



GRUNDBAULABOR BREMEN  
INGENIEURGESELLSCHAFT  
FÜR GEOTECHNIK MBH  
KLEINER ORT 2  
28357 BREMEN  
TELEFON (0421) 20770-0  
TELEFAX (0421) 27 42 55  
GLB@GRUNDBAULABOR.DE

GRUNDBAULABOR BREMEN · KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

I. Oldenburgischer Deichband  
Franz-Schubert-Str. 31, 26919 Brake  
c/o  
NLWKN – Betriebsstelle Brake-Oldenburg  
Frau Henken  
Heinestr. 1  
**26919 Brake**

11.03.2020 SB/ALa  
Objekt-Nr.  
19 12353

O:\19\12353\Briefe\br13.docx

Vorab per E-Mail an:       petra.henken@nlwkn-bra.niedersachsen.de;  
Cc:                               wefer@gralle.de; nossol@gralle.de

**Herstellung der Deichsicherheit im Bereich Kloster Blankenburg,  
26135 Oldenburg  
Anpassung der Deichstandsicherheitsnachweise aufgrund angepasster  
Planunterlagen**

Sehr geehrte Frau Henken,

mit diesem Schreiben erhalten Sie die Ergebnisse der Deichstandsicherheitsnachweise im Bereich Kloster Blankenburg aufgrund angepasster Planunterlagen vom 27.02.2020 ergänzend zu unserem Geotechnischen Bericht Nr. 1 vom 09.12.2019.

## **1 Aufgabenstellung und Berechnungsquerschnitte** **(Anlagen 5.6.1 bis 5.11.6)**

Vom I. Oldenburgischen Deichband - wurde eine Beurteilung der Deichstandsicherheit im Bereich des Deichabschnittes Kloster Blankenburg beauftragt. Die Standsicherheit der geplanten Böschungen wurde an den charakteristischen Querschnitten D-km 0+550, 0+750, 0+950, 1+175, 1+370 und 1+500 entsprechend der vorhandenen Baugrundsituation und dem geplanten Aufbau untersucht.

Für die Querschnitte 0+000 bis 0+500 wurden aufgrund der Baugrundsituation keine Standsicherheitsuntersuchungen durchgeführt. In den Querschnitten wurden unter einer vorhandenen Mutterbodenschicht Mittelsande mit geringen Torfeinlagerungen angetroffen, für die aus geotechnischer Sicht bei einer geplanten Böschungsneigung von 1 : 3 keine Standsicherheitsuntersuchungen erforderlich sind.

## **2 Software**

Die Berechnung der Böschungsbruchsicherheit wurde mit dem Programm GGU - STABILITY - Böschungsbruchberechnungen und Berechnungen von Bodenvernagelungen und Bewehrte-Erde-Wände nach DIN 4084 und EC 7 - Version 12.00 durchgeführt.

Die Deichstandsicherheit wurde mit dem Verfahren nach Bishop (kreisförmiger Bruchkörper mit dem Mohr-Coulomb Bruchkriterium) ermittelt.

Der Ausnutzungsgrad „ $\mu$ “ wird als Verhältnis des Bemessungswertes der Einwirkungen bzw. Beanspruchungen zu den Widerständen definiert und muss die Forderung

$$\mu \leq 1,0$$

erfüllen.

### 3 Baugrund

Der Baugrund der charakteristischen Querschnitte wurde anhand der Baugrunderkundungen von November 2015 und von April und August 2019 festgelegt. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der angesetzten Baugrundaufschlüsse in den Querprofilen. Die Bodenkennwerte wurden gemäß Abschnitt 4.6 des Geotechnischen Berichtes Nr. 1 vom 09.12.2019 in Ansatz gebracht.

| Querprofil   | Baugrundaufschluss | Anlage |
|--------------|--------------------|--------|
| D-km 0 + 550 | BS/DPH 205         | 2.1.1  |
| D-km 0 + 750 | BS/DPH 112         | 2.1.3  |
|              | BS 113             |        |
| D-km 0 + 950 | BS/DPH 117         | 2.1.3  |
| D-km 1 + 175 | BS 124             | 2.1.3  |
|              | BS 125             |        |
| D-km 1 + 370 | BS 130             | 2.1.3  |
|              | BS/DPH 131         |        |
|              | BS/DPH 132         |        |
| D-km 1 + 500 | BS/DPH 133         | 2.1.3  |
|              | BS 134             |        |

Tabelle: Zuordnung Baugrundaufschlüsse - Deichprofil

Die in Ansatz gebrachten Bodenprofile mit den rechnerischen Bodenkennwerten sind auf den Anlagen 5.6.1 bis 5.11.6 zur Berechnung der Böschungsbruchsicherheit angegeben.

In den vorgenannten Anlagen sind zudem die für die geologischen Profile der jeweiligen charakteristischen Querschnitte berücksichtigten Bodenprofile dargestellt.

## 4 Wasserstände

Für den Nachweis der Standsicherheit der Binnenböschung wurde der Wasserstand während der Bauzustände und in den Endzuständen außendeichs mit einem Grenzwasserstand der Hunte von + 3,3 m NHN in Ansatz gebracht.

## 5 Verkehrslast

Im Bereich des geplanten Deichverteidigungsweges wurde sowohl für den Bauzustand als auch für den Endzustand eine Verkehrslast von  $p_v = 16,7 \text{ kN/m}^2$  (SLW 30) auf einem 3,0 m breiten Streifen in Ansatz gebracht.

## 6 Berechnungsansätze

Sowohl bei der Berechnung für den Bauzustand (Bemessungssituation BS-T) als auch für den Endzustand (Bemessungssituation BS-P) wurde der Nachweis der Standsicherheit für die Globalsicherheit der Außen- und Binnenböschung sowie die lokale Sicherheit der Binnenböschung geführt.

Die Berechnungen erfolgten im Bauzustand bzw. im Anfangszustand der Belastung des unberührten Bodens mit den undränierten Scherfestigkeiten  $c_u$  des Bodens und einem Winkel der inneren Reibung von  $\varphi_u = 0^\circ$ .

Im Querprofil D-km 1+175 wurde der Nachweis der Standsicherheit bei Überschreitung des Ausnutzungsgrades  $\mu > 1,0$ , bei einem Ansatz mit den undränierten Scherparametern, zusätzlich im teilkonsolidierten Zustand mit den dränierten Scherparametern ( $\varphi_k$  und  $c_k$ ) unter Berücksichtigung einer Konsolidationsschicht in der Torfschicht untersucht. Für die Konsolidationsschicht wurde eine Durchlässigkeit von  $k_s = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$  und eine Steifigkeit von  $E_s = 500 \text{ kN/m}^2$  in Ansatz gebracht.

Bei den Standsicherheitsuntersuchungen für den Endzustand erfolgten die Berechnungen grundsätzlich mit den dränierten Scherparametern ( $\varphi_k$  und  $c_k$ ), da es sich um einen auskonsolidierten und entspannten Zustand des Baugrundes handelt.

## 7 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen und Widerstände für den Bauzustand (temporäre Bemessungssituation: BS-T) und den Endzustand bei einem Grenzwasserstand der Hunte von + 3,3 m NHN (ständige Bemessungssituation: BS-P) wurden aus der EC 7 übernommen und sind nachfolgend aufgeführt:

|   | <b>Formelzeichen</b> | <b>BS-T</b> | <b>BS-P</b> |
|---|----------------------|-------------|-------------|
| Ständige Einwirkungen                                 | $\gamma_G$           | 1,00        | 1,00        |
| ungünstige veränderliche Einwirkungen                 | $\gamma_Q$           | 1,20        | 1,30        |
| Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränierten Bodens | $\gamma_\varphi$     | 1,15        | 1,25        |
| Kohäsion $c'$ des dränierten Bodens                   | $\gamma_c$           |             |             |
| Scherfestigkeit $c_u$ des undränierten Bodens         | $\gamma_{c_u}$       |             |             |

## 8 Ergebnisse der Böschungsbruchuntersuchungen

### 8.1 Querprofil D-km 0+550 (Anlagen 5.9.1 bis 5.9.8)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 0+550 sowohl für den Bauzustand als auch den Endzustand sind auf den Anlagen 5.9.1 bis 5.9.8 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

**Binnenböschung:**

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,77                          | JA                  | 5.9.1  |
|                    | lokal            | undränniert         | 0,91                          | JA                  | 5.9.2  |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,70                          | JA                  | 5.9.3  |
|                    | lokal            | dränniert           | 0,92                          | JA                  | 5..9.4 |

**Außenböschung:**

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,63                          | JA                  | 5.9.5  |
|                    | lokal            | undränniert         | 0,72                          | JA                  | 5.9.6  |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,63                          | JA                  | 5.9.7  |
|                    | lokal            | dränniert           | 0,62                          | JA                  | 5.9.8  |

Bei den Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außen- ergebnis ergeben sich im Querschnitt 0+550 für die Bemessungssituationen BS-T und BS-P Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 0+550 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

Aufgrund des teilweise hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

## 8.2 Querprofil D-km 0+750 (Anlagen 5.10.1 bis 5.10.6)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 0+750 sowohl für den Bauzustand als auch den Endzustand sind auf den Anlagen 5.10.1 bis 5.10.6 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

### Binnenböschung:

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,31                          | JA                  | 5.10.1 |
|                    | lokal            | undränniert         | 0,40                          | JA                  | 5.10.2 |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,30                          | JA                  | 5.10.3 |
|                    | lokal            | dränniert           | 0,43                          | JA                  | 5.10.4 |

### Außenböschung:

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,45                          | JA                  | 5.10.5 |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,50                          | JA                  | 5.10.6 |

Bei den Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außen- ergebnen sich im Querschnitt 0+750 für die Bemessungssituationen BS-T und BS-P Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 0+750 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

### 8.3 Querprofil D-km 0+950 (Anlagen 5.11.1 bis 5.11.6)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 0+950 sowohl für den Bauzustand als auch den Endzustand sind auf den Anlagen 5.11.1 bis 5.11.6 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

#### Binnenböschung:

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,82                          | JA                  | 5.11.1 |
|                    | lokal            | undränniert         | 0,91                          | JA                  | 5.11.2 |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,71                          | JA                  | 5.11.3 |
|                    | lokal            | dränniert           | 0,81                          | JA                  | 5.11.4 |

#### Außenböschung:

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,65                          | JA                  | 5.11.5 |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,47                          | JA                  | 5.11.6 |

Bei den Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außen- ergebnen sich im Querschnitt 0+950 für die Bemessungssituationen BS-T und BS-P Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 0+950 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

Aufgrund des teilweise hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

#### 8.4 Querprofil D-km 1+175 (Anlagen 5.6.1 bis 5.6.9)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 1+175 sowohl für den Bauzustand als auch den Endzustand sind auf den Anlagen 5.6.1 bis 5.6.9 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

##### Binnenböschung:

| Zustand                 | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter   | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|-------------------------|------------------|---|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T      | global           | undränniert   | 0,91                          | JA                  | 5.6.1  |
|                         | lokal            | undränniert   | 1,09                          | NEIN                | 5.6.2  |
|                         |                  | dränniert<br>teilkonsolidiert<br>Konsolidations-<br>zeitpunkt 180d                  | 0,98                          | JA                  | 5.6.3  |
|                         |                  | dränniert<br>teilkonsolidiert<br>Vorschüttung<br>Höhe h = 1,4 m                     | 0,97                          | JA                  | 5.6.4  |
|                         |                  | dränniert<br>teilkonsolidiert<br>Liegezeit 270d<br>Konsolidations-<br>zeitpunkt 40d | 1,00                          | JA                  | 5.6.5  |
| Endzu-<br>stand<br>BS-P | global           | dränniert   | 0,82                          | JA                  | 5.6.6  |
|                         | lokal            | dränniert   | 0,98                          | JA                  | 5.6.7  |

##### Außenböschung:

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,55                          | JA                  | 5.6.8  |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,44                          | JA                  | 5.6.9  |

Die Übersicht zeigt, dass der Nachweis der Standsicherheit zur Binnenseite in der Bemessungssituation BS-T mit den Bodenkennwerten der undrÄnirten Scherparameter  $c_u$  nicht erfÜllt ist,  $\mu = 1,09 > 1,0$  (Anlage 5.6.2). Unter denselben Randbedingungen nur mit drÄnirten Scherparametern  $c_d$  und einer Konsolidierungszeit von 180 Tagen (Teilkonsolidierung) ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von  $\mu = 0,98 < 1,0$  (Anlage 5.6.3). Bei dem Ansatz einer VorschÜttung im Bereich des binnenseitig geplanten BÖschungsfuÖes mit einer VorschÜtthÖhe von ca. 1,4 m und einer Konsolidierungszeit von 30 Tagen ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von  $\mu = 0,97 < 1,0$  (Anlage 5.6.4). Bei der Herstellung des Endzustandes im darauffolgenden Jahr ergibt sich bei einer Liegezeit der VorschÜttung von 270 Tagen und einer Konsolidationszeit von 40 Tagen fÜr den Endausbau ein Ausnutzungsgrad von  $\mu = 1,00 = 1,0$  (Anlage 5.6.5).

Bei den weiteren Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und auÖenseitig ergeben sich im Querschnitt 1+175 fÜr die Bemessungssituationen BS- T und BS-P Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist fÜr den Querschnitt 1+175 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

Aufgrund des teilweise hohen Ausnutzungsgrades kann es jedoch zu Verformungsproblemen (Gebrauchstauglichkeit) kommen.

## **8.5 Querprofil D-km 1+370 (Anlagen 5.7.1 bis 5.7.6)**

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 1+370 sowohl fÜr den Bauzustand als auch den Endzustand sind auf den Anlagen 5.7.1 bis 5.7.6 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

**Binnenböschung:**

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,56                          | JA                  | 5.7.1  |
|                    | lokal            | undränniert         | 0,64                          | JA                  | 5.7.2  |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,55                          | JA                  | 5.7.3  |
|                    | lokal            | dränniert           | 0,67                          | JA                  | 5.7.4  |

**Außenböschung:**

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Bauzustand<br>BS-T | global           | undränniert         | 0,25                          | JA                  | 5.7.5  |
| Endzustand<br>BS-P | global           | dränniert           | 0,29                          | JA                  | 5.7.6  |

Bei den Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außenseitig ergeben sich im Querschnitt 1+370 für die Bemessungssituationen BS-T und BS-P Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 1+370 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

## 8.6 Querprofil D-km 1+500 (Anlagen 5.8.1 bis 5.8.3)

Die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen des Deichquerschnittes 1+500 für den Endzustand sind auf den Anlagen 5.8.1 bis 5.8.3 dargestellt und nachfolgend zusammengefasst:

### Binnenböschung:

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Endzustand<br>BS-P | global           | dräniert            | 0,56                          | JA                  | 5.8.1  |
|                    | lokal            | dräniert            | 0,78                          | JA                  | 5.8.2  |

### Außenböschung:

| Zustand            | global/<br>lokal | Scher-<br>parameter | Ausnutzungs-<br>grad<br>$\mu$ | Nachweis<br>erfüllt | Anlage |
|--------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|--------|
| Endzustand<br>BS-P | global           | dräniert            | 0,31                          | JA                  | 5.8.3  |

Bei den Nachweisen der globalen und lokalen Deichstandsicherheit binnen- und außenseitig ergeben sich im Querschnitt 1+500 für die Bemessungssituation BS-P Ausnutzungsgrade von

$$\mu \leq 1,0.$$

Die ausreichende Standsicherheit ist für den Querschnitt 1+500 unter den gegebenen Randbedingungen nachgewiesen.

Die Bauzustände wurden im Querschnitt 1+500 aufgrund der anstehenden tlw. schluffigen und tlw. humosen Sandschichten unterhalb des Deichlagers nicht untersucht. Im Verlauf des ungünstigen Gleitkreises stehen keine Weichschichten für eine Berechnung mit undrännierten Scherparametern  $c_u$  an. Die tiefer liegenden Torf- und Schluffschichten haben keinen Einfluss auf den Gleitkreis der binnen- und außenseitigen Böschungsbruchuntersuchung.



## 9 Entwässerungsgräben

Aus geotechnischer Sicht wird empfohlen, die Entwässerungsgräben im Bereich des Böschungfußes in einem Abstand von ca. 1,0 m zum Böschungfußpunkt und mit einer Böschungsneigung von mind. 1 : 1,5 anzuordnen.

Bei der Verfüllung der Altgräben muss darauf geachtet werden, dass die Gräben trockengelegt und entschlammt werden. Das Füllmaterial muss verdichtungsfähig sein, z. B. ein Sand der Bodengruppe SE-SU mit einem Schluffkornanteil von  $\leq 15\%$ .

Für Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dr.-Ing. von Bloh  
Geschäftsführer

i. A.  
Bau-Ing. Stefanie Bodendiek M. Sc.

### Anlagen

|                        |                  |             |
|------------------------|------------------|-------------|
| Anl. 5.9.1 bis 5.9.8   | Querprofil 0+550 | 1 x digital |
| Anl. 5.10.1 bis 5.10.6 | Querprofil 0+750 | 1 x digital |
| Anl. 5.11.1 bis 5.11.6 | Querprofil 0+950 | 1 x digital |
| Anl. 5.6.1 bis 5.6.9   | Querprofil 1+175 | 1 x digital |
| Anl. 5.7.1 bis 5.7.6   | Querprofil 1+370 | 1 x digital |
| Anl. 5.8.1 bis 5.8.3   | Querprofil 1+500 | 1 x digital |