshochwasserstandes mit HQ_{100} wird für den Geländebruchnachweis ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,70 \leq 1,00$ ermittelt. Ein ausreichendes Sicherheitsniveau gegen Versagen durch Böschungsbruch ist mit $\mu = 0,60 \leq 1,00$ ebenfalls gewährleistet.

Bei der Standsicherheitsberechnung gegen Versagen durch Gleiten auf der Auflagerfläche (Sauberkeitsschicht) wurde ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,91 \leq 1,00$ in der Sohlfuge bzw. von $\mu = 0,66 \leq 1,00$ in der Auflagerfuge ermittelt. Das erforderliche Standsicherheitsniveau wird damit eingehalten.

Der Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch Kippen am äußeren Fußpunkt der Mauer wird mit $\mu = 0,30 \leq 1,00$ erbracht.

Zum Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch Grundbruch wurde der Bemessungswert der Vertikalkräfte V_d aus Erddruck und den Eigenlasten der Mauer dem Grundbruchwiderstand $R_{n,d}$ gegenübergestellt. Für den Fall einer Gründung auf mit Zementsuspension verpressten Untergrund mit Gründungspolster wird das Sicherheitsniveau mit einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,40 \leq 1,00$ ermittelt; die Standsicherheit ist damit gewährleistet.

Der Lastangriff der Sohldruckresultierenden aus charakteristischen Einwirkungen liegt mit $e_b = 0,45 \text{ m} < 0,67 \text{ m} = b/3$ innerhalb der 2. Kernweite bezüglich der Mauerbreite an der Unterkante. Die wirksame Mauerbreite b' beträgt damit $b' = b - 2 \cdot e_b = 1,10 \text{ m}$. Die Verteilung der Sohlnormalspannung ist dreieckförmig und wurde mit einem Maximalwert von $\max \sigma_0 = 47,7 \text{ kN/m}^2$ pro lfd. Meter ermittelt. Nach DIN 1054 kann angenommen werden, dass keine unzuträglichen Verdrehungen des Bauwerkes auftreten.

Unter Vernachlässigung der Bodenreaktion an der Stirnseite des Bauwerkes kann der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen in der Sohlfuge mit $\mu = 0,66 \leq 1,00$ erbracht werden.

Außergewöhnliche Bemessungssituation (BS-A)

Unter Ansatz eines Einstaus bis zur Böschungsoberkante wird für den Geländebruchnachweis ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,60 \leq 1,00$ ermittelt. Ein ausreichendes Sicherheitsniveau gegen Versagen durch Böschungsbruch ist mit $\mu = 0,53 \leq 1,00$ ebenfalls gewährleistet.

Bei der Standsicherheitsberechnung gegen Versagen durch Gleiten auf der Auflagerfläche (Sauberkeitsschicht) wurde ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,87 \leq 1,00$ in der Sohlfuge bzw. von

$\mu = 0,61 \leq 1,00$ in der Auflagerfuge ermittelt. Das erforderliche Standsicherheitsniveau wird damit eingehalten.

Der Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch Kippen am äußeren Fußpunkt der Mauer wird mit $\mu = 0,26 \leq 1,00$ erbracht.

Zum Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch Grundbruch wurde der Bemessungswert der Vertikalkräfte V_d aus Erddruck und den Eigenlasten der Mauer dem Grundbruchwiderstand $R_{n,d}$ gegenübergestellt. Für den Fall einer Gründung auf mit Zementsuspension verpressten Untergrund mit Gründungspolster wird das Sicherheitsniveau mit einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,37 \leq 1,00$ ermittelt; die Standsicherheit ist damit gewährleistet.

Der Lastangriff der Sohldruckresultierenden aus charakteristischen Einwirkungen liegt mit $e_b = 0,47 \text{ m} < 0,67 \text{ m} = b/3$ innerhalb der 2. Kernweite bezüglich der Mauerbreite an der Unterkante. Die wirksame Mauerbreite b' beträgt damit $b' = b - 2 \cdot e_b = 1,06 \text{ m}$. Die Verteilung der Sohlnormalspannung ist dreieckförmig und wurde mit einem Maximalwert von $\max \sigma_0 = 46,2 \text{ kN/m}^2$ pro lfd. Meter ermittelt. Nach DIN 1054 kann angenommen werden, dass keine unzutraglichen Verdrehungen des Bauwerkes auftreten.

Unter Vernachlässigung der Bodenreaktion an der Stirnseite des Bauwerkes kann der Nachweis gegen unzutragliche Verschiebungen in der Sohlfuge mit $\mu = 0,61 \leq 1,00$ erbracht werden.

Zusammenfassung

Die Standsicherheitsnachweise für die Gabionenwand werden unter Ansatz der geänderten Wasserspiegellagen für alle Bemessungssituationen erfüllt.

3.3. Winkelstützwand

Im Zuge der Aktualisierung der Planungsunterlage wurde ein weiteres Absperrbauwerk am linken Flussufer im Bereich Winzersteg bei Fluss-km 28+210 bis 28+233 angeordnet. Aufgrund der angrenzenden Bebauung und der damit verbundenen geringen Platzverhältnisse wurde für diesen Bereich eine Hochschutzwand als Winkelstützmauer vorgesehen.

Das zu untersuchende L-Element hat eine Höhe von 1,35 m und eine Breite von 0,85 m. Die Bordhöhe über Geländeoberkante ist mit 0,8 m vorgesehen. Als Gründung ist ein Betonfundament (Dicke 15 cm) auf einer Frostschuttschicht (Dicke 30 cm) der Körnung 0/45 geplant.

Das Bauwerk befindet sich unmittelbar am Gewässerufer. Die Böschung wird gemäß Planungsunterlage mit einer Höhe ca. 2,3 m und einer Neigung von ca. 50° angenommen. Die Uferbefestigung aus Wasserbausteinen im Beton wird bei den Berechnungen nicht berücksichtigt. Zur Darstellung der Bodenschichtung werden die Erkundungsergebnisse aus /U 3/ zugrunde gelegt.

Für das Bauwerk sind die erforderlichen Standsicherheitsberechnungen entsprechend Eurocode 7 nach dem Teilsicherheitskonzept zu führen. Zu untersuchen sind die Bemessungssitua-



tionen für das mittlere Normalwasser (BS-P), das Hochwasser HQ 100 (BS-T) und den bordvollen Einstau (BS-A).

Standsicherheit gegen Böschungsbruch/Geländebruch

Für das entsprechend den o. g. Angaben berechnete Modell wird für die ständige Bemessungssituation (BS-P) für den Böschungsbruchnachweis ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,55 > 1,00$ (Gleitkreis) bzw. von $\mu = 1,19 > 1,00$ (Gleitkörper) ermittelt (s. Anlage 6.1). Ein ausreichendes Sicherheitsniveau gegen Versagen durch Böschungsbruch ist damit nicht gewährleistet.

Bei Ansatz einer um 0,5 m tieferen Gründungsebene des Bauwerkes (s. Anlage 6.2) liegen die berechneten Ausnutzungsgrade mit $\mu = 1,40 > 1,00$ bzw. $\mu = 1,08 > 1,00$ immer noch oberhalb des Grenzwertes.

Unter Beachtung der Baufähigkeit der Hochwasserschutzwand wird die Ausführung als Winkelstützmauer bei den vorliegenden Randbedingungen als nicht zielführend erachtet. Auf weiterführende Nachweise wird daher verzichtet.

3.4. Hinweise zur Bauausführung

Deiche und Verwallungen

Es gelten die Hinweise des Standsicherheitsnachweises /U 2/.

Gabionenwand

Es gelten die Hinweise des Standsicherheitsnachweises /U 2/. Die für den verpressten Untergrund angesetzten Kennwerte in den Berechnungen stellen Mindestanforderungen dar.

Hochwasserschutzwand

Unter den Bedingungen

- eines anzunehmenden hohen Aufwandes zur Herstellung einer standsicheren Hochwasserschutzwand als Winkelstützmauer bei der vorhandenen Böschungsgeometrie
- der stark begrenzten Platzverhältnisse am Gewässerufer und
- der vor Erschütterungen zu schützenden angrenzenden Bebauung

wird die Ausführung der Hochwasserschutzwand als Mikrobohrpfahlwand empfohlen. Für die Pfähle ist eine einheitliche Gründung von mindestens einem Meter im festen Felsersatz sicherzustellen. Eine ggf. erforderliche Rückverankerung ist in der Tragwerksplanung festzulegen. Es sind Maßnahmen festzulegen, um ein Anstauen von Schichten- oder Grundwasser hinter der Wand zu vermeiden.



4. Zusammenfassung

Unter Ansatz der geänderten Wasserspiegellagen konnten die Standsicherheitsnachweise für die Deiche/Verwallungen sowie die Gabionenwand erfüllt werden. Für die zusätzlich betrachtete Winkelstützwand konnte dagegen kein ausreichendes Sicherheitsniveau nachgewiesen werden. Aufgrund der vorliegenden Randbedingungen wird daher die Ausführung als Mikrobohrpfahlwand empfohlen.

Der Standsicherheitsnachweis einschließlich dieser Ergänzung darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden. Es wird darauf verwiesen, dass die Standsicherheitsnachweise unter Ansatz der o.g. Randbedingungen und Materialkennwerte geführt wurden. Sollte anhand örtlicher Erkenntnisse eine Abweichung von den dargestellten Bedingungen vermutet werden, sind die Bearbeiter zu informieren.

Für Rückfragen stehen die Bearbeiter gern zur Verfügung.