

## Anhang B: Bemessung und Nachweis des Deckwerkes an der Weserböschung

### 1. Nachweisführung für das Deckwerk

Durchlässiges Deckwerk mit teilvergossener Deckschicht.

gewählte Steinklasse:	LMB <sub>5/40</sub>
gewählte Schichtdicke:	0,60 m
Lagerung:	mitteldicht (Hohlraumgehalt von $\Delta H = 43\%$ )
Verklammerung:	1/3 des Hohlraumgehaltes ( $\Delta H'$ )
Dichte, Wasserbausteine:	$\rho_S = 2,75 \text{ t/m}^3$
Dichte, Zementmörtel:	$\rho_M = 2,0 \text{ t/m}^3$
Wichte, Wasserbausteine:	$Y_S = 2,75 \text{ t/m}^3 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 26,98 \text{ kN/m}^3$
Wichte, Zementmörtel:	$Y_v = 2,0 \text{ t/m}^3 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 19,62 \text{ kN/m}^3$
Wichte, Wasser:	$Y_W = 9,81 \text{ kN/m}^3$
Wichte, Deckschicht:	$Y_F = (26,98 * (1 - 0,43) + 19,62 * 0,43 * 0,33) / (1 - 0,43 + 0,33 * 0,43)$ $= 25,51 \text{ kN/m}^3$

### 1.2 Berechnung der zulässigen Böschungsneigung nach Hansen, 1985

$$\tan \beta = ((Y_F - Y_W) * ((1 - \Delta H) + \Delta H') * \tan \phi) / (\eta_y * ((Y_F - Y_W) * ((1 - \Delta H) + \Delta H') + Y_W * (\Delta H - \Delta H')))$$

$\phi$ : mittlerer Wert der inneren Reibung des anstehenden Bodens

$\eta_y$ : Sicherheitsbeiwert

$$\tan \beta = ((25,51 - 9,81) * ((1 - 0,43) + 0,43 * 0,33) * \tan(32,5)) / (1,2 * ((25,51 - 9,81) * ((1 - 0,43) + 0,43 * 0,33) + 9,81 * (0,43 - 0,43 * 0,33))) = 0,424$$

→ maximale Böschungsneigung 1 : 2,36

### 1.3 Ermittlung der maximal zulässigen Vergussstoffmenge nach MAV, 1990:

$$V_{n,ges} = 10 * n * d_D$$

$V_{n,ges}$ : gesamtes Hohlraumvolumen pro  $m^2$  [ $l/m^2$ ]

n: Hohlraumgehalt [%] aus Tabelle 1; MAV, 1990

$d_D$ : Dicke der Deckschicht [m] aus Anlage 1; MAV, 1990 (Sohle und Böschung in und unterhalb vom Wasserwechselbereich)

$$V_{n,ges} = 10 * 43 * 0,6 = 258 \text{ l/m}^2$$

$$V_{,ist} = 258 * 0,33 = 85 \text{ l/m}^2 \text{ (Vergussstoffmenge)}$$

Hydraulische und geotechnische Bemessung von Deckschichten aus Wasserbausteinen mit Teilverguss nach [1]:

Teilvergossene Deckschichten besitzen nach MAV, 1990 einen ausreichenden Widerstand gegen alle bisher bekannten an Wasserstraßen auftretenden hydraulischen Beanspruchungen. Eine hydraulische Bemessung erübrigt sich hierbei, solange die höchste auftretende Strömungsgeschwindigkeit  $\leq 7,7$  m/s ist, was i.d.R. zutrifft.

Für die Weser im Bereich Bremen, Farge wird die Strömungsgeschwindigkeit zu  $\leq 7,7$  m/s angenommen.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit gegen Ankerwurf und Ankerfurchen im Bereich der Binnenschifffahrt ist eine Dicke der Decksicht von mind. 40 cm und die Vergussmenge nach MAV, 1990 zu wählen.

Für eine nach MAV, 1990 teilvergossene Deckschicht kann vereinfacht ein Reibungswinkel der Gesamtscherfestigkeit von  $\varphi_D = 70^\circ$  gewählt werden.

Flächengewicht einer teilvergossenen Deckschicht unter Auftrieb:

$$g^i = (1-n) * (Y_s - Y_w) * d_D + m_v / 1000 * (Y_v - Y_w)$$

$m_v$  = Vergussstoffmenge [ $l/m^2$ ]

$Y_s$  = Rohwichte der Wasserbausteine [ $kN/m^3$ ]

$Y_v$  = Wichte des Vergussstoffes [ $kN/m^3$ ]

$Y_w$  = Wichte des Wassers [ $kN/m^3$ ]

$$g^i = (1-0,43) * (26,98 - 9,81) * 0,6 + 85 / 1000 * (19,62-9,81) = \underline{6,7 \text{ kN/m}^2}$$

#### 1.4 Lokale Standsicherheit durchlässiger Deckwerke mit teilvergossenen Deckschichten nach GBB, 8.2.2

Für Deckschichten mit Teilverguss sind eine ausreichende Sicherheit gegen hydrodynamische Bodenverlagerung unter dem Deckwerk nach 7.2.6 und eine ausreichende Sicherheit der Böschung oberhalb des Deckwerkes nach 7.2.9 nachzuweisen. Eine ausreichende Sicherung der Böschung besteht, wenn das Deckwerk bis zum höchsten Wellenlaufpunkt geführt wird.

Bei kohäsionslosen Böden können infolge des Porenwasserüberdrucks eine Hebung der Bodenoberfläche und damit eine Auflockerung des Untergrundes eintreten.

Erforderliches Flächengewicht der durchlässigen Deckschicht  $g'$  unter Auftrieb gegen hydrodynamische Bodenverlagerung [ $\text{kN/m}^2$ ]:

$$g' \geq \Delta u / \cos \beta - (Y'_F d_F + Y' d_{\text{kritB}}) = 12,2 / 0,92 - (11 * 0,4 + 10 * 0,31) = 5,8 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2$$

(Nachweis wurde erbracht)

$$d_{\text{kritB}} = 1 / b \ln(Y_w z_a b / Y' \cos \beta) \geq 0$$

$d_{\text{kritB}}$ : kritische Tiefe der Bruchfuge [m], maßgeblich für hydrodynamische Bodenverlagerung

$$d_{\text{kritB}} = 1 / 7 \ln(9,81 * 1,4 * 7 / 10 * 0,92) = 0,31 \geq 0$$

$$b = b^* \sqrt{(t_a^* / t_a)}$$

Annahme:  $t_a = t_a^* = 5 \text{ s}$

$\cos \beta$  für 1:2,36 = 0,92

$b^*$ : Porenwasserdruckparameter;  $b^* = b = 7 \text{ 1/m}$  (aus Diagramm)

$z_a$ : maximaler schneller Wasserspiegelabsenk [m]; Gewählt zu 1,4 m

$Y'$ : Wichte des Bodens unter Auftrieb [ $\text{kN/m}^3$ ] (Tabellenwert)

$Y'_F$ : Wichte des Filters unter Auftrieb [ $\text{kN/m}^3$ ] (Tabellenwert)

$$\Delta u_{(z=d_{\text{kritB}})} = Y_w * z_a * (1 - a * e^{-bz}) = 9,81 * 1,4 * (1 - e^{-(7 * 0,31)}) = 12,2 \text{ kN/m}^2$$

Nachweise gegen Abgleiten und Abscheren der Deckschicht durch hydraulische Lasten sind nicht erforderlich (GBB, 8.2.2).