

Auftraggeber: Stadt Marburg

Projekt: Grüner Wehr - Marburg

BCE Projekt-Nr.: MAR191661

Bericht/Dokument: Bericht Standsicherheitsnachweis Grüner Wehr

Anhang: Anlage 4

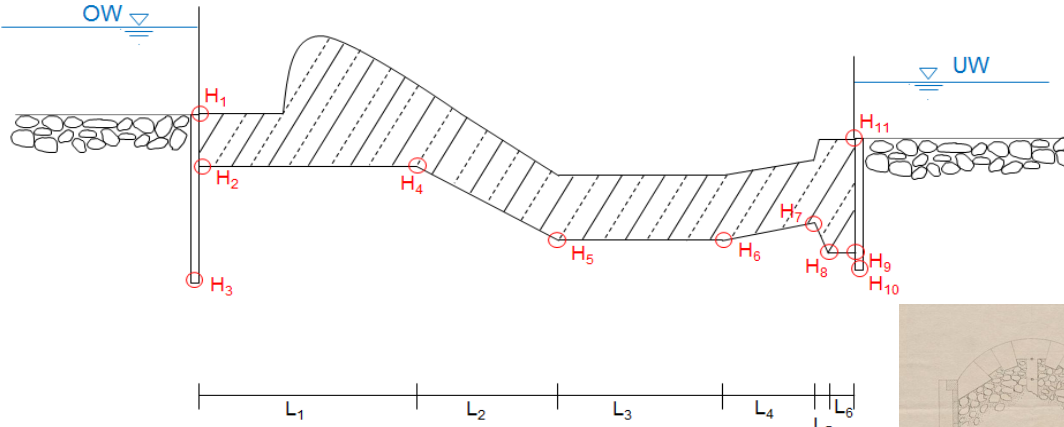
Seite

1

von

4

**Systemskizze und Formeln**



**Anwendungshinweis/Anmerkung**

Nachweis der Sicherheit gegen Gleiten  
(aus Schneider Bautabellen S. 11.49)

$$T_d \leq R_{t,d} + E_{pt,d}$$

$$R_d = V_k' * \tan(\delta_{s,k}) / \gamma_{R,h}$$

$$R_d = (V_k' * \tan(\varphi_k') + A * c_k') / \gamma_{R,h}$$

Bemessungswert des passiven Erddrucks parallel zur Sohlfläche

$$E_{pt,d} = E_{pt,k} / \gamma_{R,e}$$

mit  $E_{pt,k} = \gamma * h^2 * K_{pgh} * 0,5$

Einwirkungen Unterwasser


Bemessungswert der parallel zur Schnittfläche angreifenden Kräfte in Verschiebungsrichtung

$$T_d = T_k * \gamma_{G,k}$$

Einwirkungen Oberwasser

**Eingabe**

		<b>Eingabefeld</b>		<b>Anwendungshinweis/Anmerkung</b>	
<b>Eingabe</b>	Bemessungssituation	<b>BS-T</b>			
	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen	$\gamma_G$	<b>1,35</b>	[-]	DIN 1054
	Teilsicherheitsbeiwert für Erdruhedruck	$\gamma_{G,E0}$	<b>1,20</b>	[-]	DIN 1054
	Teilsicherheitsbeiwert für Gleitwiderstand	$\gamma_{R,h}$	<b>1,10</b>	[-]	DIN 1054
	Wichte Wasser	$\gamma_W$	<b>10,0</b>	[KN/m³]	
	Durchfluss	Q	<b>327,0</b>	[m³/s]	BS-P HQ100 Retention
	Oberwasserstand	OW	<b>180,27</b>	[m.NN]	
	Unterwasserstand	UW	<b>179,66</b>	[m.NN]	
	Geländehöhen Wehrsohle	H <sub>1</sub>	<b>177,62</b>	[m.NN]	angewendet für Querprofil 6
		H <sub>2</sub>	<b>175,73</b>	[m.NN]	
		H <sub>3</sub>		[m.NN]	hier nicht vorhanden
		H <sub>4</sub>	<b>175,73</b>	[m.NN]	
		H <sub>5</sub>	<b>175,73</b>	[m.NN]	
		H <sub>6</sub>	<b>175,73</b>	[m.NN]	
		H <sub>7</sub>	<b>175,73</b>	[m.NN]	
		H <sub>8</sub>	<b>175,73</b>	[m.NN]	
		H <sub>9</sub>	<b>175,73</b>	[m.NN]	
H <sub>10</sub>			[m.NN]	hier nicht vorhanden	
H <sub>11</sub>		<b>175,73</b>	[m.NN]		
Längen Wehrsohle	L <sub>1</sub>	<b>2,20</b>	[m]		
	L <sub>2</sub>	<b>5,80</b>	[m]		
	L <sub>3</sub>	<b>0,00</b>	[m]		
	L <sub>4</sub>	<b>0,00</b>	[m]		
	L <sub>5</sub>	<b>0,00</b>	[m]		
	L <sub>6</sub>	<b>0,00</b>	[m]		
	L <sub>ges</sub>	<b>8,00</b>	[m]		

 BIÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE		<b>Nachweis Gleiten (GEO-2)</b> <b>Grüner Wehr</b>				Berechnungsblatt MAR191661		
Auftraggeber: Stadt Marburg		Bericht/Dokument: Bericht Standsicherheitsnachweis Grüner Wehr						
Projekt: Grüner Wehr - Marburg		Anhang: Anlage 4						
BCE Projekt-Nr.: MAR191661		Seite 2		von		4		
Stabilisierende ständige Einwirkungen $G_{stb}$ - Eigenlast								
Nr.	Bauteil	L [m]	B [m]	A [m <sup>2</sup> ]	$\gamma_B$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kraft [kN/m]	Anmerkung	
1	Deckwerksteine Sandstein			4,10	26,0	106,6		
2	Betonüberdeckung			0,00	24,0	-		
3	Kieskern			10,80	19,0	205,2		
4						-		
5						-		
6						-		
Summe:						311,8		
Zusätzliche Widerstände gegen Aufschwimmen $A_{stb}$								
Nr.	Bauteil	Abmessungen			Kräfte		Anmerkung	
		L [m]	B [m]	A [m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kraft [kN/m]		
1	Auflast Wasser OW			16,70	10,0	167,0		
2	Auflast Wasser UW			15,34	10,0	153,4		
3	Kiesablagerungen OW			0,00	19,0	-	ungünstig als geräumt angenommen	
4						-		
5						-		
Summe:						320,4		
Destabilisierende ständige Einwirkungen $G_{dst}$ - Sohlenwasserdruck								
Nr.	Bauteil	Abmessungen			Teils.-beiwert $\gamma [-]$	Kräfte		Anmerkung
		x [m]	Hws [m]	A [m <sup>2</sup> ]		$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kraft [kN/m]	
1	Auftrieb Teilfläche 1	0,00	4,54	9,81	1,35	10,0	132,5	x beschreibt den horizontalen Abstand vom oberwasserseitigem Wehrfuß
2	Auftrieb Teilfläche 2	2,20	4,38	24,10	1,35	10,0	325,3	
3	Auftrieb Teilfläche 3	8,00	3,93	0,00	1,35	10,0	-	
4	Auftrieb Teilfläche 4						-	Hws beschreibt die anstehende Wassersäule bezogen auf definierte Punkte der Wehrsohle
5	Auftrieb Teilfläche 5						-	
6	Auftrieb Teilfläche 6						-	
Verlustbeiwert		$\xi$	1			Summe:	457,8	
Destabilisierende veränderliche Einwirkungen $Q_{dst}$								
Nr.	Bauteil	Abmessungen			Teils.-beiwert $\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kräfte		Anmerkung
		L [m]	B [m]	A [m <sup>2</sup> ]		$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kraft [kN/m]	
1							-	
2							-	
3							-	
4							-	
5							-	
Summe:						-		
Einwirkungen Oberwasser - Erdruhedruck $E_{OW,d}$								
Nr.	Bodenart	Dicke Bodenschicht [m]	Reibungswinkel $\varphi$ [°]	Wichte unter Auftrieb $\gamma' [kN/m^3]$	Erddruckbeiwert $K_{ogh} [-]$	Teils.-beiwert $\gamma [-]$	Kraft [kN/m]	Anmerkung
1	Kies	1,89	35	11	0,4264	1,20	10,1	siehe Anwendungshinweis 3 für Reibungswinkel
2		0				1,20	-	
3		0				1,20	-	
4						1,20	-	siehe Anwendungshinweis 4 für Erddruckbeiwerte
5						1,20	-	
Summe							10,1	
Einwirkungen Oberwasser - Wasserdrücke								
Nr.		$H_{SW}$ [mWS]	$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kraft [kN/m]	Teils.-beiwert $\gamma [-]$	Kraft [kN/m]	Anmerkung	
1	hydrostatischer Druck	4,54	10,0	103,1	1,35	139,1		
2	hydrodynamischer Druck (Strömungsdruck)			7,60	1,35	10,3	siehe Anwendungshinweis 6 zur Berechnung der Strömungskraft	
Summe:						149,4		
Bearbeitung Dipl.-Ing. Th. Riemke		Berechnungsblatt Erstellt: GS, 04.12.2019; Geprüft: xxx				Datum: 29.05.2020		

**Einwirkungen Unterwasser - Erdruchdruck  $E_{UW,d}$**

Nr.	Bodenart	Dicke Bodenschicht [m]	Reibungswinkel $\varphi$ [°]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m³]	Erddruckbeiwert $K_{ogh}$ [-]	Teils.-beiwert $\gamma$ [-]	Kraft [kN/m]	Anmerkung
1	Wasserbausteine	1,0	35	16	0,4264	1,10	3,1	siehe Anwendungshinweis 3 für Reibungswinkel siehe Anwendungshinweis 4 für Erddruckbeiwerte
2						1,10	-	
3						1,10	-	
4						1,10	-	
5						1,10	-	
Summe:							3,1	

**Einwirkungen Unterwasser - Wasserdrücke**

		H <sub>WS</sub> [mWS]	$\gamma_w$ [kN/m³]			Teils.-beiwert $\gamma$ [-]	Kraft [kN/m]	Anmerkung
1	hydrostatischer Druck	3,93	10,0			1,00	77,2	
2						1,00	-	

**Bemessungswert - Gleitwiderstand  $R_d$**

		Reibungswinkel $\varphi$ [°]	Sohlreibungswinkel $\delta_{s,k}$ [°]	Kohäsion $c'_k$	A [m²]	Teils.-beiwert $\gamma$ [-]	Kraft [kN/m]	Anmerkung
<input checked="" type="checkbox"/> Fall 1		35	35	0	0	1,10	111,0	$R_d = V_k' * \tan(\delta_{s,k}) / \gamma_{R,h}$ $R_d = (V_k' * \tan(\varphi'_k) + A * c'_k) / \gamma_{R,h}$
<input checked="" type="checkbox"/> Fall 2								
								siehe Anwendungshinweis 5 zur Differenzierung der Fälle 1 und 2

**Nachweis**

<b>Nachweis</b>							
	Charakteristische vertikale Einwirkung	$V_k$	174,4	[kN/m]			<b>Anmerkung</b> $V_k = G_{stb} + A_{stb} - G_{dst} - Q_{dst}$  Erdruchdruck & Wasserdruck im UW Erdruchdruck & Wasserdrücke im OW
	Bemessungswert Gleitwiderstand	$R_d$	111,0	[kN/m]			
	Bemessungswert stabilisierende Einwirkungen UW	$E_d + W_d$	80,3	[kN/m]			
	Bemessungswert parallel angreifende Kräfte OW	$T_d$	159,4	[kN/m]			
				[kN/m]			
				[kN/m]			
		$T_d \leq R_d + E_d + W_d$	159,4	≤	191,3		
			erfüllt				

**Tabellen**

**Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände (Tabelle A2.3, DIN 1054)**

Widerstand	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A
<b>STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund</b>				
Bodenwiderstände				
— Erdwiderstand und Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,e}, \gamma_{R,v}$	1,40	1,30	1,20
— Gleitwiderstand	$\gamma_{R,h}$	1,10	1,10	1,10

**Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen (Tabelle A2.1, DIN 1054)**

**STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund**

Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen allgemein <sup>a</sup>	$\gamma_G$	1,35	1,20	1,10
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen <sup>b</sup>	$\gamma_{G,inf}$	1,00	1,00	1,00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruhedruck	$\gamma_{G,E0}$	1,20	1,10	1,00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	$\gamma_Q$	1,50	1,30	1,10
Beanspruchungen aus günstigen veränderlichen Einwirkungen	$\gamma_Q$	0	0	0

**Anwendungshinweise**

- <sup>1</sup> Die Bemessungssituation hängt von den jeweiligen Nutzungsdauern ab. Temporäre Zustände werden i. Allg. in BS-T gefasst. Die permanenten Zustände in BS-P. Außerordentliche Bemessungssituationen, wie z. B. Extremhochwasser, werden mit BS-A belegt.
- <sup>2</sup> Die Gefahr des Gleitens besteht entlang der Sohlfäche oder einer darunter befindlichen Schnittfläche im Baugrund, falls der Bemessungswert der parallel zu dieser Fläche angreifenden Kräfte  $T_d$  in Verschiebungsrichtung größer als der Bemessungswert der widerstehenden Kräfte ( $R_{d}$  und  $E_{pt,d}$ ) ist. (Schneider Bautabellen, S. 11.49)
- <sup>3</sup> Sofern der Sohlreibungswinkel  $\delta$  nicht eigens ermittelt wird, darf bei Ortbetonfundamenten anstelle des kritischen Reibungswinkels der charakteristische Reibungswinkel  $\varphi'_k$  angesetzt werden, jedoch darf ein Wert von 35° nicht überschritten werden. Dies gilt auch bei vorgefertigten Fundamenten, wenn die Fertigteile im Mörtelbett verlegt werden. Bei vorgefertigten glatten Fundamenten ohne Mörtelbett ist als charakteristischer Sohlreibungswinkel  $\delta_k = 2/3 \varphi'_k$  zu verwenden. (DIN1054)
- <sup>4</sup> Der Erddruckbeiwert für den Erdruhedruck ist mit  $K_{ogh} = 1 - \sin \varphi$  anzusetzen (DIN4085)
- <sup>5</sup> Fall 1: Für den Bemessungswert des Gleitwiderstands ist die Formel  $R_d = V_k \cdot \tan(\delta_{s,k}) / \gamma_{R,h}$  anzuwenden.  
 Fall 2: Bei in Gleitrichtung ansteigender Sohlfäche ist - wie bei Fundamenten mit einem Sporn - zusätzlich eine ausreichende Sicherheit gegen Gleiten in Bruchflächen nachzuweisen, die nicht in der Sohlfäche des Fundamentes, sondern durch den Boden verlaufen. Für die Berechnung des Bemessungswertes  $R_d$  des Gleitwiderstands ist dann die folgende Gleichung maßgebend:  

$$R_d = (V_k \cdot \tan(\varphi'_k) + A \cdot c'_k) / \gamma_{R,h} \quad (\text{DIN 1054})$$
- <sup>6</sup> Der Strömungsdruck (hydrodynamische Druck) entspricht dem Staudruck. Dieser wird nach der Formel  $p_d = 1/2 \cdot \rho \cdot v^2$  berechnet. Die Fließgeschwindigkeit  $v$  wird, falls nicht angegeben, über die Gleichung  $Q = A \cdot v$  ermittelt, wobei  $A$  aus  $h = \text{Höhendifferenz des Wasserstandes und der Sohlhöhe im OW}$  sowie der gesamten Wehrlänge resultiert. Beide Formeln sind händisch anzuwenden und der berechnete Strömungsdruck in das Tool einzutragen.

**Verwendete Literatur**

DIN 1054 (2010): Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin

DIN EN 1997-1 (2014): Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin

DIN 4085 (2017): Baugrund- Berechnung des Erddrucks. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin

Schneider (2018): Bautabellen für Ingenieure. 23. Auflage, Köln: Bundesanzeiger Verlag