







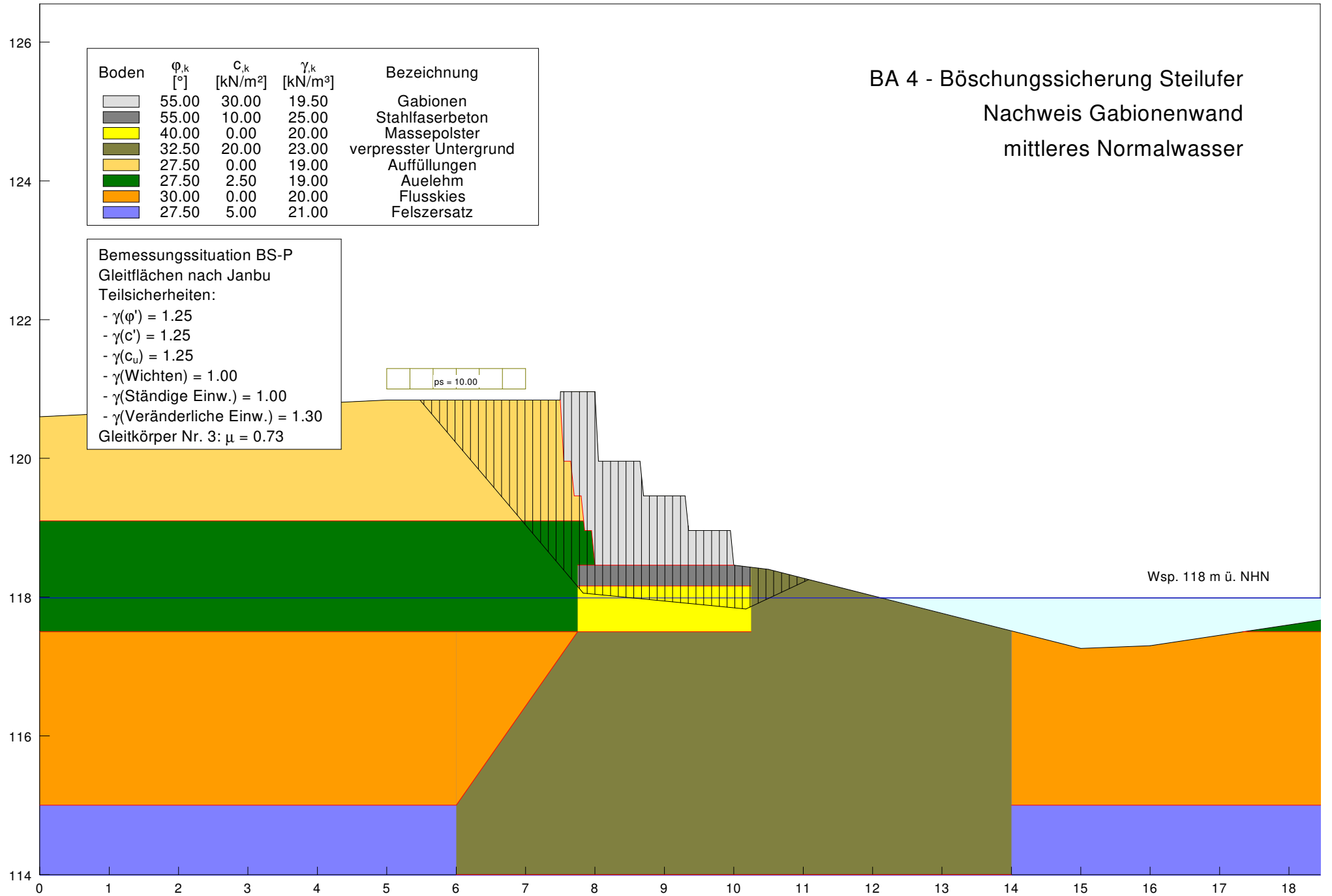


# BA 4 - Böschungssicherung Steilufer Nachweis Gabionenwand mittleres Normalwasser

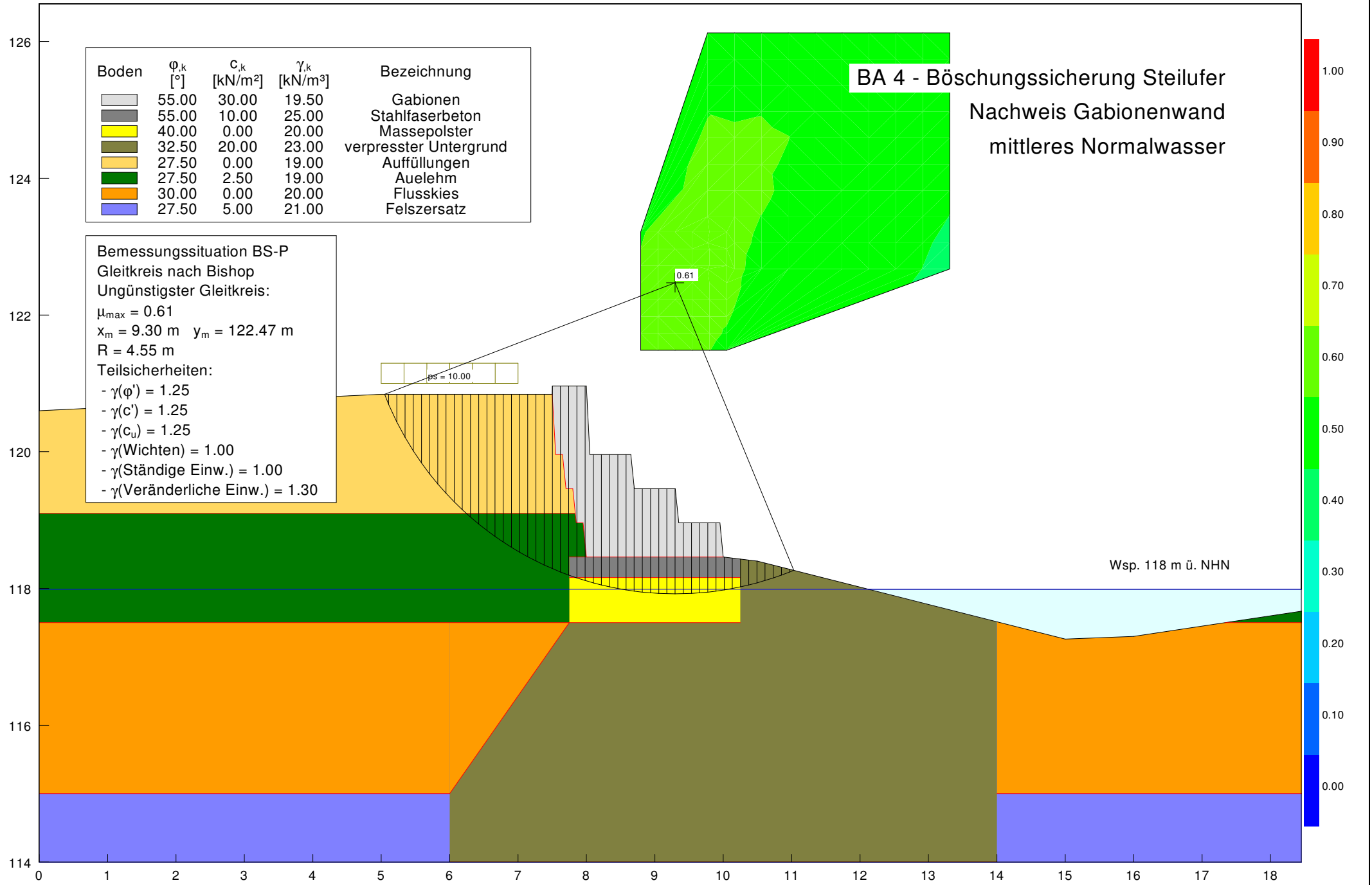
Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	55.00	30.00	19.50	Gabionen
	55.00	10.00	25.00	Stahlfaserbeton
	40.00	0.00	20.00	Massepolster
	32.50	20.00	23.00	verpresster Untergrund
	27.50	0.00	19.00	Auffüllungen
	27.50	2.50	19.00	Auelehm
	30.00	0.00	20.00	Flusskies
	27.50	5.00	21.00	Felszersatz

**Bemessungssituation BS-P**  
 Gleitflächen nach Janbu  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Gleitkörper Nr. 3:  $\mu = 0.73$

$p_s = 10.00$



Wsp. 118 m ü. NHN

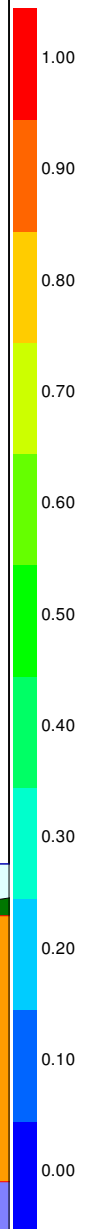


Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Grey]	55.00	30.00	19.50	Gabionen
[Dark Grey]	55.00	10.00	25.00	Stahlfaserbeton
[Yellow]	40.00	0.00	20.00	Massepolster
[Brown]	32.50	20.00	23.00	verpresster Untergrund
[Light Orange]	27.50	0.00	19.00	Auffüllungen
[Green]	27.50	2.50	19.00	Auelehm
[Orange]	30.00	0.00	20.00	Flussskies
[Blue]	27.50	5.00	21.00	Felszersatz

**Bemessungssituation BS-P**  
 Gleitkreis nach Bishop  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.61$   
 $x_m = 9.30 \text{ m}$   $y_m = 122.47 \text{ m}$   
 $R = 4.55 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

$\beta_s = 10.00$

**BA 4 - Böschungssicherung Steilufer**  
 Nachweis Gabionenwand  
 mittleres Normalwasser



Wsp. 118 m ü. NHN

### Anlage 3: Standsicherheitsberechnung (Typ BS-P)

#### Berechnungsgrundlagen

##### Geometrie

Mauerhöhe	h M	2,5 m	
Mauerbreite Krone	b K	0,5 m	
Mauerbreite Fuß	b F	2 m	
Neigung Vorderseite	epsilon	45,00 °	
Neigung Rückseite	alpha	12,00 °	Ersatzwand
Gabionenhöhe	h G	0,50 m	
Querschnittsfläche	A G1	1,00 m <sup>2</sup>	Mauerfuß
	A G2	0,75 m <sup>2</sup>	
	A G3	0,50 m <sup>2</sup>	
	A G4	0,25 m <sup>2</sup>	
	A G5	0,25 m <sup>2</sup>	
Böschungsneigung	beta B	5 °	
Geländeneigung	beta G	15 °	
Fundamentbreite	b Fu	2,5 m	
Fundamentdicke	h Fu	0,15 m	
Einbindetiefe	d Fu	0,6 m	
Auflast Böschung	p R	10 kN/m <sup>2</sup>	als ständige Last
Auflast Gelände	p G	0 kN/m <sup>2</sup>	als ständige Last

**Bodenkennwerte**

Auffüllungen	$\gamma$ A	19 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ A	10 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ A	27,5 °
	c A	0 kN/m <sup>2</sup>
	Wandreibungswinkel $\delta$ a A	18,33 °
Auelehm	$\gamma$ L	20 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ L	11 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ L	27,5 °
	c L	5 kN/m <sup>2</sup>
	Wandreibungswinkel $\delta$ a L	18,33 °
verpresster Untergrund	$\gamma$ U	23 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ U	13 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ U	32,5 °
	c U	20 kN/m <sup>2</sup>
Gabionen	$\gamma$ G	19,5 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ G	10 kN/m <sup>3</sup>
	Sohlneigung $\kappa$	1,15 °
	Reibungsbeiwert $\mu$ R	0,75
Fundament	$\gamma$ F	25 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ F	15 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ F	55 °
	c F	10 kN/m <sup>2</sup>
Schotterpolster	$\gamma$ S	20 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ S	10 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ S	40 °
	c S	0 kN/m <sup>2</sup>

**Erdruckbeiwerte**

Hinterfüllung	Kagh A	0,396
	Kaph A	0,388
	Kach A	0,854
	Kagh L	0,396
	Kaph L	0,388
	Kach L	0,854

**Gleitflächenwinkel**

Auffüllungen	$\nu$ ag H	59,31 °
--------------	------------	---------

**Teilsicherheitsbeiwerte**

Einwirkungen	GEO-2	$\gamma$ G	BS-P	1,35	
		$\gamma$ Q		1,5	
	GEO-3	$\gamma$ phi		1,25	
		$\gamma$ c		1,25	
	EQU	$\gamma$ G,dst		1,1	
		$\gamma$ G,stb		0,9	
		$\gamma$ Q		1,5	
	Widerstände	GEO-2	$\gamma$ R,e		1,4
			$\gamma$ R,v		1,4
$\gamma$ R,h			1,1		

**aktiver Erddruck an Ersatzwand**

charakt. Werte

	Tiefe z	gamma	Kagh	eagh	ρ	Kaph	eaph	c	Kach	each
	m	kN/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>
Mauerkopf	0,00	0,00	0,396	0,00	0,00	0,388	0,00	0,00	0,854	0,00
OK Böschung	0,10	19,00	0,396	0,00	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	1,00	19,00	0,396	6,77	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	2,00	19,00	0,396	14,29	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
Mauerfuß	2,50	19,00	0,396	18,04	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	2,50	19,00	0,396	18,04	10,00	0,388	3,88	5,00	0,854	-4,27
Fundament	2,65	20,00	0,396	20,18	10,00	0,388	3,88	5,00	0,854	-4,27

Bemessungswerte

	Tiefe z	eagh,k	eaph,k	each,k	eah,k	eagh,d	eaph,d	each,d	eah,d
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
Mauerkopf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OK Böschung	0,10	0,00	3,88	0,00	3,88	0,00	5,83	0,00	5,83
	1,00	6,77	3,88	0,00	10,65	9,14	5,83	0,00	14,96
	2,00	14,29	3,88	0,00	18,17	19,29	5,83	0,00	25,11
Mauerfuß	2,50	18,04	3,88	0,00	21,93	24,36	5,83	0,00	30,19
	2,50	18,04	3,88	-4,27	17,66	24,36	5,83	-5,76	24,42
Fundament	2,65	20,18	3,88	-4,27	19,80	27,25	5,83	-5,76	27,31

## Nachweise der Tragfähigkeit

### Nachweis der Gleitsicherheit (GEO-2)

Erddruckkraft	Tiefe z	eah,k	Eah,k	Eav,k	Ea,k
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m	kN/m
Mauerkopf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OK Böschung	0,10	3,88	0,00	0,00	0,00
	1,00	10,65	6,54	2,17	6,58
	2,00	18,17	14,41	4,78	14,50
Mauerfuß	2,50	21,93	10,03	3,32	10,09
	2,50	17,66	0,00	0,00	0,00
Fundament	2,65	19,80	2,81	0,93	2,83

### Sohlfuge

Erddruck Wand	Eah,k	33,79 kN/m
	Eav,k	11,20 kN/m
Beanspruchung	Ek	39,15 kN/m
	Ed = Td	52,85 kN/m
Gewichtskraft	G	63,00 kN/m
Erdwiderstand	Ep,k	0,00 kN/m
Normalkraft in Sohle	N S,k	74,18 kN/m
Tangentialkraft in Sohle	T S,k	62,25 kN/m

Widerstand	Rh,k	62,25 kN/m
	Rh,d	56,59 kN/m

Ausnutzungsgrad	<b>Td &lt; Rh,d</b>		Nachweis erfüllt
	<b>μ</b>	<b>0,93</b>	

#### Lagerfuge Gabione / Fundament

Erddruck Wand	Eah,k	30,98 kN/m
	Eav,k	10,26 kN/m

Beanspruchung	Ek	35,89 kN/m
	Ed = Td	48,45 kN/m

Gewichtskraft Gabionen	G Ga	53,63 kN/m
------------------------	------	------------

Erdwiderstand	Ep,k	0,00 kN/m
---------------	------	-----------

Normalkraft in Sohle	N S,k	63,88 kN/m
Tangentialkraft in Sohle	T S,k	67,91 kN/m

Widerstand	Rh,k	67,91 kN/m
	Rh,d	61,73 kN/m

Ausnutzungsgrad	<b>Td &lt; Rh,d</b>		Nachweis erfüllt
	<b>μ</b>	<b>0,78</b>	



## Sohldrucknachweis (klaffende Fuge, Kippen)

### Nachweis der Kippsicherheit (EQU)

Gewichtskraft Gabionen	G G1	19,50 kN/m
	G G2	14,63 kN/m
	G G3	9,75 kN/m
	G G4	4,88 kN/m
	G G5	4,88 kN/m
Momente um äußeren Mauerfußpunkt	M G,k,dst	25,81 kNm/m
	M G,d,dst	28,40 kNm/m
	M G,k,stb	77,24 kNm/m
	M G,d,stb	69,51 kNm/m

	<b>M G,d,dst &lt; M G,d,stb</b>	
Ausnutzungsgrad	<b><math>\mu</math> 0,41</b>	Nachweis erfüllt

### Ausmitte Wandfuß

Verhältnis	$e b / b F$	0,20	≤	1/3
wirksame Mauerbreite	$b'$	1,19 m		

## Nachweis der Sicherheit gegen Grundbruch (GEO-2)

### Bemessung mit Gründungspolster und verpressten Untergrund

Vertikalkräfte	Vd = Nd	100,16 kN/m				
Lastneigungswinkel	tan $\delta$	0,46				
	$\delta$	24,5 °				
Geometrie Polster	t p	0,5 m				
	v a, $\delta$	97,32 °				
	t p, $\delta$	1,75 m	> t p		-0,128476	1,698572
Grundbruchwiderstand						
Tragfähigkeitsbeiwerte	N d0	24,58				
	N b0	15,03				
	N c0	37,02				
Formbeiwerte	v d	1,00				
	v b	1,00				
	v c	1,00				
Lastneigungsbeiwerte	i d	0,30		m a	0,00	0,910049
	i b	0,16		m b	2,00	
	i c	0,27		m	2,00	$\omega$ 90 °

Geländeneigungsbeiwerte	$\lambda d$	0,55	$\tan \beta$	0,27
	$\lambda b$	0,42		
	$\lambda c$	0,99		
Sohlneigungsbeiwerte	$\xi d$	1,00	$\kappa$	1,15 °
	$\xi b$	1,00		
	$\xi c$	1,00		
Beiwerte	N d	4,03		
	N b	1,02		
	N c	9,81		
Korrekturfaktoren	$\phi U / \phi G$	0,69		
	$k d, \delta = k c$	0,23		
	$k b, \delta$	0,53		
	C	1,00		
	$k d = k c$	0,52		
	$k b$	0,55		
	$k' d = k' c$	0,52		
Widerstand	$R_{n,k}$	174,40 kN/m		
	$R_{n,d}$	124,57 kN/m		
Ausnutzungsgrad	<b>Nd &lt; Rn,d</b>			
	<b><math>\mu</math></b>	<b>0,80</b>		Nachweis erfüllt

## Nachweise der Gebrauchstauglichkeit Fundamentverdrehung und Begrenzung klaffende Fuge

Ausmitte aus ständigen und veränderlichen Lasten	$M_k$	25,81 kNm/m	
	$V_k$	63,89 kN/m	
	$e$	0,40 m	
	$b/3 =$	0,67 m	
	<b><math>e_k \leq b/3</math></b>		Nachweis erfüllt









Abstand von Außenkante	$u$	0,60 m	
Sohlnormalspannung	$\max \sigma_0$	71,47 kN/m <sup>2</sup>	

Lastangriff der Sohldruckresultierenden innerhalb der 2. Kernweite.  
Dreieckförmige Verteilung der Sohlnormalspannung mit Begrenzung der klaffenden Fuge.  
Annahme möglich, dass keine unverträglichen Verdrehungen auftreten.

## Verschiebungen in der Sohlfuge

Ausnutzungsgrad	<b><math>H_d &lt; R_{h,d}</math></b>		
	$\mu$	0,78	Nachweis erfüllt

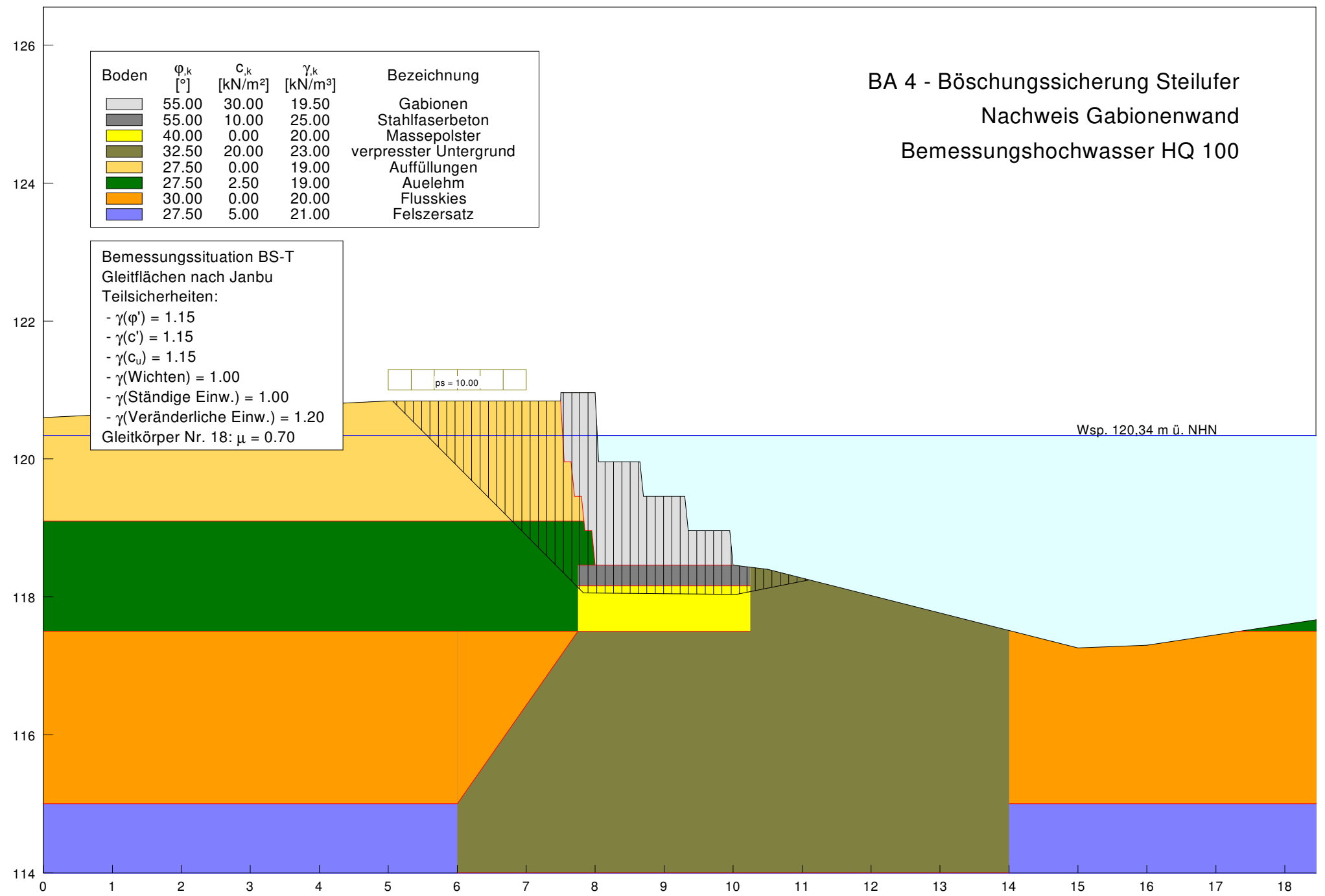
BA 4 - Böschungssicherung Steilufer  
 Nachweis Gabionenwand  
 Bemessungshochwasser HQ 100

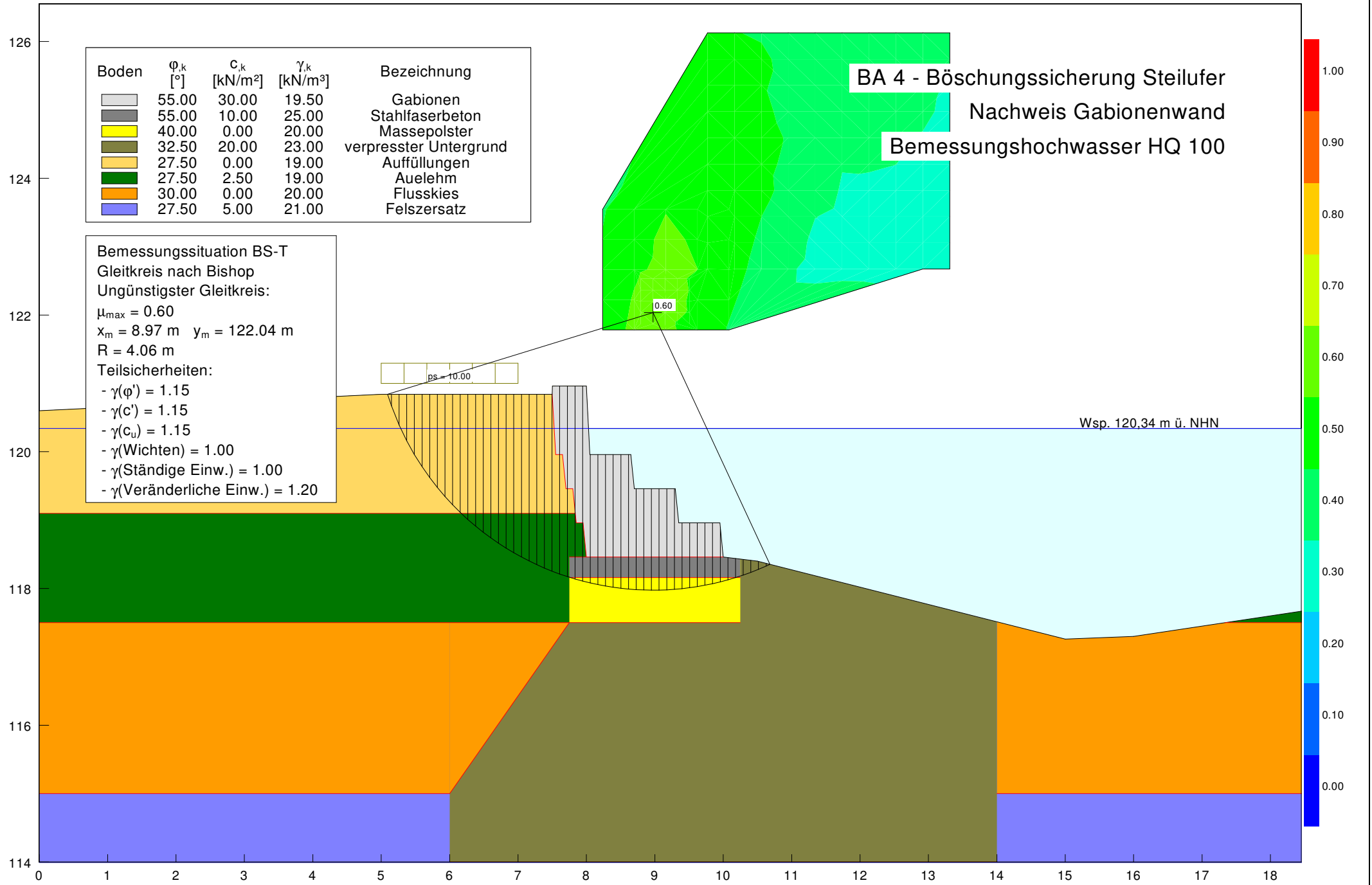
Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	55.00	30.00	19.50	Gabionen
	55.00	10.00	25.00	Stahlfaserbeton
	40.00	0.00	20.00	Massepolster
	32.50	20.00	23.00	verpresster Untergrund
	27.50	0.00	19.00	Auffüllungen
	27.50	2.50	19.00	Auelehm
	30.00	0.00	20.00	Flusskies
	27.50	5.00	21.00	Felsersatz

Bemessungssituation BS-T  
 Gleitflächen nach Janbu  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.15$   
 -  $\gamma(c') = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Gleitkörper Nr. 18:  $\mu = 0.70$

ps = 10.00

Wsp. 120.34 m ü. NHN





## Anlage 4: Standsicherheitsberechnung (Typ BS-T)

### Berechnungsgrundlagen

#### Geometrie

Mauerhöhe	h M	2,5 m	
Mauerbreite Krone	b K	0,5 m	
Mauerbreite Fuß	b F	2 m	
Neigung Vorderseite	epsilon	45,00 °	
Neigung Rückseite	alpha	12,00 °	Ersatzwand
Gabionenhöhe	h G	0,50 m	
Querschnittsfläche	A G1	1,00 m <sup>2</sup>	Mauerfuß
	A G2	0,75 m <sup>2</sup>	
	A G3	0,50 m <sup>2</sup>	
	A G4	0,25 m <sup>2</sup>	
	A G5	0,25 m <sup>2</sup>	
Böschungsneigung	beta B	5 °	
Geländeneigung	beta G	15 °	
Fundamentbreite	b Fu	2,5 m	
Fundamentdicke	h Fu	0,15 m	
Einbindetiefe	d Fu	0,6 m	
Auflast Böschung	p R	10 kN/m <sup>2</sup>	als ständige Last
Auflast Gelände	p G	0 kN/m <sup>2</sup>	als ständige Last

**Bodenkennwerte**

Auffüllungen	$\gamma$ A	19 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ A	10 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ A	27,5 °
	c A	0 kN/m <sup>2</sup>
	Wandreibungswinkel $\delta$ a A	18,33 °
Auelehm	$\gamma$ L	20 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ L	11 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ L	27,5 °
	c L	5 kN/m <sup>2</sup>
	Wandreibungswinkel $\delta$ a L	18,33 °
verpresster Untergrund	$\gamma$ U	23 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ U	13 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ U	32,5 °
	c U	20 kN/m <sup>2</sup>
Gabionen	$\gamma$ G	19,5 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ G	10 kN/m <sup>3</sup>
	Sohlneigung $\kappa$	1,15 °
	Reibungsbeiwert $\mu$ R	0,75
Fundament	$\gamma$ F	25 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ F	15 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ F	55 °
	c F	10 kN/m <sup>2</sup>
Schotterpolster	$\gamma$ S	20 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ S	10 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ S	40 °
	c S	0 kN/m <sup>2</sup>



### Erdruckbeiwerte

Hinterfüllung	Kagh A	0,396
	Kaph A	0,388
	Kach A	0,854
	Kagh L	0,396
	Kaph L	0,388
	Kach L	0,854

### Gleitflächenwinkel

Auffüllungen	$\nu$ ag H	59,31 °
--------------	------------	---------

### Teilsicherheitsbeiwerte

Einwirkungen	GEO-2	$\gamma$ G	BS-T	1,2	
		$\gamma$ Q		1,3	
	GEO-3	$\gamma$ phi		1,15	
		$\gamma$ c		1,15	
	EQU	$\gamma$ G,dst		1,05	
		$\gamma$ G,stb		0,9	
		$\gamma$ Q		1,25	
	Widerstände	GEO-2	$\gamma$ R,e		1,3
			$\gamma$ R,v		1,3
			$\gamma$ R,h		1,1

### aktiver Erddruck an Ersatzwand

charakt. Werte

	Tiefe z	gamma	Kagh	eagh	ρ	Kaph	eaph	c	Kach	each
	m	kN/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>
Mauerkopf	0,00	0,00	0,396	0,00	0,00	0,388	0,00	0,00	0,854	0,00
OK Böschung	0,10	19,00	0,396	0,00	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
Wsp.HQ100	0,64	19,00	0,396	4,06	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	0,64	10,00	0,396	2,14	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
Mauerfuß	2,50	10,00	0,396	9,50	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	2,50	10,00	0,396	9,50	10,00	0,388	3,88	5,00	0,854	-4,27
Fundament	2,65	11,00	0,396	11,10	10,00	0,388	3,88	5,00	0,854	-4,27

Bemessungswerte

	Tiefe z	eagh,k	eaph,k	each,k	eah,k	eagh,d	eaph,d	each,d	eah,d
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
Mauerkopf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OK Böschung	0,10	0,00	3,88	0,00	3,88	0,00	5,05	0,00	5,05
Wsp.HQ100	0,64	4,06	3,88	0,00	7,95	4,87	5,05	0,00	9,92
	0,64	2,14	3,88	0,00	6,02	2,56	5,05	0,00	7,61
Mauerfuß	2,50	9,50	3,88	0,00	13,38	11,40	5,05	0,00	16,45
	2,50	9,50	3,88	-4,27	9,11	11,40	5,05	-5,12	11,32
Fundament	2,65	11,10	3,88	-4,27	10,71	13,32	5,05	-5,12	13,25

## Nachweise der Tragfähigkeit

### Nachweis der Gleitsicherheit (GEO-2)

Erddruckkraft	Tiefe z	eah,k	Eah,k	Eav,k	Ea,k
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m	kN/m
Mauerkopf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OK Böschung	0,10	3,88	0,00	0,00	0,00
Wsp.HQ100	0,64	7,95	3,19	1,06	3,21
	0,64	6,02	0,00	0,00	0,00
Mauerfuß	2,50	13,38	18,05	5,98	18,16
	2,50	9,11	0,00	0,00	0,00
Fundament	2,65	10,71	1,49	0,49	1,50

### Sohlfuge

Erddruck Wand	Eah,k	22,73 kN/m
	Eav,k	7,53 kN/m
Beanspruchung	Ek	26,33 kN/m
	Ed = Td	31,60 kN/m
Gewichtskraft	G	37,88 kN/m
Erdwiderstand	Ep,k	0,00 kN/m
Normalkraft in Sohle	N S,k	45,40 kN/m
Tangentialkraft in Sohle	T S,k	38,09 kN/m

Widerstand	Rh,k	38,09 kN/m
	Rh,d	34,63 kN/m

Ausnutzungsgrad	<b>Td &lt; Rh,d</b>		Nachweis erfüllt
	<b>μ</b>	<b>0,91</b>	

#### Lagerfuge Gabione / Fundament

Erddruck Wand	Eah,k	21,24 kN/m
	Eav,k	7,04 kN/m

Beanspruchung	Ek	24,61 kN/m
	Ed = Td	29,53 kN/m

Gewichtskraft Gabionen	G Ga	32,25 kN/m
------------------------	------	------------

Erdwiderstand	Ep,k	0,00 kN/m
---------------	------	-----------

Normalkraft in Sohle	N S,k	39,28 kN/m
Tangentialkraft in Sohle	T S,k	49,46 kN/m

Widerstand	Rh,k	49,46 kN/m
	Rh,d	44,96 kN/m

Ausnutzungsgrad	<b>Td &lt; Rh,d</b>		Nachweis erfüllt
	<b>μ</b>	<b>0,66</b>	

## Sohldrucknachweis (klaffende Fuge, Kippen)

### Nachweis der Kippsicherheit (EQU)

Gewichtskraft Gabionen	G G1	19,50 kN/m
	G G2	14,63 kN/m
	G G3	9,75 kN/m
	G G4	4,88 kN/m
	G G5	4,88 kN/m

Momente um äußeren Mauerfußpunkt	M G,k,dst	17,70 kNm/m
	M G,d,dst	18,59 kNm/m

M G,k,stb	69,91 kNm/m
M G,d,stb	62,92 kNm/m

Ausnutzungsgrad	<b>M G,d,dst &lt; M G,d,stb</b>		Nachweis erfüllt
	<b><math>\mu</math></b>	<b>0,30</b>	

### Ausmitte Wandfuß

Verhältnis	$e b / b F$	0,23	$\leq$	1/3
------------	-------------	------	--------	-----

wirksame Mauerbreite	$b'$	1,10 m
----------------------	------	--------

## Nachweis der Sicherheit gegen Grundbruch (GEO-2)

### Bemessung mit Gründungspolster und verpressten Untergrund

Vertikalkräfte	$V_d = N_d$	54,49 kN/m				
Lastneigungswinkel	$\tan \delta$	0,50				
	$\delta$	26,6 °				
Geometrie Polster	$t_p$	0,5 m				
	$v_{a,\delta}$	100,37 °			-0,18296	1,751755
	$t_{p,\delta}$	1,59 m	> $t_p$			
Grundbruchwiderstand						
Tragfähigkeitsbeiwerte	$N_{d0}$	24,58				
	$N_{b0}$	15,03				
	$N_{c0}$	37,02				
Formbeiwerte	$v_d$	1,00				
	$v_b$	1,00				
	$v_c$	1,00				
Lastneigungsbeiwerte	$i_d$	0,25		$m_a$	0,00	0,894201
	$i_b$	0,12		$m_b$	2,00	
	$i_c$	0,22		$m$	2,00	$\omega$ 90 °

Geländeneigungsbeiwerte	$\lambda d$	0,42	$\tan \beta$	0,36
	$\lambda b$	0,30		
	$\lambda c$	0,99		
Sohlneigungsbeiwerte	$\xi d$	1,00	$\kappa$	1,15 °
	$\xi b$	1,00		
	$\xi c$	1,00		
Beiwerte	N d	2,59		
	N b	0,56		
	N c	7,98		
Korrekturfaktoren	$\phi U / \phi G$	0,69		
	$k d, \delta = k c$	0,23		
	$k b, \delta$	0,53		
	C	1,00		
	$k d = k c$	0,52		
	$k b$	0,55		
	$k' d = k' c$	0,85		
	$k b$	0,86		
Widerstand	$R_{n,k}$	175,37 kN/m		
	$R_{n,d}$	134,90 kN/m		
Ausnutzungsgrad	<b>Nd &lt; Rn,d</b>			
	<b><math>\mu</math></b>	<b>0,40</b>		Nachweis erfüllt

## Nachweise der Gebrauchstauglichkeit Fundamentverdrehung und Begrenzung klaffende Fuge

Ausmitte aus ständigen und veränderlichen Lasten	M k	17,70 kNm/m	
	V k	39,29 kN/m	
	e	0,45 m	
	b/3 =	0,67 m	
	<b>e k ≤ b/3</b>		Nachweis erfüllt

Abstand von Außenkante	u	0,55 m	
Sohlnormalspannung	max $\sigma_0$	47,67 kN/m <sup>2</sup>	









Lastangriff der Sohldruckresultierenden innerhalb der 2. Kernweite.  
Dreieckförmige Verteilung der Sohlnormalspannung mit Begrenzung der klaffenden Fuge.  
Annahme möglich, dass keine unverträglichen Verdrehungen auftreten.

## Verschiebungen in der Sohlfuge

Ausnutzungsgrad	<b>H d &lt; R h,d</b>		
	<b><math>\mu</math></b>	<b>0,66</b>	Nachweis erfüllt



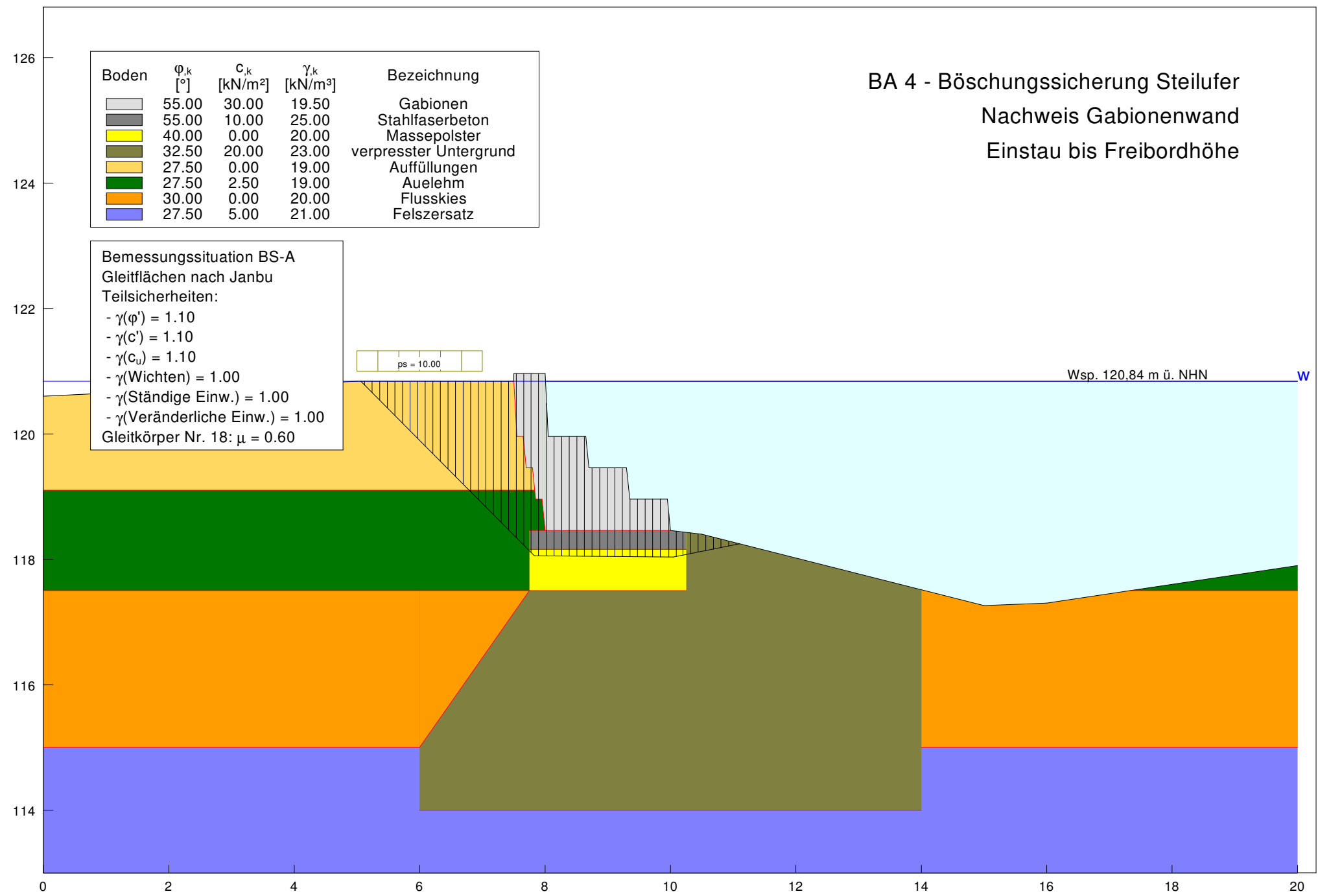
BA 4 - Böschungssicherung Steilufer  
 Nachweis Gabionenwand  
 Einstau bis Freibordhöhe

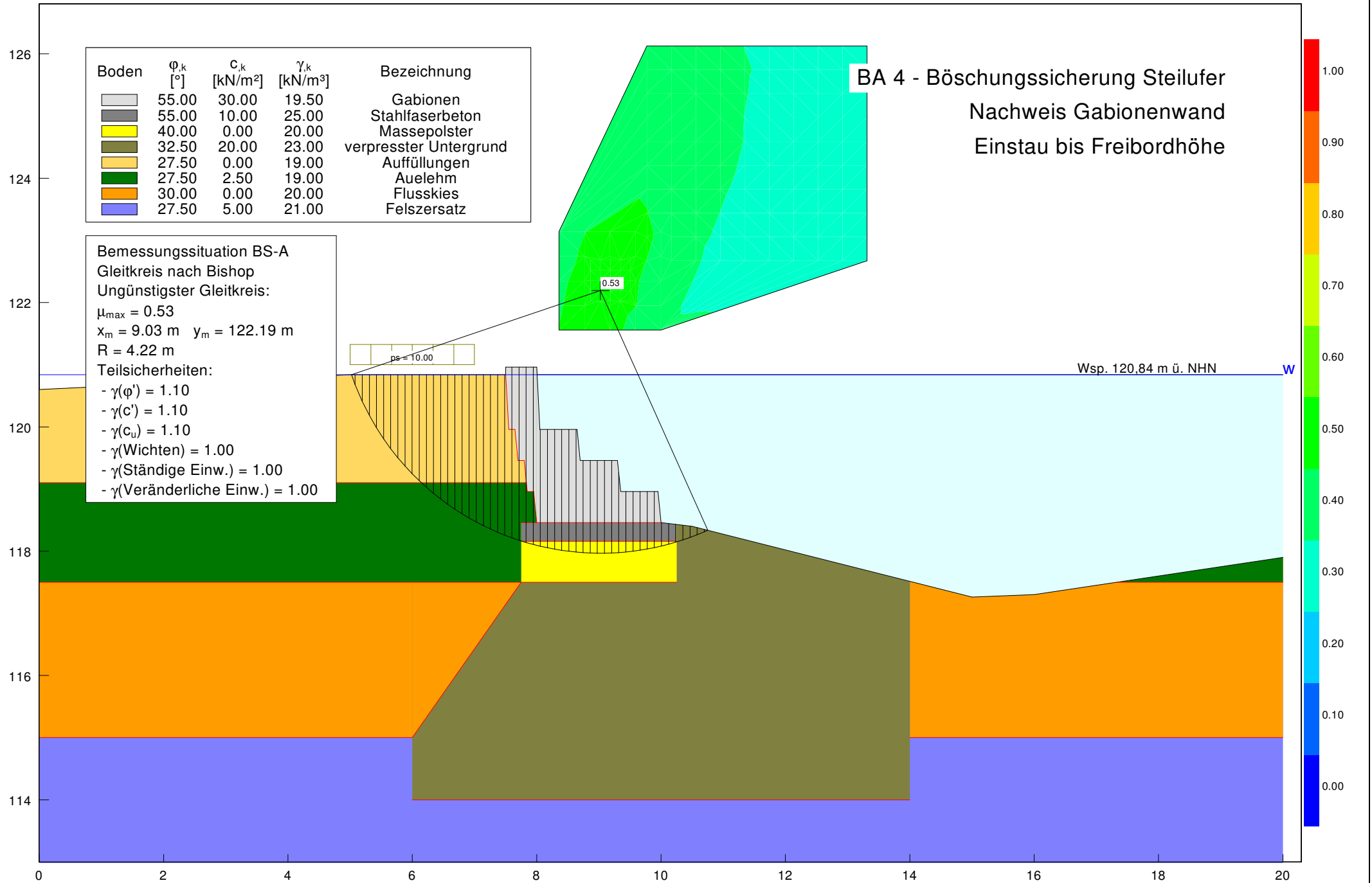
Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	55.00	30.00	19.50	Gabionen
	55.00	10.00	25.00	Stahlfaserbeton
	40.00	0.00	20.00	Massepolster
	32.50	20.00	23.00	verpresster Untergrund
	27.50	0.00	19.00	Auffüllungen
	27.50	2.50	19.00	Auelehm
	30.00	0.00	20.00	Flusskies
	27.50	5.00	21.00	Felszersatz

Bemessungssituation BS-A  
 Gleitflächen nach Janbu  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.10$   
 -  $\gamma(c) = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Gleitkörper Nr. 18:  $\mu = 0.60$

ps = 10.00

Wsp. 120,84 m ü. NHN W

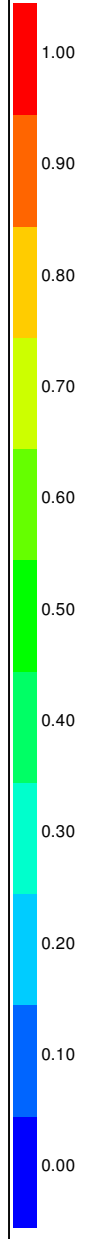




Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Grey]	55.00	30.00	19.50	Gabionen
[Dark Grey]	55.00	10.00	25.00	Stahlfaserbeton
[Yellow]	40.00	0.00	20.00	Massepolster
[Olive Green]	32.50	20.00	23.00	verpresster Untergrund
[Light Orange]	27.50	0.00	19.00	Auffüllungen
[Dark Green]	27.50	2.50	19.00	Auelehm
[Orange]	30.00	0.00	20.00	Flusss Kies
[Purple]	27.50	5.00	21.00	Felszersatz

**Bemessungssituation BS-A**  
 Gleitkreis nach Bishop  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.53$   
 $x_m = 9.03 \text{ m}$   $y_m = 122.19 \text{ m}$   
 $R = 4.22 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

**BA 4 - Böschungssicherung Steilufer**  
 Nachweis Gabionenwand  
 Einstau bis Freibordhöhe



ps = 10.00

Wsp. 120.84 m ü. NHN

W

## Anlage 5: Standsicherheitsberechnung (Typ BS-A)

### Berechnungsgrundlagen

#### Geometrie

Mauerhöhe	h M	2,5 m	
Mauerbreite Krone	b K	0,5 m	
Mauerbreite Fuß	b F	2 m	
Neigung Vorderseite	epsilon	45,00 °	
Neigung Rückseite	alpha	12,00 °	Ersatzwand
Gabionenhöhe	h G	0,50 m	
Querschnittsfläche	A G1	1,00 m <sup>2</sup>	Mauerfuß
	A G2	0,75 m <sup>2</sup>	
	A G3	0,50 m <sup>2</sup>	
	A G4	0,25 m <sup>2</sup>	
	A G5	0,25 m <sup>2</sup>	
Böschungsneigung	beta B	5 °	
Geländeneigung	beta G	15 °	
Fundamentbreite	b Fu	2,5 m	
Fundamentdicke	h Fu	0,15 m	
Einbindetiefe	d Fu	0,6 m	
Auflast Böschung	p R	10 kN/m <sup>2</sup>	als ständige Last
Auflast Gelände	p G	0 kN/m <sup>2</sup>	als ständige Last

**Bodenkennwerte**

Auffüllungen	$\gamma$ A	19 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ A	10 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ A	27,5 °
	c A	0 kN/m <sup>2</sup>
	Wandreibungswinkel $\delta$ a A	18,33 °
Auelehm	$\gamma$ L	20 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ L	11 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ L	27,5 °
	c L	5 kN/m <sup>2</sup>
	Wandreibungswinkel $\delta$ a L	18,33 °
verpresster Untergrund	$\gamma$ U	23 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ U	13 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ U	32,5 °
	c U	20 kN/m <sup>2</sup>
Gabionen	$\gamma$ G	19,5 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ G	10 kN/m <sup>3</sup>
	Sohlneigung $\kappa$	1,15 °
	Reibungsbeiwert $\mu$ R	0,75
Fundament	$\gamma$ F	25 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ F	15 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ F	55 °
	c F	10 kN/m <sup>2</sup>
Schotterpolster	$\gamma$ S	20 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma'$ S	10 kN/m <sup>3</sup>
	$\phi$ S	40 °
	c S	0 kN/m <sup>2</sup>

**Erdruckbeiwerte**

Hinterfüllung	Kagh A	0,396
	Kaph A	0,388
	Kach A	0,854
	Kagh L	0,396
	Kaph L	0,388
	Kach L	0,854

**Gleitflächenwinkel**

Auffüllungen	$\nu_{agH}$	59,31 °
--------------	-------------	---------

**Teilsicherheitsbeiwerte**

Einwirkungen	GEO-2	$\gamma_G$	BS-A	1,1
		$\gamma_Q$		1,1
	GEO-3	$\gamma_{\phi}$	1,1	
		$\gamma_c$	1,1	
	EQU	$\gamma_{G,dst}$	1	
		$\gamma_{G,stb}$	0,95	
		$\gamma_Q$	1	
	Widerstände	GEO-2	$\gamma_{R,e}$	1,2
			$\gamma_{R,v}$	1,2
$\gamma_{R,h}$			1,1	

### aktiver Erddruck an Ersatzwand

charakt. Werte

	Tiefe z	gamma	Kagh	eagh	ρ	Kaph	eaph	c	Kach	each
	m	kN/m <sup>3</sup>		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>
Mauerkopf	0,00	0,00	0,396	0,00	0,00	0,388	0,00	0,00	0,854	0,00
OK Böschung	0,10	19,00	0,396	0,00	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	0,10	10,00	0,396	0,00	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
Mauerfuß	2,00	10,00	0,396	7,52	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	2,50	10,00	0,396	9,50	10,00	0,388	3,88	0,00	0,854	0,00
	2,50	10,00	0,396	9,50	10,00	0,388	3,88	5,00	0,854	-4,27
Fundament	2,65	11,00	0,396	11,10	10,00	0,388	3,88	5,00	0,854	-4,27

Bemessungswerte

	Tiefe z	eagh,k	eaph,k	each,k	eah,k	eagh,d	eaph,d	each,d	eah,d
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
Mauerkopf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OK Böschung	0,10	0,00	3,88	0,00	3,88	0,00	4,27	0,00	4,27
	0,10	0,00	3,88	0,00	3,88	0,00	4,27	0,00	4,27
Mauerfuß	2,00	7,52	3,88	0,00	11,40	8,27	4,27	0,00	12,54
	2,50	9,50	3,88	0,00	13,38	10,45	4,27	0,00	14,72
	2,50	9,50	3,88	-4,27	9,11	10,45	4,27	-4,70	10,02
Fundament	2,65	11,10	3,88	-4,27	10,71	12,21	4,27	-4,70	11,79

## Nachweise der Tragfähigkeit

### Nachweis der Gleitsicherheit (GEO-2)

Erddruckkraft	Tiefe z	eah,k	Eah,k	Eav,k	Ea,k
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m	kN/m
Mauerkopf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OK Böschung	0,10	3,88	0,00	0,00	0,00
	0,10	3,88	0,00	0,00	0,00
Mauerfuß	2,00	11,40	14,52	4,81	14,61
	2,50	13,38	6,20	2,05	6,23
	2,50	9,11	0,00	0,00	0,00
Fundament	2,65	10,71	1,49	0,49	1,50

### Sohlfuge

Erddruck Wand	Eah,k	22,21 kN/m
	Eav,k	7,36 kN/m
Beanspruchung	Ek	25,73 kN/m
	Ed = Td	28,30 kN/m
Gewichtskraft	G	35,50 kN/m
Erdwiderstand	Ep,k	0,00 kN/m
Normalkraft in Sohle	N S,k	42,85 kN/m
Tangentialkraft in Sohle	T S,k	35,96 kN/m

Widerstand	Rh,k	35,96 kN/m
	Rh,d	32,69 kN/m

Ausnutzungsgrad	<b>Td &lt; Rh,d</b>		Nachweis erfüllt
	<b>μ</b>	<b>0,87</b>	

#### Lagerfuge Gabione / Fundament

Erddruck Wand	Eah,k	20,72 kN/m
	Eav,k	6,87 kN/m

Beanspruchung	Ek	24,01 kN/m
	Ed = Td	26,41 kN/m

Gewichtskraft Gabionen	G Ga	29,88 kN/m
------------------------	------	------------

Erdwiderstand	Ep,k	0,00 kN/m
---------------	------	-----------

Normalkraft in Sohle	N S,k	36,73 kN/m
Tangentialkraft in Sohle	T S,k	47,55 kN/m

Widerstand	Rh,k	47,55 kN/m
	Rh,d	43,23 kN/m

Ausnutzungsgrad	<b>Td &lt; Rh,d</b>		Nachweis erfüllt
	<b>μ</b>	<b>0,61</b>	



## Sohldrucknachweis (klaffende Fuge, Kippen)

### Nachweis der Kippsicherheit (EQU)

Gewichtskraft Gabionen	G G1	19,50 kN/m
	G G2	14,63 kN/m
	G G3	9,75 kN/m
	G G4	4,88 kN/m
	G G5	4,88 kN/m

Momente um äußeren Mauerfußpunkt	M G,k,dst	17,27 kNm/m
	M G,d,dst	17,27 kNm/m

	M G,k,stb	69,56 kNm/m
	M G,d,stb	66,08 kNm/m

	<b>M G,d,dst &lt; M G,d,stb</b>	
Ausnutzungsgrad	<b><math>\mu</math></b>	<b>0,26</b>
		Nachweis erfüllt

### Ausmitte Wandfuß

Verhältnis	$e b / b F$	0,23	≤	1/3
------------	-------------	------	---	-----

wirksame Mauerbreite	$b'$	1,06 m
----------------------	------	--------

## Nachweis der Sicherheit gegen Grundbruch (GEO-2)

### Bemessung mit Gründungspolster und verpressten Untergrund

Vertikalkräfte	Vd = Nd	47,14 kN/m				
Lastneigungswinkel	tan δ	0,52				
	δ	27,4 °				
Geometrie Polster	t p	0,5 m				
	v a,δ	101,55 °				
	t p,δ	1,52 m	> t p		-0,204444	1,772461
Grundbruchwiderstand						
Tragfähigkeitsbeiwerte	N d0	24,58				
	N b0	15,03				
	N c0	37,02				
Formbeiwerte	v d	1,00				
	v b	1,00				
	v c	1,00				
Lastneigungsbeiwerte	i d	0,23		m a	0,00	0,887846
	i b	0,11		m b	2,00	
	i c	0,20		m	2,00	ω 90 °

Geländeneigungsbeiwerte	$\lambda d$	0,42	$\tan \beta$	0,36
	$\lambda b$	0,30		
	$\lambda c$	0,99		
Sohlneigungsbeiwerte	$\xi d$	1,00	$\kappa$	1,15 °
	$\xi b$	1,00		
	$\xi c$	1,00		
Beiwerte	N d	2,41		
	N b	0,50		
	N c	7,32		
Korrekturfaktoren	$\phi U / \phi G$	0,69		
	$k d, \delta = k c$	0,23		
	$k b, \delta$	0,53		
	C	1,00		
	$k d = k c$	0,52		
	$k b$	0,55		
	$k' d = k' c$	0,84		
	$k b$	0,85		
Widerstand	$R_{n,k}$	153,85 kN/m		
	$R_{n,d}$	128,21 kN/m		
Ausnutzungsgrad	<b>Nd &lt; Rn,d</b>			
	$\mu$	<b>0,37</b>		Nachweis erfüllt

## Nachweise der Gebrauchstauglichkeit Fundamentverdrehung und Begrenzung klaffende Fuge

Ausmitte aus ständigen und  
veränderlichen Lasten  $M_k$  17,27 kNm/m  
 $V_k$  36,74 kN/m  
 $e$  0,47 m

$$b/3 = 0,67 \text{ m}$$

$$e_k \leq b/3 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Abstand von Außenkante  $u$  0,53 m  
Sohlnormalspannung  $\max \sigma_0$  46,21 kN/m<sup>2</sup>

Lastangriff der Sohldruckresultierenden innerhalb der 2. Kernweite.  
Dreieckförmige Verteilung der Sohlnormalspannung mit Begrenzung der klaffenden Fuge.  
Annahme möglich, dass keine unverträglichen Verdrehungen auftreten.

## Verschiebungen in der Sohlfuge

Ausnutzungsgrad  $H_d < R_{h,d}$   
 $\mu$  0,61 Nachweis erfüllt