

# Seebrücke Himmelreich

Campingplatz Himmelreich

Wentorfinsel 5

14548 Schwielowsee OT Caputh

In statischer Hinsicht geprüft

Standsicherheit  Brandschutz d. tragenden Bauteile

PrüfVerzNr: 365/11639/17

Potsdam, den 9.1.19

Gleimelsterstr. 5+7, 14482 Potsdam  
Postfach 90 03 42, 14439 Potsdam  
Tel. (0331) 747 61 10 Fax (0331) 747 61 80

Dipl.-Ing. Matthias Ockel  
Prüf.-Ing. für Standsicherheit  
- Maaßstab -

**Bauherr:**

**Roger Groß**

**Weinbergstr. 9**

**14548 Schwielowsee**

**Auftraggeber:**

**BKB Falkenrehde**

**Potsdamer Allee 31**

**14669 Ketzin OT Falkenrehde**

## Statische Berechnung Gründung



Ingenieur- und  
Sachverständigenbüro  
Naumann  
Großbeerenstraße 85  
14482 Potsdam

Tel.: 0331/60028999 FAX: 0331/60028998  
e-mail: info@isbn-potsdam.de  
internet: www.isbn-potsdam.de

Aufgestellt:

J. Naumann  
Dipl.- Ing. (FH)  
Verfasser

Dez. 2018

E. Petersson  
Dipl.-Ing.  
Bearbeiter

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: <span style="float: right;">Datum: Dez. 18</span>

# Seebrücke Himmelreich Ramppfahlgründung

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Allgemeines	3
2 Berechnungsgrundlagen	4
2.1 Geometrie und Abmessungen	4
2.2 Material und Querschnittswerte	4
2.3 Bodenverhältnisse und Wasserstände	4
2.4 Charakteristische Werte der Einwirkungen	9
2.4.1 Ständige Einwirkungen	9
2.4.2 Veränderliche Einwirkungen	9
2.4.2.1 Verkehrslasten Steg	9
2.4.2.2 Einwirkungen aus Schneelasten	9
2.4.2.3 Einwirkungen aus Wind	10
2.4.3 Außergewöhnliche Einwirkungen	10
2.4.3.1 Eislasten	10
3 Schnittgrößen und Nachweise	11
4 Hinweise und Bemerkungen	14

BAUTEIL:	Ramppfahlgründung		Archiv-Nr.:
BLOCK:	Inhaltsverzeichnis	Seite: 1	
VORGANG:	Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann		
PROGRAMM:		
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.:	Datum: Dez. 18

**Anlagen:**

A1 - Zusammenstellung der Pfahllasten

Auszug aus der Statischen Berechnung der Seebrücke Wentorfinsel in Schwielowsee vom 12.09.2018

A2 - Rechnerische Berechnung – Pfahlgründung Pfahlkopf OK Sohle

A3 - Rechnerische Berechnung – Pfahlgründung Pfahlkopf 2,30 m über der Sohle

BAUTEIL: Ramppfahlgründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: Inhaltsverzeichnis	Seite: 2	
VORGANG: Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: Datum: Dez. 18

## 1 Allgemeines

**Bauvorhaben:** Neubau der Seebrücke Himmelreich Wentorfinsel  
Campingplatz Himmelreich  
14548 Schwielowsee

**Bauherr:** Roger Groß  
Weinbergstr. 9  
14548 Schwielowsee

**Auftraggeber:** BKB Falkenrehde  
Potsdamer Allee 31  
14669 Ketzin OT Falkenrehde

In Schwielowsee-Caputh ist die Errichtung einer Seebrücke mit einem Restaurant sowie einer Aussichtsterrasse auf der Havel geplant. Der Zugang erfolgt vom Campingplatz Himmelreich von der Wentorfinsel aus. Für die Seebrücke eine Tiefgründung auf geramnten Stahlpfählen erforderlich.

Bestandteil dieser Statischen Berechnung ist die Dimensionierung und der Nachweis der inneren und äußeren Standsicherheit der Rammpfähle.

Grundlage für die Aufstellung dieser Statischen Berechnung sind:

- Statische Berechnung der Seebrücke Wentorfinsel in Schwielowsee vom 12.9.2018 mit Zusammenstellung der Pfahllasten  
Aufsteller: Dipl.-Ing. B. Neikes, Lindenstr. 47, 14548 Schwielowsee
- Baugrund-Gutachten 2015-0075
- Ergänzung des Baugrund-Gutachtens 2015-0075 - Kennwerte für offene Stahlrohrrammpfähle der Maul und Partner Baugrund Ingenieurbüro GmbH aus Potsdam vom 07.12.2018

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 1. Allgemeines	Seite: 3	
VORGANG: Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: Datum: Dez. 18

## 2 Berechnungsgrundlagen

### 2.1 Geometrie und Abmessungen

Die Geometrie und Abmessungen der Seebrücke sind dem Plan 03.03/2018 und dem Positionsplan zu entnehmen.

Die Tiefgründung besteht aus 2 x 6 Rammpfählen (2-reihig). In Brückenlängsrichtung betragen die Pfahlabstände 5 x 4,75 m. In Querrichtung beträgt der Pfahlabstand 5,87 m. Die unterste Ebene liegt 1,20 m über dem MW der Havel. Danach befindet sich die OK Pfahl bei  $29,40 + 1,20 - 0,52 = 30,08$  m üNHN

### 2.2 Material und Querschnittswerte

<b>Pfähle</b>	
Profil:	Rohr 610 x 12,5
Stahlsorte:	S 235 JR
Wichte	$\gamma = 78,5 \text{ kN/m}^3$
Nennstreckgrenze:	$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
Charakt. Zugfestigkeit	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul:	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

### 2.3 Bodenverhältnisse und Wasserstände

Die Werte werden dem Baugrundgutachten 2015-0075 der Maul und Partner Baugrund Ingenieurbüro GmbH aus Potsdam vom 30.07.2015 sowie Ergänzung zum Baugrundgutachten vom 07.12.2018 entnommen.

Zur Erkundung des Baugrundes am beplanten Standort wurde auftragsgemäß eine Kleinbohrung als Rammkernsondierung (SB 1/15 / Sondendurchmesser 63 mm) bis in eine Tiefe von  $t_{\max} = 12,0$  m unter Oberkante Gelände (OKG) abgeteuft. Zur konkreten Beurteilung der Beschaffenheit (Lagerungsdichte, Konsistenz) der anstehenden Böden wurden weiterhin zwei Rammsondierungen mit der Schwere Rammsonde (DPH) bis 16,0 m unter OKG niedergebracht.

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 2. Berechnungsgrundlagen	Seite: 4	
VORGANG: Statische Berechnung		

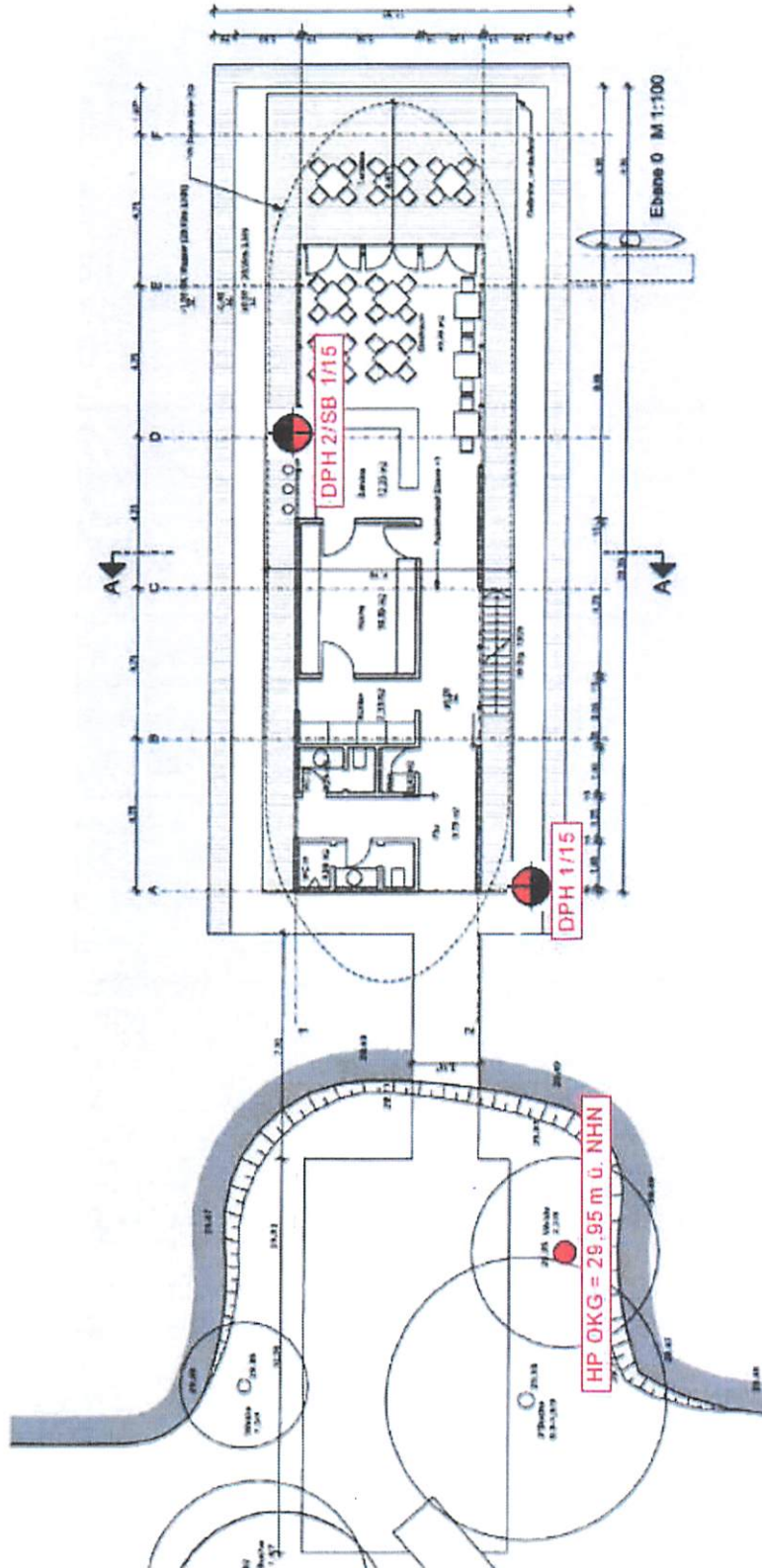
VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann

PROGRAMM:

BAUWERK: Seebrücke Himmelreich

ASB-Nr.:

Datum: Dez. 18

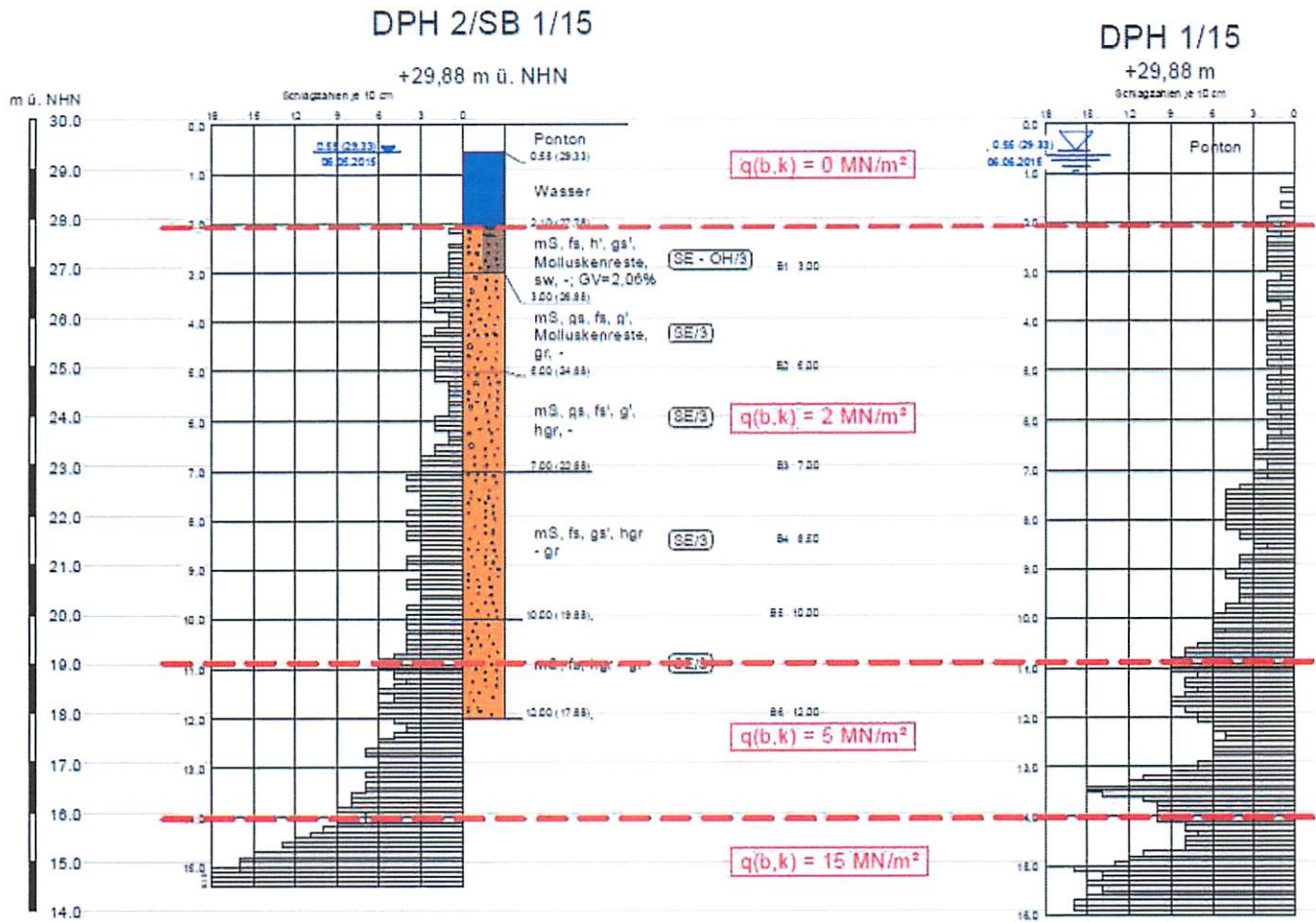


Legende	
	DPH Rammsondierung DPH
	DPH/SB Kleinbohrung / Rammsondierung DPH

BAUTEIL: Gründung  
BLOCK: 2. Berechnungsgrundlagen  
VORGANG: Statische Berechnung

Seite: 5

Archiv-Nr.:



OK Ansatzpunkt ~29,90 m NHN

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: Datum: Dez. 18

### Bodenkennwerte

Schicht / Bezeichnung	Boden- gruppe	Boden- klasse	Wichte unter Auftrieb cal $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte erdfeucht cal $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel cal $\phi_k$ [Grad]	Kohäsion cal $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steife- modul cal $E_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1. Schicht schwach humose Sande <i>sehr locker</i>	SE-OH	3	7	15	30	0	10
2. Schicht nichtbindige Sande <i>locker bzw. mitteldicht</i>	SE	3	8 bzw. 9	16 bzw. 17	31 bzw. 34	0	15 bzw. 45

In Ergänzung zum Baugrundgutachten wurden folgende Kennwerte für offene Stahlrohrrammpfähle gemacht:

Schicht / Bezeichnung	Endtiefe der Schicht [m unter OKG] [m ü. NHN]	Bo- den- grup- pe	Spitzendruck  $q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Pfahlspitzenwiderstand  $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mantelreibung	
					$q_{s(sat),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(unsat),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1. Schicht Wasser, Flussgrund	2,0 m u.OKG [28,0m ü. NHN]	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
2. Schicht Flusssande, <i>locker</i>	11,0 m u.OKG [28,0m ü. NHN]	SE	$q_c = 2$	Ø	0,0093	0,0133
3. Schicht Flusssande <i>mitteldicht</i>	15,0m u.OKG [15,0m ü. NHN]	SE	$q_c = 5$	Ø	0,0233	0,0333
4. Schicht Talsande <i>dicht</i>	> 15,0 m u.OKG [< 15 m ü. NHN]	SE	$q_c = 10$	s/ Ds: 0,035 → 5,25 s/ Ds: 0,1 → 8,90	0,0775	0,1100

Die Mantelreibung und Pfahlspitzenwiderstände werden mit den Modelfaktoren nach EA-Pfähle, Tab. 5.5 für offenes Stahlrohr abgemindert. Zusätzlich werden diese Werte nur mit 80% berücksichtigt, da die Stahlrohrpfähle wahrscheinlich durch Vibration in den Baugrund gerammt werden.

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 2. Berechnungsgrundlagen	Seite: 7	
VORGANG: Statische Berechnung		



VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann		
PROGRAMM:		
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.:	Datum: Dez. 18

### horizontale Bettung:

Der Horizontallastabtrag der Pfähle wird nach dem Bettungsziffermodulverfahren ermittelt werden. Die dafür anzusetzenden Bettungsmodule sind wie folgt zu berechnen:

$$k_S = E_S / D$$

$k_S$  – Bettungsmodul

$E_S$  – Steifekennziffer

$D$  – Pfahlschaftdurchmesser

### Idealisierte Bodenschichtung

Da die Schichtung des Baugrundes durch die Ergänzung doch sehr angepasst wurde, wird folgende idealisierte Bodenschichtung berücksichtigt:

OK Ansatzpunkt 29,90 m NHN

OK Pfahl 30,08 m NHN

OK Sohle 27,80 m NHN

Schicht	UK Schicht	Dicke	$\gamma / \gamma'$	$\varphi$	$c_u$	$E_s$
Wasser	27,80	1,60				
Flussgrund SE-OH	26,90	0,90	15/7	30	0	10
Flusssand locker	18,90	8,00	16/8	31	0	15
Flusssand, mitteld.	15,00	3,90	17/9	34	0	45
Talsand, dicht			17/9	34	0	45

Da die 3. Schicht (Flusssande, mitteldicht) nur einen Spitzendruck  $q_c = 5 \text{ MN/m}^2$  hat und für diese Schicht kein Pfahlsitzenwiderstand  $q_{b,k}$  angegeben wurde, wird der tragfähige Baugrund erst ab der 4. Schicht ( $\leq 15,0 \text{ m ü NHN}$ ) angenommen.

Mit einer Mindesteinbindetiefe von 2,50 m in den tragfähigen Baugrund ergibt sich folgende Mindestpfahllänge von  $30,08 \text{ m NHN} - 15,00 \text{ m NHN} + 2,50 = 17,60 \text{ m NHN}$

Wasserstände der Havel: MW 29,4 m NHN  
HHW 30,8 m NHN

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 2. Berechnungsgrundlagen	Seite: 8	
VORGANG: Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: Datum: Dez. 18

## 2.4 Charakteristische Werte der Einwirkungen

Die Berechnung der Seebrücke sowie die Kräfte am Pfahlkopf erfolgte durch Dipl.-Ing. B. Neikes, Lindenstr. 47, 14548 Schwielowsee.

Zusammenstellung der der Pfahllasten siehe Anlage A1

Die Kräfte greifen 30,08 – 27,8 ≈ 2,30 m über OK Sohle an. Es werden die Zusatzmomente wie folgt berücksichtigt.

$$M_x = H_y \cdot 2,30 \text{ m}$$

$$M_y = H_x \cdot 2,30 \text{ m}$$

### 2.4.1 Ständige Einwirkungen

Für Raum- und Flächengewichte gelten die charakteristischen Werte der DIN EN 1991-1-1) einschl. der NA.

Beton (bewehrt)                      Wichte 25 kN/m<sup>3</sup>                      (Tab. A.1)

Stahl                                      Wichte 78,5 kN/m<sup>3</sup>                      (Tab. A.4)

$$V = 320 \text{ kN}$$

$$H_x = 14 \text{ kN}$$

$$H_y = 3,85 \text{ kN}$$

$$M_x = H_y \cdot 2,30 \text{ m} = 8,9 \text{ kNm}$$

$$M_y = H_x \cdot 2,30 \text{ m} = 32,2 \text{ kNm}$$

### 2.4.2 Veränderliche Einwirkungen

#### 2.4.2.1 Verkehrslasten Steg

$$V = 238 \text{ kN}$$

$$H_x = 20 \text{ kN}$$

$$H_y = 6,58 \text{ kN}$$

$$M_x = H_y \cdot 2,30 \text{ m} = 15,2 \text{ kNm}$$

$$M_y = H_x \cdot 2,30 \text{ m} = 46,0 \text{ kNm}$$

#### 2.4.2.2 Einwirkungen aus Schneelasten

$$V = 10 \text{ kN}$$

$$H_x = 2,5 \text{ kN}$$

$$H_y = 0,54 \text{ kN}$$

$$M_x = H_y \cdot 2,30 \text{ m} = 1,3 \text{ kNm}$$

$$M_y = H_x \cdot 2,30 \text{ m} = 5,8 \text{ kNm}$$

BAUTEIL:                      Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK:                      2.                      Berechnungsgrundlagen	Seite: 9	
VORGANG:                      Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: Datum: Dez. 18

### 2.4.2.3 Einwirkungen aus Wind

$$V = 11 \text{ kN}$$

$$H_x = 11 \text{ kN}$$

$$H_y = 7,16 \text{ kN}$$

$$M_x = H_y \cdot 2,30 \text{ m} = 16,5 \text{ kNm}$$

$$M_y = H_x \cdot 2,30 \text{ m} = 25,3 \text{ kNm}$$

### 2.4.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

#### 2.4.3.1 Eislasten

Horizontale Eislasten aus Eistreiben nach EAU, Abschn. 5.15 (E 177) und Abschn. 5.16 (E205):

$$P_p = 0,36 \cdot \sigma_0 \cdot d^{0,5} \cdot h^{1,1}$$

$$\sigma_0 = 2,5 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Süßwasser, EAU, Abschn. 5.16.3})$$

$$d = 61,0 \text{ cm} \quad \text{Pfahldurchmesser}$$

$$h = 30 \text{ cm} \quad \text{EAU, Abschn. 5.16.2}$$

$$P_p = 0,36 \cdot 2,5 \cdot 61,0^{0,5} \cdot 30^{1,1} = 296,3 \text{ kN}$$

Da Eistreiben nicht bzw. nur im geringen Maße auftreten, wird diese Einwirkung nicht weiter untersucht. Aus wirtschaftlich Gründen wird daher eine selten auftretende Überbeanspruch hingenommen (siehe auch EAU, Abschn. 5.15.6).

Vertikale Eislasten Nach EAU, Abschn. 5.15 (E 177) und Abschn. 5.16 (E205) werden die vertikalen Eislasten wie folgt berücksichtigt:  
 Streifenbreite 5,0 m,  $\gamma_E = 9 \text{ kN/m}^3$ ,  $\Delta\gamma_E = 1 \text{ kN/m}^3$   
 Fläche 5,0x4,75 m (Abstand der Pfähle 4,75 m)  
 bei fallendem Wasserspiegel  
 $P = V_E \cdot \gamma_E = 5,0 \cdot 4,75 \cdot 0,3 \cdot 9 = 64,2 \text{ kN}$  (nach unten)  
 Bei steigendem Wasserspiegel  
 $P = V_E \cdot \gamma_E = 5,0 \cdot 4,75 \cdot 0,3 \cdot 1 = 7,2 \text{ kN}$  (nach oben)

Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,0$

Für die Eingabe der Rechnertechnischen Berechnung werden die Lasten mit dem Faktor  $1/\gamma$  (mit  $\gamma = 1,5$ ) abgemindert.

Maßgebend wird die vertikale Eislast nach unten

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 2. Berechnungsgrundlagen	Seite: 10	
VORGANG: Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: Datum: Dez. 18

### 3 Schnittgrößen und Nachweise

Die Berechnung sowie die Nachweise der inneren und äußeren Standsicherheit erfolgt mit dem Programm 4H-EPFL der pcae GmbH aus Hannover.  
Es werden die Pfähle mit der max. Belastung aus den Lastfallkombinationen nachgewiesen.

#### 3.1 Nachweis der inneren und äußeren Standsicherheit

Profil: Rohr 610 x 12,5 S235  
 Modelfaktoren nach EA-Pfähle, Tab. 5.5 für offenes Stahlrohr  
 $\eta_b = 0,95 \cdot e^{-1,2 \cdot D} = 0,95 \cdot e^{-1,2 \cdot 0,610} = 0,457$   
 $\eta_s = 1,1 \cdot e^{-0,63 \cdot D} = 1,1 \cdot e^{-0,63 \cdot 0,610} = 0,749$

Die Mantelreibung und Pfahlsitzenwiderstände werden mit den Modelfaktoren abgemindert. Zusätzlich werden diese Werte nur mit 80% berücksichtigt, da die Stahlrohrpfähle durch Vibration in den Baugrund gerammt werden.

Rechnertechnische Berechnung siehe Anlage A2

erf. Pfahlänge:	$L = 15,30 + 2,30 = 17,60 \text{ m}$
max. Ausnutzung der Stahltragfähigkeit:	58 %
max. Ausnutzung der axialen Tragfähigkeit (GEO-2):	$\mu_{\max.} = 0,81$
max. Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes:	$\mu_{\max.} = 1,0$
max. Pfahlkopfauslenkung (SLS):	1,48 cm an der OK Sohle
max. Pfahlkopfsenkung (SLS):	0,83 cm
max. Ausnutzung des Erdwiderlagers:	$\mu_{\max.} = 0,30$

Die Pfahlkopfauslenkung an der Sohle beträgt  $1,48 \text{ cm} \leq 0,03 \cdot D = 1,83 \text{ cm}$   
 Die Bedingung für den Ansatz einer elastischen Bettung ist somit erfüllt.

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 3. Schnittgrößen und Nachweise	Seite: 11	
VORGANG: Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann		
PROGRAMM:		
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.:	Datum: Dez. 18

### 3.2 Nachweis der Lebensdauer

Das Wasser der Havel / Grundwassers wurde nicht untersucht.

Es wird die Korrosionswahrscheinlichkeit von nicht- oder niedriglegierten Stählen an der Phasengrenze Luft-Wasser für Mulden- und Lochkorrosion sowie für Flächenkorrosion als sehr gering eingestuft (abgeschätzt).

Es wird eine mittlere Abtragsrate von  $2 \cdot 0,01$  mm/a berücksichtigt.

Die Gründung wird für eine Lebensdauer von 100 Jahren bemessen.

Durch die Abrostung verringert sich die Wanddicke um 2 mm sowie die Steifigkeit des Rohres. Die Berechnung der Pfähle für ein Rohr 610x10 ergaben folgende Ergebnisse (nicht dokumentiert).

erf. Pfahlänge:	$L = 15,30 + 2,30 = 17,60$ m
max. Ausnutzung der Stahltragfähigkeit:	72 %
max. Ausnutzung der axialen Tragfähigkeit (GEO-2):	$\mu_{\max.} = 0,80$
max. Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes:	$\mu_{\max.} = 0,99$
max. Pfahlkopfauslenkung (SLS):	1,76 cm an der OK Sohle
max. Pfahlkopfsenkung (SLS):	0,81 cm
max. Ausnutzung des Erdwiderlagers:	$\mu_{\max.} = 0,33$

Die Pfahlkopfauslenkung an der Sohle beträgt  $1,76 \text{ cm} \leq 0,03 \cdot D = 1,83 \text{ cm}$

Die Bedingung für den Ansatz einer elastischen Bettung ist auch weiterhin nach Berücksichtigung einer Abrostung erfüllt.

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 3. Schnittgrößen und Nachweise	Seite: 12	
VORGANG: Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
PROGRAMM:	
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.: Datum: Dez. 18

### 3.3 Auslenkung am Pfahlkopf

Auf Grund der elastischen Bettung und der Steifigkeit der Rohre ergeben sich deutlich größere Auslenkungen am Pfahlkopf.

Es erfolgt die Berechnung der Pfähle mit Berücksichtigung des Pfahlkopfes bei 2,30 m über der Sohle. Die Zusatzmomente  $M_x$  und  $M_y$  werden nicht berücksichtigt.

Rechnertechnische Berechnung siehe Anlage A3

erf. Pfahllänge:	L = 17,60 m
max. Ausnutzung der Stahltragfähigkeit:	61 %
max. Ausnutzung der axialen Tragfähigkeit (GEO-2):	$\mu_{\max.} = 0,82$
max. Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes:	$\mu_{\max.} = 1,0$
max. Pfahlkopfauslenkung (SLS):	2,95 cm am Pfahlkopf
max. Pfahlkopfsenkung (SLS):	0,84 cm
max. Ausnutzung des Erdwiderlagers:	$\mu_{\max.} = 0,31$

Durch die Abrostung verringert sich die Wanddicke um 2 mm sowie die Steifigkeit des Rohres. Bei der Berechnung der Pfähle für ein Rohr 610x10 ergaben sich eine Kopfauslenkung von 3,53 cm (nicht dokumentiert)

Durch den Aufsteller der Statische Berechnung der Seebrücke Wentorfinsel in Schwielowsee (Dipl.-Ing. B. Neikes) ist die Aufnahme der Verschiebung am Pfahlkopf von 2,95 cm bzw. 3,53 cm zu bestätigen. Durch die massive Plattedicke von 35 cm, dürfte der Einfluss gering sein.

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 3. Schnittgrößen und Nachweise	Seite: 13	
VORGANG: Statische Berechnung		

VERFASSER: ISBN Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann		
PROGRAMM:		
BAUWERK: Seebrücke Himmelreich	ASB-Nr.:	Datum: Dez. 18

#### 4 Hinweise und Bemerkungen

Es wurden folgende Kopfauslenkungen berechnet:

Pfähle nach Errichtung	2,95 cm
Pfähle bei Berücksichtigung einer Abrostung von 2 mm	3,53 cm

Durch den Aufsteller der Statische Berechnung der Seebrücke Wentorfinsel in Schwielowsee (Dipl.-Ing. B. Neikes) ist die Aufnahme der Verschiebung am Pfahlkopf von 2,95 cm bzw. 3,53 cm zu bestätigen.

Die Rohrwanddicke mit 12,5 mm ergibt sich aus der Einhaltung der Auslenkung im Bereich der elastischen Bettung. Die ausführende Tiefbaufirma sollte vor Ausführung der Tiefgründung bestätigen, dass sie diese Rohre mit der gewählten Technologie einbringen kann.

Vertikale Eislasten wurden bei der Bemessung der Gründung berücksichtigt. Horizontale Eislasten aus Eistreiben treten nicht bzw. nur im geringen Maße auf. Aus wirtschaftlich Gründen wird daher eine selten auftretende Überbeanspruch hingenommen (siehe auch EAU, Abschn. 5.15.6).

Die Pfähle sind in den Wintermonaten eisfrei zu halten.

BAUTEIL: Gründung		Archiv-Nr.:
BLOCK: 4. Hinweise und Bemerkungen	Seite: 14	
VORGANG: Statische Berechnung		





Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

## 4H-EPFL [EINZELPFAHL R 610X12,5

4H-EPFL Version: 3/2014-2g

### Einzelpfahl, Typ: gerammter Verdrängungspfahl aus Stahl

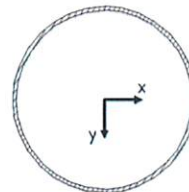
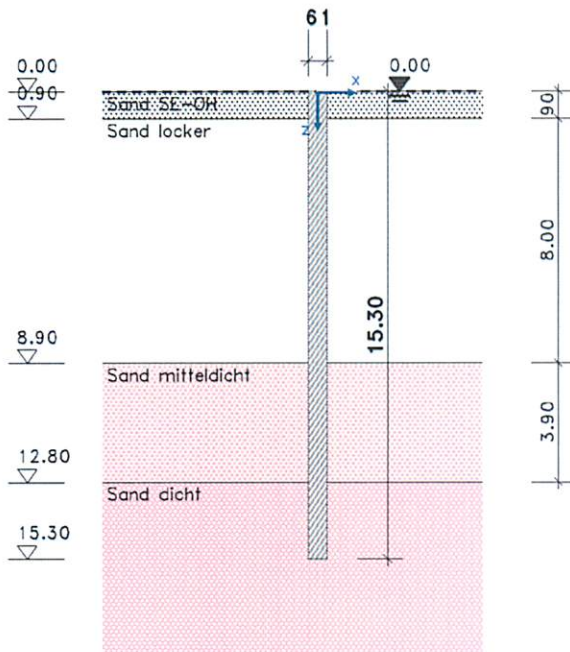
Stahlnachweise nach DIN EN 1993-1:2010-12 mit NA-Deutschland

Äußere Standsicherheit nach DIN EN 1997-1:2009-09 mit NA-Deutschland

Ergänzende Regeln nach DIN 1054:2010-12

System, Maßstab 1:250

Querschnitt, Maßstab 1:25



Profil R 610.0 x 12.5(w), Stahlgüte S235  
am Fuß offen

### 1. Bezeichnung und Kennwerte der Bodenschichten

Hinweis: Die Dicke der letzten Schicht wird als unendlich angenommen.

#### 1.1. Schichtdicke und Scherbeiwerte

Die Oberkante der ersten Schicht liegt bei  $z_0 = 0.00$  m.

Schicht	Typ	d m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi$ °
Sand SE-OH	nicht bindig	0.90	15.00	7.00	30.0
Sand locker	nicht bindig	8.00	16.00	8.00	31.0
Sand mitteldicht	nicht bindig	3.90	17.00	9.00	34.0
Sand dicht	nicht bindig	---	17.00	9.00	34.0

$\gamma$  - Wichte    $\gamma'$  - Wichte unter Auftrieb    $\varphi$  - Reibungswinkel

#### 1.2. Kennwerte für vertikalen Widerstand und E-Moduli

Schicht	$q_{bk, 0.035}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.10}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk, ssg*}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk, ssg}$ kN/m <sup>2</sup>	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>	$\kappa$ -	$E_m$ MN/m <sup>2</sup>
Sand SE-OH	0.0	0.0	0.0	0.0	10.00	1.00	10.00
Sand locker	0.0	0.0	5.6	8.0	15.00	1.00	15.00
Sand mitteldicht	0.0	0.0	14.0	20.0	45.00	1.00	45.00
Sand dicht	1932.0	3275.0	46.5	66.0	45.00	1.00	45.00

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/1
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

$q_{bk, 0.035}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.035$      $q_{bk, 0.10}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.1$   
 $q_{sk, ssg}^*$  - Pfahlmantelreib. bei Mobil. des Bruchzustandes     $q_{sk, ssg}$  - Pfahlmantelreib. bei Grenzsetzung     $E_s$  - Steifemodul  
 $\kappa$  - Quotient aus Steifemodul und Zusammendrückungsmodul     $E_m$  - mittl. Zusammendrückungsmodul

### 1.3. Grundwasser

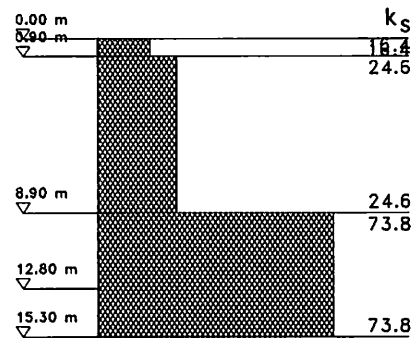
Der Grundwasserstand liegt konstant bei  $z_{GW} = 0.00$  m.

## 2. Bettungsansatz

Der Bettungsmodul wird in Abhängigkeit von Steifemodul und Pfahldurchmesser ermittelt:

$$k_s = E_s/D$$

Schicht	$k_s$ MN/m <sup>3</sup>
Sand SE-0H	16.39
Sand locker	24.59
Sand mitteldicht	73.77
Sand dicht	73.77



## 3. Belastung

### 3.1. Einwirkungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Einwirkungen und Lastfälle in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind deren überlagerungsspezifische Eigenschaften angegeben.

verwendete Symbole: Einwirkung    Lastfall

Einwirkungs-Symbol	Einwirkung	Lastfall
	1: ständige Lasten	ständige Lasten
	1: Eigengewicht (1)	additiv
	2: Nutzlasten (1)	veränderliche Nutzlasten in Wohn-, Büroräumen
	2: Nutzlasten (1/1)	additiv
	3: Schneelasten	veränderliche Schneelasten
	3: Schneelast (1)	additiv
	4: Windlasten	veränderliche Windlasten
	4: Windlast	alternativ in Gruppe A
	5: Eislasten	sonstige veränderliche Einwirkungen
	5: vertikal. Eisl. nach unten	additiv

### 3.2. Bemessungssituation der Lastfälle für äußere Standsicherheit

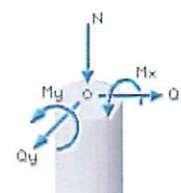
Lastf.	Bezeichnung	BS-P	BS-T	Lastf.	Bezeichnung	BS-P	BS-T
1	Eigengewicht (1)	x		4	Windlast	x	
2	Nutzlasten (1/1)	x		5	vertikal. Eisl. nach unten	x	
3	Schneelast (1)	x					

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/2
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

### 3.3. Charakteristische Pfahlkopflast

Lastf.	N <sub>k</sub> kN	Q <sub>x,k</sub> kN	Q <sub>y,k</sub> kN	M <sub>x,k</sub> kNm	M <sub>y,k</sub> kNm
1	320.00	14.00	3.85	8.90	-32.20
2	238.00	20.00	6.58	15.20	-46.00
3	10.00	2.50	0.54	1.30	-5.80
4	11.00	11.00	7.16	16.50	-25.30
5	42.80	0.00	0.00	0.00	0.00



### 3.4. Berücksichtigung einer geometrischen Herstellungsabweichung

(entsprechend [1], Abschn. 7.3: e = 10 cm)

Die Kopflast wird mit einer Exzentrizität von e = 10.0 cm in der ungünstigsten Richtung angesetzt.

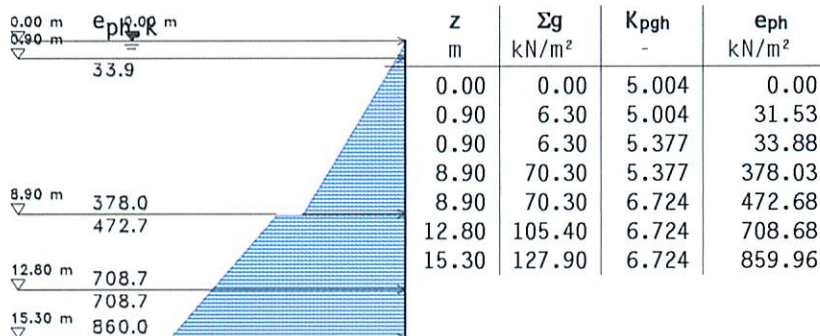
### 3.5. Eigengewicht des Pfahls

Das Gewicht des Pfahls wird mit 78.50 kN/m<sup>3</sup> im Lastfall 1 berücksichtigt.

## 4. Charakteristischer Erdwiderstand

Der Erddruckbeiwert  $K_{pgh}$  wird bei  $\varphi < 0^\circ$  für ebene Gleitflächen, und bei  $\varphi \geq 0^\circ$  für gekrümmte Gleitflächen nach [2], Anhang C ermittelt.

Der Wandreibungswinkel wird mit  $\delta_p = -2/3 \cdot \varphi$  angenommen.



Der resultierende max. charakt. Erdwiderstand bei  $z_s = 10.60$  m beträgt  $E_{phg,k} = 5926.27$  kN/m.

## 5. Axialer Pfahlwiderstand aus vorgegebenem Mantel- und Spitzenwiderstand

### 5.1. Pfahlsitzenwiderstand

$R_{b,k}(s) = \eta_b q_{b,k} A_b$  mit  $s = s_g = 0.1 D_{eq}$  als Bruchsetzung

$D_{eq} = 0.610$  m

$A_b = (0.610/2)^2 \cdot \varphi = 0.292$  m<sup>2</sup>

s/D <sub>eq</sub> -	s cm	q <sub>b,k</sub> kN/m <sup>2</sup>	R <sub>b,k</sub> kN
0.035	2.13	1932.00	564.62
0.100	6.10	3275.00	957.11

⇒  $R_{b,k}(s_g) = 957.11$  kN

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/3
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

### 5.2. Mantelreibung

$$R_{s,k}(s_{sg}) = \eta_s \cdot \sum q_{s,k,i} \cdot A_{s,i} \quad \text{mit } A_{s,i} = l_{s,i} \cdot U_s$$

$$\text{Umfang } U = 0.610 \cdot \varphi = 1.916 \text{ m}$$

Schicht	$q_{s,k}(s_{sg}^*)$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{s,k}(s_{sg})$ kN/m <sup>2</sup>	$l_s$ m	$A_s$ m <sup>2</sup>	$\eta_s \cdot q_{s,k}(s_{sg}^*) \cdot A_s$ kN	$\eta_s \cdot q_{s,k}(s_{sg}) \cdot A_s$ kN
Sand SE-0H	0.00	0.00	0.90	1.725	0.00	0.00
Sand locker	5.60	8.00	8.00	15.331	85.85	122.65
Sand mitteldicht	14.00	20.00	3.90	7.474	104.63	149.48
Sand dicht	46.50	66.00	2.50	4.791	222.78	316.20

$$\Rightarrow R_{s,k}(s_{sg}^*) = 413.27 \text{ kN}$$

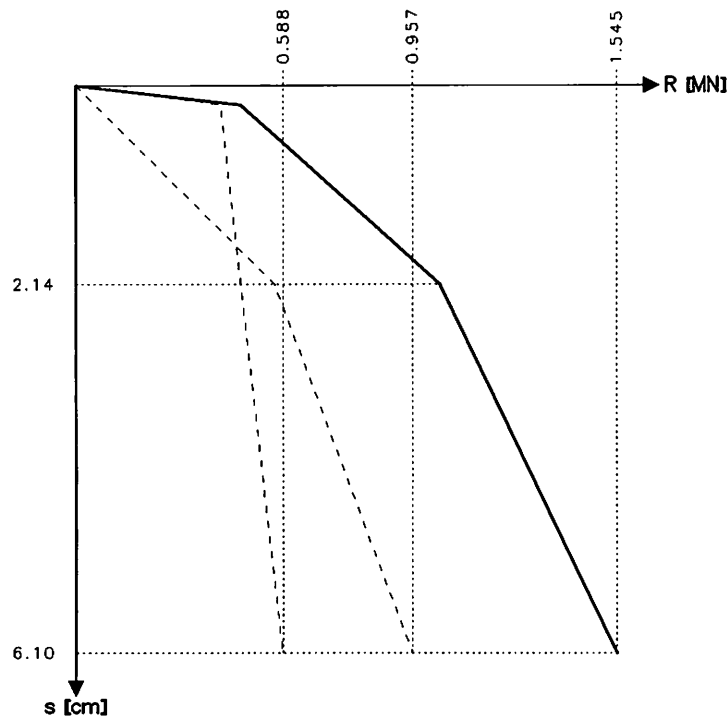
$$\Rightarrow R_{s,k}(s_{sg}) = 588.33 \text{ kN}$$

Setzung bei der die Mobilisierung der Bruchmantelreibung beginnt:

$$s_{sg}^* = 0.5 \cdot R_{s,k}[\text{MN}] = 0.21 < 1.00 \text{ cm}$$

### 5.3. Widerstands-Setzungs-Linie

Resultierender Pfahlwiderstand bei Druckbelastung



s cm	$R_{b,k}$ kN	$R_{s,k}$ kN	$R_k$ kN
2.13	564.62	470.55	1035.17
6.10	957.11	588.33	1545.43

$\eta_b$  - Modellfaktor Pfahlspitzenwiderstand  $q_{b,k}$  - Pfahlspitzenwiderstand  $s$  - Pfahlkopfsetzung  
 $D_{eq}$  - äquivalenter Pfahldurchmesser  $A_b$  - Pfahlfußfläche  $\eta_s$  - Modellfaktor Pfahlmantelreibung  
 $q_{s,k}$  - bezogene Pfahlmantelreibung in der Schicht  $l_{s,i}$  - Pfahllänge in der Schicht  $i$   
 $A_{s,i}$  - Pfahlmantelfläche in der Schicht  $i$

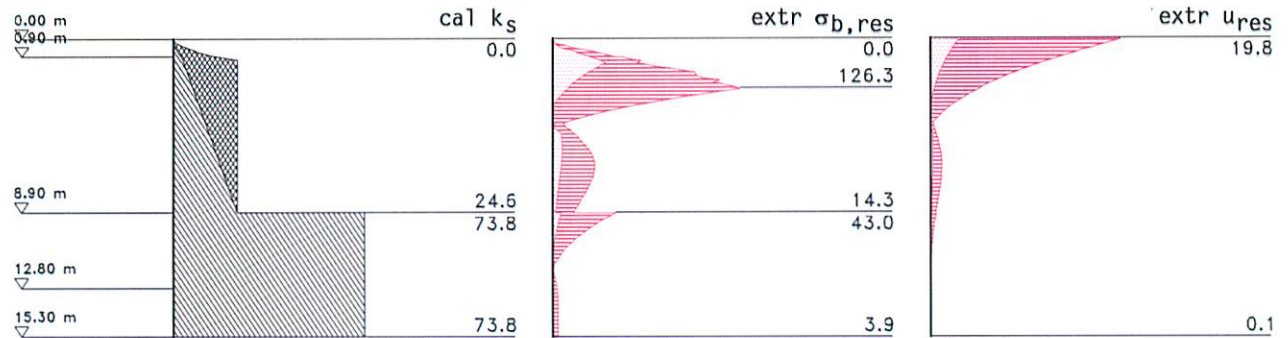
### 6. Innere Standsicherheit - Nachweis der Tragfähigkeit

Elastischer Nachweis (EN 1993-1-1 6.2.1(5)):  $\gamma_M = 1.00$ , Ausnutzung aus  $\sigma_v$   
 Grenzwerte  $\text{grenz}(c/t)$

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/4
Vorgang: Rechnerische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: Datum: 12.12.2018

### 6.1. Extremale Bettungsreaktionen und Verschiebungen



z m	cal ks		$\sigma_{b,x}$		$\sigma_{b,y}$		u <sub>x</sub>		u <sub>y</sub>		u <sub>res</sub>
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min mm	Max mm	Min mm	Max mm	Max mm
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	<b>18.66</b>	0.78	<b>7.01</b>	<b>19.84</b>
1.10	3.70	24.59	30.76	57.25	9.20	21.02	1.51	11.56	0.42	4.35	12.29
1.20	4.58	24.59	34.26	53.29	9.56	23.43	1.41	10.99	0.39	4.13	11.68
1.30	5.46	24.59	31.55	59.53	8.90	25.45	1.31	10.43	0.36	3.92	11.09
1.30	5.46	24.59	32.29	59.53	8.90	25.45	1.31	10.43	0.36	3.92	11.09
1.50	4.70	24.59	27.77	73.82	7.65	32.15	1.13	9.35	0.31	3.52	9.94
1.70	8.49	24.59	23.59	91.82	6.50	34.57	0.96	8.33	0.26	3.14	8.86
1.90	10.49	24.59	19.74	93.32	5.44	32.04	0.80	7.37	0.22	2.78	7.83
2.10	13.33	24.59	16.22	107.49	4.47	37.70	0.66	6.46	0.18	2.44	6.87
2.20	16.41	24.59	14.58	101.79	4.01	38.39	0.59	6.03	0.16	2.27	6.41
2.50	24.59	24.59	10.11	<b>118.77</b>	2.78	<b>44.83</b>	0.41	4.83	0.11	1.82	5.14
4.30	24.59	24.59	-7.09	5.82	-2.80	2.31	-0.29	0.24	-0.11	0.09	0.30
5.60	24.59	24.59	-22.87	-6.60	-8.50	-1.82	-0.93	-0.27	-0.35	-0.07	0.99
5.70	24.59	24.59	-23.82	-6.59	-8.85	-1.82	-0.97	-0.27	-0.36	-0.07	1.03
6.50	24.59	24.59	-27.04	-5.95	-10.09	-1.64	-1.10	-0.24	-0.41	-0.07	1.17
6.60	24.59	24.59	-26.99	-5.82	-10.08	-1.61	-1.10	-0.24	-0.41	-0.07	1.17
7.00	24.59	24.59	-26.05	-5.24	-9.74	-1.44	-1.06	-0.21	-0.40	-0.06	1.13
8.90	24.59	24.59	-13.47	-2.11	-5.05	-0.58	-0.55	-0.09	-0.21	-0.02	0.58
8.90	<b>73.77</b>	<b>73.77</b>	<b>-40.40</b>	-6.34	<b>-15.16</b>	-1.75	-0.55	-0.09	-0.21	-0.02	0.58
13.36	73.77	73.77	0.74	3.69	0.21	1.38	0.01	0.05	0.00	0.02	0.05
14.12	73.77	73.77	0.65	3.88	0.18	1.45	0.01	0.05	0.00	0.02	0.06
14.54	73.77	73.77	0.57	3.82	0.16	1.43	0.01	0.05	0.00	0.02	0.06
15.23	73.77	73.77	0.43	3.65	0.12	1.37	0.01	0.05	0.00	0.02	0.05
15.30	73.77	73.77	0.42	3.63	0.12	1.37	0.01	0.05	0.00	0.02	0.05

### 6.2. Nachweis des Erdwiderlagers

$$\mu = B_{h,d} / E_{rph,d}$$

LK	zDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sub>rph,d</sub> kN	μ
1	3.46	32.92	257.13	0.13
2	3.46	44.54	256.85	0.17
3	4.09	102.25	388.91	0.26
4	4.09	114.69	386.63	0.30
5	3.52	36.57	266.60	0.14
6	3.51	48.23	265.55	0.18
7	4.15	106.53	402.61	0.26
8	4.15	119.04	400.21	0.30
9	3.86	54.99	343.83	0.16
10	3.84	66.86	338.68	0.20
11	4.44	126.98	478.10	0.27
12	4.43	139.74	474.72	0.29

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/5
Vorgang: Rechnerische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

LK	ZDrehpunkt m	Bh,d kN	E <sup>r</sup> <sub>ph,d</sub> kN	μ -
13	3.90	58.86	351.46	0.17
14	3.88	70.81	346.48	0.20
15	4.48	131.44	489.33	0.27
16	4.47	144.28	486.05	0.30
17	3.44	34.10	252.59	0.13
18	3.44	45.74	253.61	0.18
19	4.10	103.75	390.89	0.27
20	4.10	116.25	388.84	0.30
21	3.50	37.80	263.85	0.14
22	3.50	49.50	264.02	0.19
23	4.16	107.96	404.27	0.27
24	4.15	120.51	402.14	0.30
25	3.85	56.26	342.33	0.16
26	3.84	68.18	338.07	0.20
27	4.43	128.47	476.78	0.27
28	4.42	141.28	473.64	0.30
29	3.89	60.14	349.71	0.17
30	3.88	72.13	345.52	0.21
31	4.48	132.94	488.10	0.27
32	4.47	145.83	485.04	0.30
33	4.09	81.71	387.28	0.21
34	4.08	94.05	384.89	0.24
35	3.53	40.17	269.14	0.15
36	3.52	51.83	267.55	0.19
37	4.15	89.70	401.91	0.22
38	4.14	102.13	399.34	0.26
39	4.44	105.88	479.14	0.22
40	4.43	118.52	475.27	0.25
41	3.91	62.53	351.96	0.18
42	3.89	74.50	347.02	0.21
43	4.49	114.13	490.58	0.23
44	4.48	126.87	486.89	0.26
45	4.09	83.13	388.72	0.21
46	4.09	95.52	386.74	0.25
47	3.52	41.41	266.68	0.16
48	3.52	53.11	266.19	0.20
49	4.16	91.07	403.16	0.23
50	4.15	103.54	400.97	0.26
51	4.43	107.31	477.39	0.22
52	4.42	120.00	473.85	0.25
53	3.90	63.82	350.32	0.18
54	3.88	75.83	346.18	0.22
55	4.48	115.57	489.02	0.24
56	4.47	128.36	485.62	0.26
57	4.15	85.87	401.17	0.21
58	4.14	98.29	398.63	0.25
59	3.89	69.45	352.31	0.20
60	3.87	81.30	346.80	0.23
61	4.45	121.06	485.47	0.25
62	4.44	133.71	481.40	0.28
63	3.93	73.36	359.81	0.20
64	3.91	85.29	354.22	0.24
65	4.50	125.46	496.51	0.25
66	4.49	138.20	492.56	0.28
67	4.15	87.23	402.33	0.22
68	4.15	99.69	400.19	0.25
69	3.89	70.76	351.44	0.20

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/6
Vorgang: Rechnerische Berechnung	

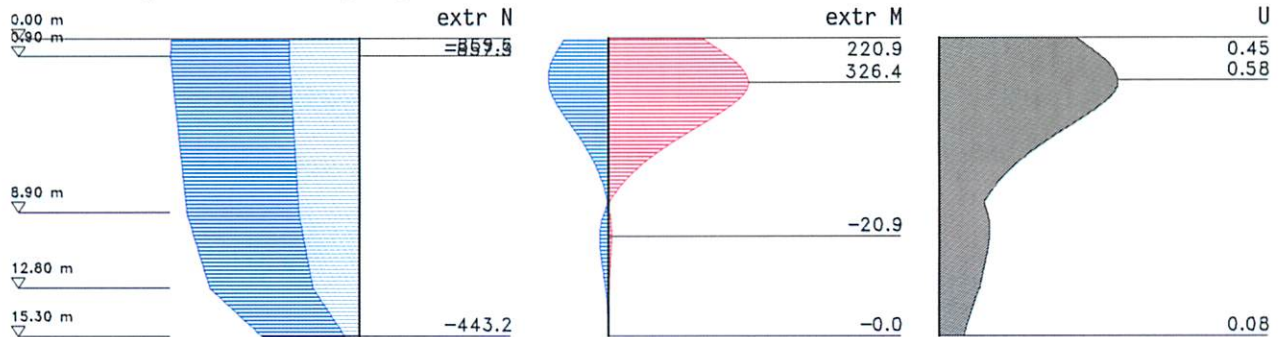
Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sub>r<sup>ph,d</sup></sub> kN	μ
70	3.87	82.65	346.58	0.24
71	4.45	122.52	483.96	0.25
72	4.44	135.23	480.16	0.28
73	3.92	74.68	358.54	0.21
74	3.90	86.65	353.58	0.25
75	4.49	126.93	495.09	0.26
76	4.48	139.71	491.40	0.28
77	4.48	110.23	490.42	0.22
78	4.47	122.94	486.67	0.25
79	3.43	34.39	251.34	0.14
80	3.44	46.04	252.66	0.18
81	4.09	83.44	387.98	0.22
82	4.08	95.84	386.10	0.25
83	3.50	38.10	262.68	0.15
84	3.50	49.80	263.10	0.19
85	4.15	87.55	401.59	0.22
86	4.14	100.01	399.54	0.25
87	3.85	56.56	341.23	0.17
88	3.84	68.48	337.17	0.20
89	4.43	107.63	476.66	0.23
90	4.42	120.32	473.20	0.25
91	3.89	60.44	348.69	0.17
92	3.87	72.44	344.68	0.21
93	4.48	111.98	488.11	0.23
94	4.47	124.75	484.73	0.26

$\mu_{max} = 0.3 < 1.0 \Rightarrow$  Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten

B<sub>h,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt  
E<sub>r<sup>ph,d</sup></sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

### 6.3. Extremale Ergebnisse Stahltragfähigkeit



z m	N		M <sub>x</sub>		M <sub>y</sub>		U -
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	Min kNm	Max kNm	
0.00	-857.28	-319.98	-81.83	-17.41	63.05	220.24	0.45
0.90	-859.64	-321.65	-103.79	-20.53	74.38	278.21	0.52
1.30	-856.02	-319.45	-111.82	-20.99	76.08	299.35	0.55
2.30	-846.99	-313.94	-122.03	-18.86	68.39	325.86	0.58
2.90	-841.54	-310.63	-117.50	-16.32	59.17	313.46	0.56
9.68	-764.51	-264.58	1.26	7.20	-19.33	-4.56	0.16
9.78	-761.87	-262.96	1.25	7.41	-19.87	-4.55	0.16
10.17	-751.35	-256.50	1.20	7.78	-20.83	-4.34	0.16
10.27	-748.71	-254.88	1.17	7.78	-20.82	-4.26	0.16

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/7
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

<b>Verfasser:</b> ISBN Potsdam Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
<b>Programm:</b> 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
<b>Bauwerk:</b> Seebrücke Himmelreich	<b>ASB Nr.:</b> Datum: 12.12.2018

z m	N		M <sub>x</sub>		M <sub>y</sub>		U -
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	Min kNm	Max kNm	
15.30	-443.23	-65.60	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.08

$U_{max} = 0.58 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Ausnutzung wird eingehalten

## 7. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Tragfähigkeit (ULS)

### 7.1. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite

Entsprechend [3] Tabelle A 2.1

### 7.2. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Widerstandsseite

Entsprechend [3] Tabellen A 2.2 und A 2.3

### 7.3. Nachweis des Erdwiderlagers

$\mu = B_{h,d}/E_{ph,d}$

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sub>ph,d</sub> kN	μ -
1	3.46	32.69	257.30	0.13
2	3.46	44.13	257.30	0.17
3	4.11	100.37	392.39	0.26
4	4.10	112.23	390.46	0.29
5	3.53	36.33	269.07	0.14
6	3.53	47.80	268.33	0.18
7	4.15	104.51	401.78	0.26
8	4.14	116.41	399.88	0.29
9	3.86	54.54	344.11	0.16
10	3.85	66.15	339.37	0.19
11	4.42	124.10	473.59	0.26
12	4.41	136.10	470.84	0.29
13	3.90	58.38	351.96	0.17
14	3.89	70.03	347.36	0.20
15	4.48	128.59	488.63	0.26
16	4.47	140.66	485.99	0.29
17	3.44	33.81	252.74	0.13
18	3.45	45.25	254.05	0.18
19	4.10	101.57	389.85	0.26
20	4.09	113.44	388.31	0.29
21	3.50	37.49	264.23	0.14
22	3.51	48.96	264.72	0.18
23	4.16	105.72	403.44	0.26
24	4.15	117.63	401.82	0.29
25	3.86	55.73	342.67	0.16
26	3.84	67.35	338.81	0.20
27	4.44	125.36	477.56	0.26
28	4.43	137.37	475.06	0.29
29	3.90	59.62	351.21	0.17
30	3.89	71.30	347.43	0.21
31	4.48	129.82	489.49	0.27
32	4.48	141.90	487.07	0.29
33	4.10	80.42	390.09	0.21
34	4.09	92.29	388.16	0.24
35	3.55	39.91	271.64	0.15
36	3.54	51.37	270.37	0.19
37	4.15	88.23	400.58	0.22
38	4.14	100.14	398.51	0.25
39	4.42	103.81	473.93	0.22
40	4.41	115.81	470.67	0.25
41	3.91	62.01	352.51	0.18

<b>Bauteil:</b> Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	<b>Archiv Nr.:</b>
<b>Block:</b> Analge A2	<b>Seite:</b> A2/8
<b>Vorgang:</b> Rechnertechnische Berechnung	



Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sub>r<sup>ph,d</sup></sub> kN	μ -
42	3.89	73.67	347.94	0.21
43	4.48	112.00	489.26	0.23
44	4.47	124.06	486.20	0.26
45	4.09	81.61	387.17	0.21
46	4.08	93.48	385.65	0.24
47	3.52	41.06	267.12	0.15
48	3.52	52.53	266.94	0.20
49	4.15	89.42	401.82	0.22
50	4.15	101.34	400.13	0.25
51	4.43	105.04	477.48	0.22
52	4.43	117.05	474.57	0.25
53	3.91	63.26	351.94	0.18
54	3.89	74.95	348.13	0.22
55	4.48	113.20	489.80	0.23
56	4.48	125.28	487.03	0.26
57	4.14	84.48	399.77	0.21
58	4.14	96.39	397.73	0.24
59	3.89	68.89	352.69	0.20
60	3.87	80.43	347.61	0.23
61	4.44	118.68	480.44	0.25
62	4.43	130.64	477.00	0.27
63	3.93	72.75	360.42	0.20
64	3.91	84.35	355.29	0.24
65	4.49	123.13	495.26	0.25
66	4.48	135.16	491.97	0.27
67	4.15	85.67	400.93	0.21
68	4.14	97.59	399.28	0.24
69	3.89	70.09	351.91	0.20
70	3.87	81.66	347.47	0.24
71	4.45	119.93	484.23	0.25
72	4.44	131.91	481.07	0.27
73	3.93	74.02	360.26	0.21
74	3.91	85.65	355.76	0.24
75	4.50	124.35	495.96	0.25
76	4.49	136.39	492.92	0.28
77	4.48	108.19	489.03	0.22
78	4.47	120.25	485.91	0.25
79	3.43	34.10	251.50	0.14
80	3.44	45.53	253.11	0.18
81	4.09	81.88	386.47	0.21
82	4.08	93.76	385.05	0.24
83	3.50	37.77	263.05	0.14
84	3.50	49.24	263.78	0.19
85	4.15	85.94	400.23	0.21
86	4.14	97.86	398.68	0.25
87	3.85	56.01	341.61	0.16
88	3.84	67.63	337.96	0.20
89	4.43	105.31	476.81	0.22
90	4.42	117.32	473.97	0.25
91	3.89	59.89	350.23	0.17
92	3.88	71.58	346.63	0.21
93	4.48	109.66	488.87	0.22
94	4.47	121.73	486.13	0.25

$\mu_{\max} = 0.29 < 1.0 \Rightarrow$  Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten

B<sub>h,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt  
E<sub>r<sup>ph,d</sup></sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/9
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebücke Himmelreich	ASB Nr.: Datum: 12.12.2018

#### 7.4. Nachweis der axialen Tragfähigkeit im Grenzzustand GEO-2

$$\mu = R_{ULS,d} / E_{ULS,d}$$

$$R_{ULS,d} = R_{ULS,k} / \gamma_p \text{ mit } R_{ULS,k} = R_{b,k}(s_g) + R_{s,k}(s_{sg})$$

$$E_{ULS,d} = E_{G,k} \gamma_G + E_{Q,k} \gamma_Q + E_{n,k} \gamma_G$$

LK	R <sub>ULS,k</sub> kN	γ <sub>t</sub> -	R <sub>ULS,d</sub> kN	E <sub>ULS,d</sub> kN	μ -
1	1545.43	1.40	1103.88	348.22	0.32
2	1545.43	1.40	1103.88	470.10	0.43
3	1545.43	1.40	1103.88	705.22	0.64
4	1545.43	1.40	1103.88	827.10	0.75
5	1545.43	1.40	1103.88	355.72	0.32
6	1545.43	1.40	1103.88	477.60	0.43
7	1545.43	1.40	1103.88	712.72	0.65
8	1545.43	1.40	1103.88	834.60	0.76
9	1545.43	1.40	1103.88	358.12	0.32
10	1545.43	1.40	1103.88	480.00	0.43
11	1545.43	1.40	1103.88	715.12	0.65
12	1545.43	1.40	1103.88	837.00	0.76
13	1545.43	1.40	1103.88	365.62	0.33
14	1545.43	1.40	1103.88	487.50	0.44
15	1545.43	1.40	1103.88	722.62	0.65
16	1545.43	1.40	1103.88	844.50	0.77
17	1545.43	1.40	1103.88	399.58	0.36
18	1545.43	1.40	1103.88	521.46	0.47
19	1545.43	1.40	1103.88	756.58	0.69
20	1545.43	1.40	1103.88	878.46	0.80
21	1545.43	1.40	1103.88	407.08	0.37
22	1545.43	1.40	1103.88	528.96	0.48
23	1545.43	1.40	1103.88	764.08	0.69
24	1545.43	1.40	1103.88	885.96	0.80
25	1545.43	1.40	1103.88	409.48	0.37
26	1545.43	1.40	1103.88	531.36	0.48
27	1545.43	1.40	1103.88	766.48	0.69
28	1545.43	1.40	1103.88	888.36	0.80
29	1545.43	1.40	1103.88	416.98	0.38
30	1545.43	1.40	1103.88	538.86	0.49
31	1545.43	1.40	1103.88	773.98	0.70
32	1545.43	1.40	1103.88	895.86	0.81
33	1545.43	1.40	1103.88	598.12	0.54
34	1545.43	1.40	1103.88	720.00	0.65
35	1545.43	1.40	1103.88	363.22	0.33
36	1545.43	1.40	1103.88	485.10	0.44
37	1545.43	1.40	1103.88	613.12	0.56
38	1545.43	1.40	1103.88	735.00	0.67
39	1545.43	1.40	1103.88	608.02	0.55
40	1545.43	1.40	1103.88	729.90	0.66
41	1545.43	1.40	1103.88	373.12	0.34
42	1545.43	1.40	1103.88	495.00	0.45
43	1545.43	1.40	1103.88	623.02	0.56
44	1545.43	1.40	1103.88	744.90	0.67
45	1545.43	1.40	1103.88	649.48	0.59
46	1545.43	1.40	1103.88	771.36	0.70
47	1545.43	1.40	1103.88	414.58	0.38
48	1545.43	1.40	1103.88	536.46	0.49
49	1545.43	1.40	1103.88	664.48	0.60
50	1545.43	1.40	1103.88	786.36	0.71
51	1545.43	1.40	1103.88	659.38	0.60
52	1545.43	1.40	1103.88	781.26	0.71
53	1545.43	1.40	1103.88	424.48	0.38

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/10
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0609999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

LK	RULS,k kN	$\gamma_t$ -	RULS,d kN	EULS,d kN	$\mu$ -
54	1545.43	1.40	1103.88	546.36	0.49
55	1545.43	1.40	1103.88	674.38	0.61
56	1545.43	1.40	1103.88	796.26	0.72
57	1545.43	1.40	1103.88	605.62	0.55
58	1545.43	1.40	1103.88	727.50	0.66
59	1545.43	1.40	1103.88	364.72	0.33
60	1545.43	1.40	1103.88	486.60	0.44
61	1545.43	1.40	1103.88	614.62	0.56
62	1545.43	1.40	1103.88	736.50	0.67
63	1545.43	1.40	1103.88	372.22	0.34
64	1545.43	1.40	1103.88	494.10	0.45
65	1545.43	1.40	1103.88	622.12	0.56
66	1545.43	1.40	1103.88	744.00	0.67
67	1545.43	1.40	1103.88	656.98	0.60
68	1545.43	1.40	1103.88	778.86	0.71
69	1545.43	1.40	1103.88	416.08	0.38
70	1545.43	1.40	1103.88	537.96	0.49
71	1545.43	1.40	1103.88	665.98	0.60
72	1545.43	1.40	1103.88	787.86	0.71
73	1545.43	1.40	1103.88	423.58	0.38
74	1545.43	1.40	1103.88	545.46	0.49
75	1545.43	1.40	1103.88	673.48	0.61
76	1545.43	1.40	1103.88	795.36	0.72
77	1545.43	1.40	1103.88	615.52	0.56
78	1545.43	1.40	1103.88	737.40	0.67
79	1545.43	1.40	1103.88	412.42	0.37
80	1545.43	1.40	1103.88	534.30	0.48
81	1545.43	1.40	1103.88	662.32	0.60
82	1545.43	1.40	1103.88	784.20	0.71
83	1545.43	1.40	1103.88	419.92	0.38
84	1545.43	1.40	1103.88	541.80	0.49
85	1545.43	1.40	1103.88	669.82	0.61
86	1545.43	1.40	1103.88	791.70	0.72
87	1545.43	1.40	1103.88	422.32	0.38
88	1545.43	1.40	1103.88	544.20	0.49
89	1545.43	1.40	1103.88	672.22	0.61
90	1545.43	1.40	1103.88	794.10	0.72
91	1545.43	1.40	1103.88	429.82	0.39
92	1545.43	1.40	1103.88	551.70	0.50
93	1545.43	1.40	1103.88	679.72	0.62
94	1545.43	1.40	1103.88	801.60	0.73

$\mu_{\max} = 0.81 < 1.0 \Rightarrow$  Axialer Pfahlwiderstand ausreichend

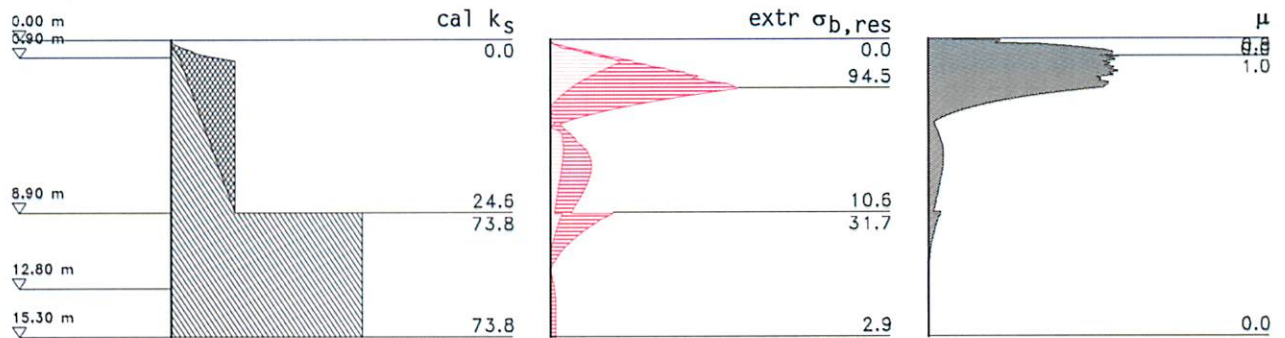
## 8. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/11
Vorgang: Rechnerische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

### 8.1. Ausnutzung des charakteristischen Erdwiderstandes

$$\mu = \sigma_b / e_{ph,k}$$



z m	cal $k_s$		$\sigma_{b,x}$		$\sigma_{b,y}$		$\sigma_{b,res}$		Eph,k kN/m²	$\mu$ -
	Min MN/m³	Max MN/m³	Min kN/m²	Max kN/m²	Min kN/m²	Max kN/m²	Min kN/m²	Max kN/m²		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.08	0.04	0.35	0.51	0.96	0.17	0.30	0.55	1.00	2.63	0.38
0.22	0.11	1.06	1.45	2.67	0.48	0.83	1.56	2.77	7.88	0.35
0.75	2.17	11.01	20.49	24.61	5.65	9.56	21.26	25.47	26.27	0.97
0.90	2.96	15.65	24.78	28.85	6.83	11.79	25.70	30.46	33.88	0.90
0.90	3.13	15.65	24.78	31.51	6.83	12.34	25.70	33.84	33.88	1.00
1.00	3.42	20.12	29.82	34.40	8.43	13.26	32.36	35.98	38.18	0.94
1.10	3.91	24.59	32.47	39.83	9.42	14.69	35.23	41.67	42.48	0.98
1.20	4.89	24.59	34.31	39.88	9.46	16.37	35.59	42.69	46.78	0.91
1.30	5.87	24.59	30.55	45.44	8.80	17.78	31.96	48.65	51.09	0.95
1.30	5.87	24.59	31.95	45.44	8.80	17.78	33.14	48.65	51.09	0.95
1.40	5.52	24.59	29.67	47.15	8.18	19.84	30.77	51.15	55.39	0.92
1.50	5.17	24.59	27.47	53.59	7.57	22.55	28.50	58.14	59.69	0.97
1.60	7.02	24.59	25.36	57.73	6.99	23.53	26.31	60.69	63.99	0.95
1.70	8.87	24.59	23.33	64.96	6.43	24.24	24.20	67.85	68.29	0.99
1.80	9.91	24.59	21.39	64.00	5.89	25.05	22.18	68.73	72.60	0.95
1.90	10.95	24.59	19.52	69.54	5.38	27.22	20.25	74.68	76.90	0.97
2.00	12.30	24.59	17.74	68.51	4.89	26.05	18.40	71.55	81.20	0.88
2.10	13.66	24.59	16.04	74.18	4.42	25.41	16.64	77.47	85.50	0.91
2.20	16.79	24.59	14.42	75.21	3.97	28.75	14.95	80.52	89.80	0.90
2.30	19.92	24.59	12.87	83.12	3.54	31.77	13.35	88.98	94.11	0.95
2.50	24.59	24.59	10.00	88.29	2.75	33.75	10.37	94.52	102.71	0.92
3.50	24.59	24.59	-0.44	32.42	-0.13	12.38	0.13	34.71	145.73	0.24
3.70	24.59	24.59	-1.84	24.19	-0.51	9.24	1.35	25.89	154.33	0.17
3.90	24.59	24.59	-3.02	16.85	-0.84	6.43	0.13	18.03	162.94	0.11
4.00	24.59	24.59	-3.56	13.49	-0.98	5.15	1.19	14.44	167.24	0.09
4.10	24.59	24.59	-4.13	10.34	-1.13	3.94	0.01	11.07	171.54	0.06
4.30	24.59	24.59	-5.11	4.64	-1.93	1.76	2.76	5.29	180.14	0.03
4.50	24.59	24.59	-6.18	-0.33	-2.61	-0.14	0.36	6.61	188.75	0.04
5.60	24.59	24.59	-16.55	-6.51	-6.33	-1.80	6.76	17.72	236.07	0.08
5.70	24.59	24.59	-17.26	-6.50	-6.61	-1.79	6.74	18.48	240.37	0.08
6.50	24.59	24.59	-19.70	-5.87	-7.54	-1.62	6.09	21.09	274.79	0.08
8.80	24.59	24.59	-10.43	-2.23	-3.99	-0.62	2.31	11.17	373.73	0.03
8.90	24.59	24.59	-9.88	-2.09	-3.78	-0.58	2.16	10.58	472.68	0.02
8.90	73.77	73.77	-29.65	-6.26	-11.34	-1.73	6.49	31.74	472.68	0.07
11.34	73.77	73.77	-2.40	0.03	-0.92	0.01	0.01	2.57	620.18	0.00
11.44	73.77	73.77	-1.88	0.13	-0.72	0.04	0.09	2.02	626.08	0.00
11.53	73.77	73.77	-1.40	0.22	-0.53	0.06	0.00	1.50	631.98	0.00
11.73	73.77	73.77	-0.54	0.40	-0.21	0.14	0.12	0.58	643.78	0.00
11.82	73.77	73.77	-0.16	0.47	-0.06	0.20	0.03	0.49	649.68	0.00
13.36	73.77	73.77	0.73	2.66	0.20	1.02	0.76	2.85	742.30	0.00

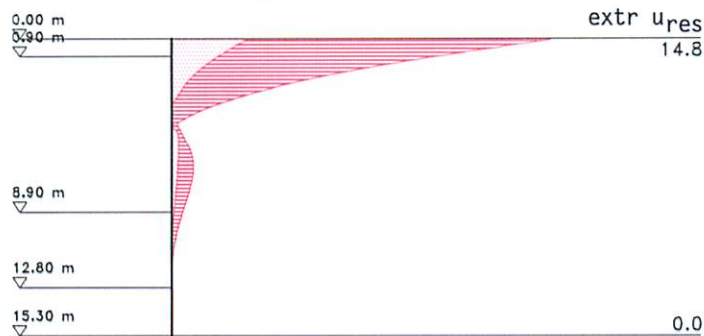
Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Anlage A2	Seite: A2/12
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

z m	cal ks		$\sigma_{b,x}$		$\sigma_{b,y}$		$\sigma_{b,res}$		Eph,k kN/m <sup>2</sup>	$\mu$ -
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>		
14.26	73.77	73.77	0.61	2.82	0.17	1.08	0.64	3.02	796.93	0.00
14.33	73.77	73.77	0.60	2.82	0.17	1.08	0.62	3.02	801.13	0.00
15.23	73.77	73.77	0.43	2.69	0.12	1.03	0.45	2.88	855.76	0.00
15.30	73.77	73.77	0.42	2.68	0.11	1.02	0.43	2.87	859.96	0.00

$\mu_{max} = 1.00 = 1.0 \Rightarrow$  der charakt. Erdwiderstand wird in keinem Punkt überschritten

## 8.2. Extremale Verschiebungen



z m	$u_x$		$u_y$		$u_{res}$ Max mm	z m	$u_x$		$u_y$		$u_{res}$ Max mm
	Min mm	Max mm	Min mm	Max mm			Min mm	Max mm	Min mm	Max mm	
0.00	2.81	13.85	0.77	5.30	14.83	7.20	-0.75	-0.20	-0.29	-0.05	0.80
4.30	-0.21	0.19	-0.08	0.07	0.22	15.23	0.01	0.04	0.00	0.01	0.04
6.50	-0.80	-0.24	-0.31	-0.07	0.86	15.30	0.01	0.04	0.00	0.01	0.04
6.70	-0.80	-0.23	-0.30	-0.06	0.85						

## 8.3. Pfahlkopferschiebung (SLS)

$$\mu = u_{res}/u_{zul}$$

Verträgliche Pfahlkopferschiebung  $u_{zul} = 1.8$  cm

LK	$u_x$ mm	$u_y$ mm	$u_{res}$ cm	$\mu$ -	LK	$u_x$ mm	$u_y$ mm	$u_{res}$ cm	$\mu$ -
1	2.81	0.77	0.29	0.16	9	2.92	0.81	0.30	0.17
2	8.69	2.67	0.91	0.50	10	8.85	2.72	0.93	0.51
3	3.28	0.88	0.34	0.19	11	3.40	0.91	0.35	0.20
4	9.43	2.84	0.98	0.55	12	9.66	2.91	1.01	0.56
5	5.23	2.31	0.57	0.32	13	5.40	2.38	0.59	0.33
6	12.55	4.92	1.35	0.75	14	12.87	5.04	1.38	0.77
7	5.82	2.45	0.63	0.35	15	6.01	2.53	0.65	0.36
8	13.59	5.20	1.46	0.81	16	13.85	5.30	1.48	0.82

$\mu_{max} = 0.82 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Pfahlkopferschiebung wird eingehalten

## 8.4. Pfahlkopfsetzung (SLS)

$$\mu = R_{SLS,d}/E_{SLS,d}$$

$$E_{SLS,d} = E_{G,k} + E_{Q,k} + E_{n,k}$$

Verträgliche Pfahlkopfsetzung  $s_{zul} = 1.50$  cm

$$R_{SLS,d}(1.50 \text{ cm}) = R_{b,k}(1.50 \text{ cm}) + R_{s,k}(1.50 \text{ cm}) = 396.69 \text{ kN} + 451.68 \text{ kN} = 848.37 \text{ kN}$$

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/13
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann		
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999		
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.:	Datum: 12.12.2018

LK	RSLs,d kN	ESLS,d kN	$\mu$ -	Svorh cm	LK	RSLs,d kN	ESLS,d kN	$\mu$ -	Svorh cm
1	848.37	348.22	0.41	0.2	9	848.37	391.02	0.46	0.2
2	848.37	586.22	0.69	0.6	10	848.37	629.02	0.74	0.8
3	848.37	358.22	0.42	0.2	11	848.37	401.02	0.47	0.2
4	848.37	596.22	0.70	0.6	12	848.37	639.02	0.75	0.8
5	848.37	359.22	0.42	0.2	13	848.37	402.02	0.47	0.2
6	848.37	597.22	0.70	0.6	14	848.37	640.02	0.75	0.8
7	848.37	369.22	0.44	0.2	15	848.37	412.02	0.49	0.2
8	848.37	607.22	0.72	0.7	16	848.37	650.02	0.77	0.8

$\mu_{min} = 0.77 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Pfahlkopfsetzung wird eingehalten

## 9. Zusammenfassung

Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.

Maximale Ausnutzung der Stahltragfähigkeit	58%
Maximale Ausnutzung der axialen Tragfähigkeit (GE0-2):	$\mu_{max} = 0.81$
Maximale Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes	$\mu_{max} = 1.00$
Maximale Pfahlkopfverschiebung (SLS):	1.48 cm
Maximale Pfahlkopfsetzung (SLS):	0.83 cm
Maximale Ausnutzung des Erdwiderlagers:	$\mu_{max} = 0.30$

### Literatur und Normen:

[1] DIN EN 12699: Ausführung spez. geotechnischer Arbeiten - Verdrängungspfähle, Mai 2001

[2] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, Mai 2011

[3] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A2	Seite: A2/14
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

## 4H-EPFL [EINZELPFAHL R 610X12,5

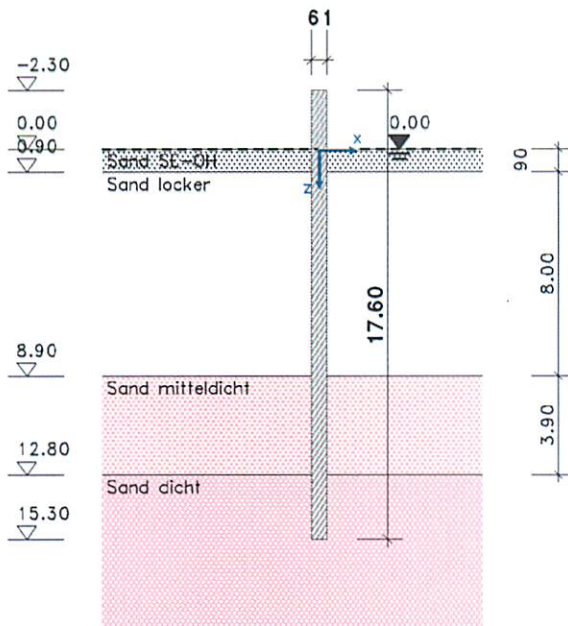
4H-EPFL Version: 3/2014-2g

### Einzelpfahl, Typ: gerammter Verdrängungspfahl aus Stahl

Stahlnachweise nach DIN EN 1993-1:2010-12 mit NA-Deutschland  
 Äußere Standsicherheit nach DIN EN 1997-1:2009-09 mit NA-Deutschland  
 Ergänzende Regeln nach DIN 1054:2010-12

System, Maßstab 1:300

Querschnitt, Maßstab 1:25



Profil R 610.0 x 12.5(w), Stahlgüte S235  
am Fuß offen

## 1. Bezeichnung und Kennwerte der Bodenschichten

Hinweis: Die Dicke der letzten Schicht wird als unendlich angenommen.

### 1.1. Schichtdicke und Scherbeiwerte

Die Oberkante der ersten Schicht liegt bei  $z_0 = 0.00$  m.

Schicht	Typ	d m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi$ °
Sand SE-OH	nicht bindig	0.90	15.00	7.00	30.0
Sand locker	nicht bindig	8.00	16.00	8.00	31.0
Sand mitteldicht	nicht bindig	3.90	17.00	9.00	34.0
Sand dicht	nicht bindig	---	17.00	9.00	34.0

$\gamma$  - Wichte     $\gamma'$  - Wichte unter Auftrieb     $\varphi$  - Reibungswinkel

### 1.2. Kennwerte für vertikalen Widerstand und E-Moduli

Schicht	$q_{bk, 0.035}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.10}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk, ssg^*}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk, ssg}$ kN/m <sup>2</sup>	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>	$\kappa$ -	$E_m$ MN/m <sup>2</sup>
Sand SE-OH	0.0	0.0	0.0	0.0	10.00	1.00	10.00
Sand locker	0.0	0.0	5.6	8.0	15.00	1.00	15.00
Sand mitteldicht	0.0	0.0	14.0	20.0	45.00	1.00	45.00
Sand dicht	1932.0	3275.0	46.5	66.0	45.00	1.00	45.00

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/1
Vorgang: Rechnerische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

$q_{bk, 0.035}$  - Pfahlspitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.035$      $q_{bk, 0.10}$  - Pfahlspitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.1$   
 $q_{sk, ssg}$  - Pfahlmantelreib. bei Mobil. des Bruchzustandes     $q_{sk, ssg}$  - Pfahlmantelreib. bei Grenzsetzung     $E_s$  - Steifemodul  
 $\kappa$  - Quotient aus Steifemodul und Zusammendrückungsmodul     $E_m$  - mittl. Zusammendrückungsmodul

### 1.3. Grundwasser

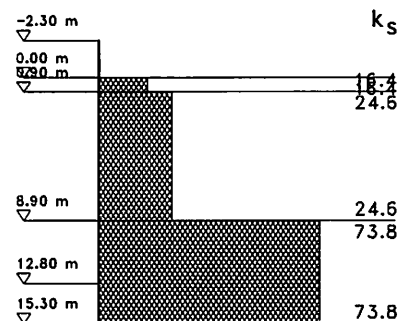
Der Grundwasserstand liegt konstant bei  $z_{GW} = 0.00$  m.

## 2. Bettungsansatz

Der Bettungsmodul wird in Abhängigkeit von Steifemodul und Pfahldurchmesser ermittelt:

$$k_s = E_s / D$$

Schicht	$k_s$ MN/m <sup>3</sup>
Sand SE-0H	16.39
Sand locker	24.59
Sand mitteldicht	73.77
Sand dicht	73.77



## 3. Belastung

### 3.1. Einwirkungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Einwirkungen und Lastfälle in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind deren überlagerungsspezifische Eigenschaften angegeben.

verwendete Symbole: Einwirkung    Lastfall

1: ständige Lasten	<b>ständige Lasten</b>
1: Eigengewicht (1)	additiv
2: Nutzlasten (1)	<b>veränderliche Nutzlasten in Wohn-, Büroräumen</b>
2: Nutzlasten (1/1)	additiv
3: Schneelasten	<b>veränderliche Schneelasten</b>
3: Schneelast (1)	additiv
4: Windlasten	<b>veränderliche Windlasten</b>
4: Windlast	alternativ in Gruppe A
5: Eislasten	<b>sonstige veränderliche Einwirkungen</b>
5: vertik. Eisl. nach unten	additiv

### 3.2. Bemessungssituation der Lastfälle für äußere Standsicherheit

Lastf.	Bezeichnung	BS-P	BS-T	Lastf.	Bezeichnung	BS-P	BS-T
1	Eigengewicht (1)	x		4	Windlast	x	
2	Nutzlasten (1/1)	x		5	vertik. Eisl. nach unten	x	
3	Schneelast (1)	x					

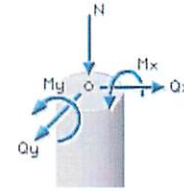
Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm ft. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/2
Vorgang: Rechnerische Berechnung	



Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

### 3.3. Charakteristische Pfahlkopflast

Lastf.	N <sub>k</sub> kN	Q <sub>x,k</sub> kN	Q <sub>y,k</sub> kN	M <sub>x,k</sub> kNm	M <sub>y,k</sub> kNm
1	320.00	14.00	3.85	0.00	0.00
2	238.00	20.00	6.58	0.00	0.00
3	10.00	2.50	0.54	0.00	0.00
4	11.00	11.00	7.16	0.00	0.00
5	42.80	0.00	0.00	0.00	0.00



### 3.4. Berücksichtigung einer geometrischen Herstellungsabweichung

(entsprechend [1], Abschn. 7.3:  $e = 10 \text{ cm}$ )

Die Kopflast wird mit einer Exzentrizität von  $e = 10.0 \text{ cm}$  in der ungünstigsten Richtung angesetzt.

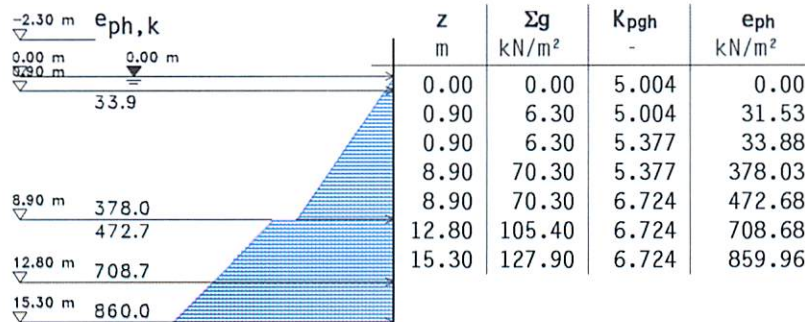
### 3.5. Eigengewicht des Pfahls

Das Gewicht des Pfahls wird mit  $78.50 \text{ kN/m}^3$  im Lastfall 1 berücksichtigt.

## 4. Charakteristischer Erdwiderstand

Der Erddruckbeiwert  $K_{pgh}$  wird bei  $\varphi < 0^\circ$  für ebene Gleitflächen, und bei  $\varphi \geq 0^\circ$  für gekrümmte Gleitflächen nach [2], Anhang C ermittelt.

Der Wandreibungswinkel wird mit  $\delta_p = -2/3 \cdot \varphi$  angenommen.



Der resultierende max. charakt. Erdwiderstand bei  $z_s = 10.60 \text{ m}$  beträgt  $E_{phg,k} = 5926.27 \text{ kN/m}$ .

## 5. Axialer Pfahlwiderstand aus vorgegebenem Mantel- und Spitzenwiderstand

### 5.1. Pfahlspitzenwiderstand

$R_{b,k}(s) = \eta_b q_{b,k} A_b$  mit  $s = s_g = 0.1 D_{eq}$  als Bruchsetzung

$D_{eq} = 0.610 \text{ m}$

$A_b = (0.610/2)^2 \cdot \varphi = 0.292 \text{ m}^2$

s/D <sub>eq</sub>	s cm	q <sub>b,k</sub> kN/m²	R <sub>b,k</sub> kN
0.035	2.13	1932.00	564.62
0.100	6.10	3275.00	957.11

$\Rightarrow R_{b,k}(s_g) = 957.11 \text{ kN}$

### 5.2. Mantelreibung

$R_{s,k}(s_{sg}) = \eta_s \Sigma q_{s,k,i} A_{s,i}$  mit  $A_{s,i} = l_{s,i} U_s$

Umfang  $U = 0.610 \cdot \varphi = 1.916 \text{ m}$

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/3
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

Schicht	$q_{s,k}(s_{sg}^*)$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{s,k}(s_{sg})$ kN/m <sup>2</sup>	$l_s$ m	$A_s$ m <sup>2</sup>	$\eta_s \cdot q_{s,k}(s_{sg}^*) \cdot A_s$ kN	$\eta_s \cdot q_{s,k}(s_{sg}) \cdot A_s$ kN
Sand SE-0H	0.00	0.00	0.90	1.725	0.00	0.00
Sand locker	5.60	8.00	8.00	15.331	85.85	122.65
Sand mitteldicht	14.00	20.00	3.90	7.474	104.63	149.48
Sand dicht	46.50	66.00	2.50	4.791	222.78	316.20

$\Rightarrow R_{s,k}(s_{sg}^*) = 413.27 \text{ kN}$

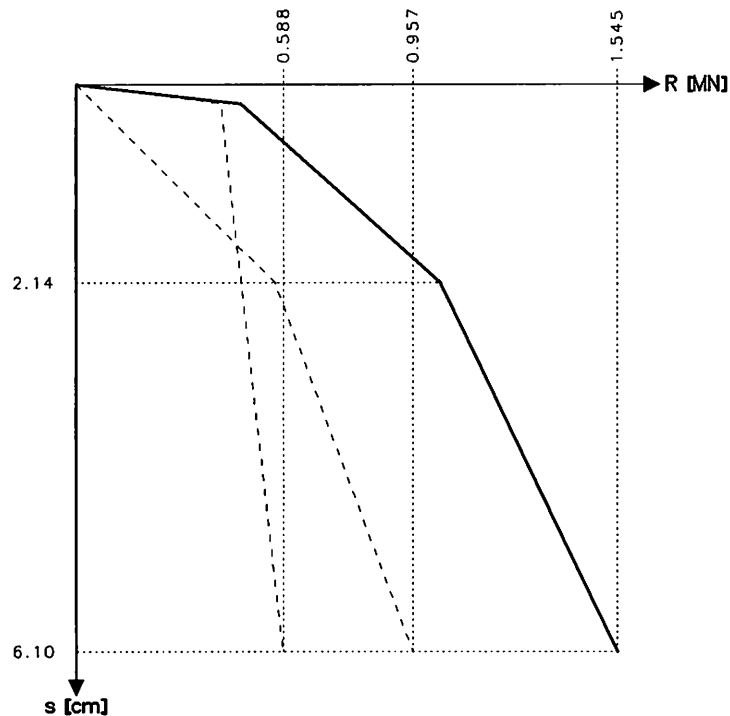
$\Rightarrow R_{s,k}(s_{sg}) = 588.33 \text{ kN}$

Setzung bei der die Mobilisierung der Bruchmantelreibung beginnt:

$s_{sg}^* = 0.5 \cdot R_{s,k}[MN] = 0.21 < 1.00 \text{ cm}$

### 5.3. Widerstands-Setzungs-Linie

Resultierender Pfahlwiderstand bei Druckbelastung



s cm	$R_{b,k}$ kN	$R_{s,k}$ kN	$R_k$ kN
2.13	564.62	470.55	1035.17
6.10	957.11	588.33	1545.43

$\eta_b$  - Modellfaktor Pfahlspitzenwiderstand  $q_{b,k}$  - Pfahlspitzenwiderstand  $s$  - Pfahlkopfsenkung  
 $D_{eq}$  - äquivalenter Pfahldurchmesser  $A_b$  - Pfahlfußfläche  $\eta_s$  - Modellfaktor Pfahlmantelreibung  
 $q_{s,k}$  - bezogene Pfahlmantelreibung in der Schicht  $l_{s,i}$  - Pfahllänge in der Schicht  $i$   
 $A_{s,i}$  - Pfahlmantelfläche in der Schicht  $i$

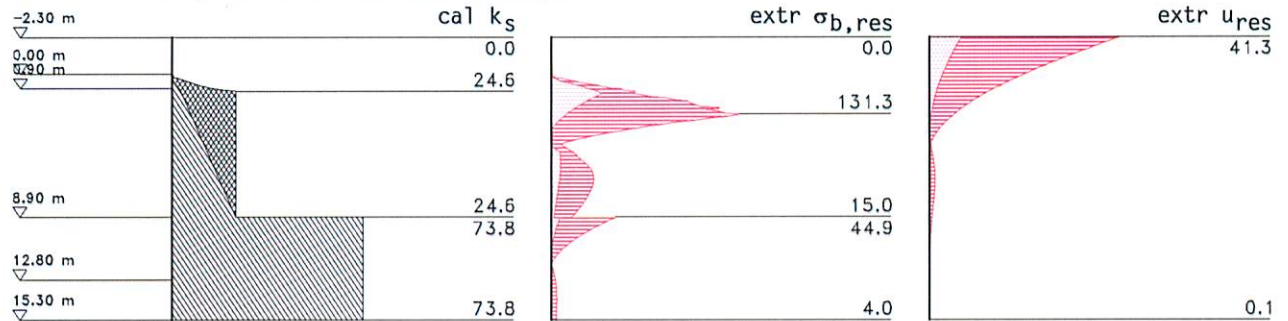
### 6. Innere Standsicherheit - Nachweis der Tragfähigkeit

Elastischer Nachweis (EN 1993-1-1 6.2.1(5)):  $\gamma_M = 1.00$ , Ausnutzung aus  $\sigma_V$   
 Grenzwerte  $g_{renz}(c/t)$

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/4
Vorgang: Rechnerische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

### 6.1. Extremerle Bettungsreaktionen und Verschiebungen



z m	cal $k_s$		$\sigma_{b,x}$		$\sigma_{b,y}$		$u_x$		$u_y$		Ures Max mm
	Min MN/m³	Max MN/m³	Min kN/m²	Max kN/m²	Min kN/m²	Max kN/m²	Min mm	Max mm	Min mm	Max mm	
-2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.67	<b>38.82</b>	1.84	<b>14.45</b>	<b>41.28</b>
1.10	3.54	24.59	30.86	56.55	9.30	20.88	1.51	12.06	0.42	4.51	12.83
1.20	4.43	24.59	34.16	55.18	9.54	23.28	1.41	11.46	0.39	4.29	12.19
1.30	5.32	24.59	32.29	59.69	8.88	25.28	1.31	10.88	0.36	4.07	11.57
1.50	4.46	24.59	27.74	74.56	7.63	32.69	1.13	9.75	0.31	3.65	10.37
1.70	8.07	24.59	23.53	91.93	6.47	35.48	0.96	8.68	0.26	3.25	9.23
1.80	9.34	24.59	21.56	93.78	5.93	32.99	0.88	8.17	0.24	3.06	8.69
2.10	13.98	24.59	16.13	112.79	4.43	37.72	0.66	6.73	0.18	2.52	7.15
2.20	15.76	24.59	14.48	104.41	3.98	38.42	0.59	6.28	0.16	2.36	6.68
2.50	24.59	24.59	10.00	<b>123.51</b>	2.75	<b>46.38</b>	0.41	5.02	0.11	1.89	5.34
4.30	24.59	24.59	-7.30	6.04	-2.88	2.41	-0.30	0.25	-0.12	0.10	0.31
5.60	24.59	24.59	-24.16	-6.69	-8.89	-1.84	-0.98	-0.27	-0.36	-0.07	1.04
5.70	24.59	24.59	-25.15	-6.67	-9.26	-1.84	-1.02	-0.27	-0.38	-0.07	1.09
6.40	24.59	24.59	-28.39	-6.13	-10.51	-1.69	-1.15	-0.25	-0.43	-0.07	1.23
6.50	24.59	24.59	-28.42	-6.01	-10.52	-1.65	<b>-1.16</b>	-0.24	<b>-0.43</b>	-0.07	1.23
6.60	24.59	24.59	-28.36	-5.88	-10.50	-1.62	-1.15	-0.24	-0.43	-0.07	1.23
6.90	24.59	24.59	-27.70	-5.44	-10.27	-1.50	-1.13	-0.22	-0.42	-0.06	1.20
8.90	24.59	24.59	-14.08	-2.12	-5.25	-0.58	-0.57	-0.09	-0.21	-0.02	0.61
8.90	73.77	73.77	<b>-42.25</b>	-6.37	<b>-15.74</b>	-1.75	-0.57	-0.09	-0.21	-0.02	0.61
13.28	73.77	73.77	0.76	3.82	0.21	1.41	0.01	0.05	0.00	0.02	0.06
14.05	73.77	73.77	0.66	4.07	0.18	1.51	0.01	0.06	0.00	0.02	0.06
14.34	73.77	73.77	0.61	4.04	0.17	1.50	0.01	0.05	0.00	0.02	0.06
15.20	73.77	73.77	0.44	3.81	0.12	1.43	0.01	0.05	0.00	0.02	0.05
15.30	73.77	73.77	0.42	3.79	0.12	1.42	0.01	0.05	0.00	0.02	0.05

### 6.2. Nachweis des Erdwiderlagers

$$\mu = B_{h,d} / E_{r_{ph,d}}$$

LK	ZDrehpunkt m	$B_{h,d}$ kN	$E_{r_{ph,d}}$ kN	$\mu$ -
1	3.45	33.15	254.00	0.13
2	3.44	45.00	253.24	0.18
3	4.10	104.51	389.73	0.27
4	4.09	117.66	386.82	0.30
5	3.51	36.90	266.00	0.14
6	3.50	48.82	264.43	0.18
7	4.16	108.82	403.36	0.27
8	4.15	122.05	400.29	0.30
9	3.86	55.50	343.37	0.16
10	3.84	67.71	337.63	0.20
11	4.43	129.82	475.95	0.27
12	4.42	143.42	471.79	0.30
13	3.90	59.41	350.80	0.17

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Anlage A3	Seite: A3/5
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

<b>Verfasser:</b> ISBN Potsdam Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
<b>Programm:</b> 4H-EPFL 3/2014 / pcaa-GmbH / Naum0609999	
<b>Bauwerk:</b> Seebücke Himmelreich	<b>ASB Nr.:</b> Datum: 12.12.2018

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sup>r</sup> <sub>ph,d</sub> kN	μ -
14	3.88	71.71	345.22	0.21
15	4.48	134.60	489.21	0.28
16	4.47	148.33	485.17	0.31
17	3.44	34.48	252.21	0.14
18	3.44	46.39	252.75	0.18
19	4.11	106.08	392.80	0.27
20	4.10	119.29	390.00	0.31
21	3.50	38.21	263.39	0.15
22	3.50	50.20	263.08	0.19
23	4.16	110.49	405.00	0.27
24	4.15	123.81	402.22	0.31
25	3.86	56.89	342.52	0.17
26	3.84	69.17	337.67	0.20
27	4.44	131.62	477.26	0.28
28	4.42	145.31	473.35	0.31
29	3.89	60.87	350.10	0.17
30	3.88	73.25	345.32	0.21
31	4.47	136.09	485.63	0.28
32	4.46	149.87	481.79	0.31
33	4.10	83.25	388.76	0.21
34	4.08	96.18	385.76	0.25
35	3.53	40.52	268.53	0.15
36	3.52	52.46	266.41	0.20
37	4.16	91.34	403.32	0.23
38	4.15	104.37	400.09	0.26
39	4.43	107.90	477.78	0.23
40	4.42	121.23	473.13	0.26
41	3.90	63.12	351.24	0.18
42	3.88	75.45	345.74	0.22
43	4.49	116.50	491.19	0.24
44	4.47	129.99	486.74	0.27
45	4.11	84.72	391.27	0.22
46	4.10	97.71	388.57	0.25
47	3.52	41.85	266.18	0.16
48	3.51	53.86	265.17	0.20
49	4.17	92.92	404.56	0.23
50	4.15	106.03	401.70	0.26
51	4.44	109.57	478.67	0.23
52	4.42	123.00	474.36	0.26
53	3.90	64.59	350.68	0.18
54	3.88	77.01	345.95	0.22
55	4.47	117.93	487.30	0.24
56	4.46	131.48	483.11	0.27
57	4.16	87.44	402.63	0.22
58	4.14	100.44	399.42	0.25
59	3.89	70.09	351.74	0.20
60	3.87	82.32	345.63	0.24
61	4.45	123.35	483.98	0.25
62	4.43	136.75	479.11	0.29
63	3.92	74.04	358.99	0.21
64	3.90	86.36	352.74	0.24
65	4.50	128.04	497.03	0.26
66	4.49	141.57	492.32	0.29
67	4.16	89.00	403.78	0.22
68	4.15	102.08	400.98	0.25
69	3.89	71.53	351.50	0.20
70	3.87	83.83	346.04	0.24

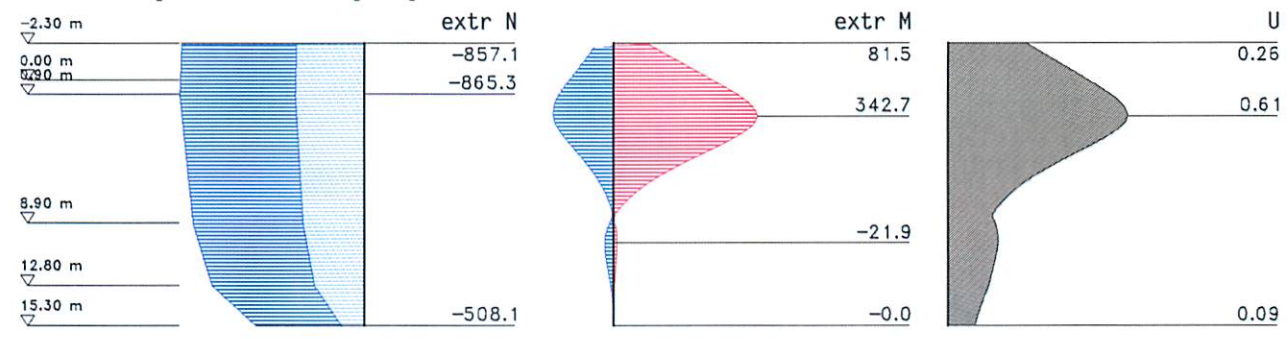
<b>Bauteil:</b> Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	<b>Archiv Nr.:</b>
<b>Block:</b> Analge A3	<b>Seite:</b> A3/6
<b>Vorgang:</b> Rechnerische Berechnung	

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sup>r</sup> <sub>ph,d</sub> kN	μ -
71	4.45	125.09	485.09	0.26
72	4.44	138.59	480.51	0.29
73	3.92	75.57	358.81	0.21
74	3.90	87.98	353.21	0.25
75	4.49	129.49	493.28	0.26
76	4.47	143.08	488.81	0.29
77	4.49	112.50	491.09	0.23
78	4.47	125.96	486.57	0.26
79	3.43	34.79	250.93	0.14
80	3.43	46.72	251.76	0.19
81	4.10	85.08	390.42	0.22
82	4.09	98.08	387.87	0.25
83	3.49	38.53	262.20	0.15
84	3.49	50.52	262.14	0.19
85	4.16	89.36	402.98	0.22
86	4.15	102.46	400.27	0.26
87	3.85	57.21	341.36	0.17
88	3.83	69.51	336.72	0.21
89	4.43	109.95	477.87	0.23
90	4.42	123.39	473.63	0.26
91	3.89	61.20	349.02	0.18
92	3.87	73.59	344.43	0.21
93	4.47	114.30	486.34	0.24
94	4.46	127.83	482.19	0.27

$\mu_{max} = 0.31 < 1.0 \Rightarrow$  Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten

B<sub>h,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt  
 E<sup>r</sup><sub>ph,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

### 6.3. Extremale Ergebnisse Stahltragfähigkeit



z m	N		M <sub>x</sub>		M <sub>y</sub>		U -
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	Min kNm	Max kNm	
-2.30	-857.14	-319.97	-29.21	-8.48	30.30	81.10	0.26
0.90	-865.35	-325.89	-109.03	-20.76	75.49	295.08	0.54
1.30	-862.35	-324.08	-117.09	-21.19	77.04	316.29	0.57
2.30	-854.89	-319.53	-127.11	-18.98	69.01	342.14	0.61
2.80	-851.13	-317.25	-123.69	-16.86	61.31	332.49	0.59
9.68	-785.57	-278.40	1.27	7.52	-20.34	-4.61	0.17
9.78	-783.31	-277.02	1.26	7.73	-20.90	-4.59	0.17
10.17	-774.29	-271.49	1.21	8.11	-21.88	-4.38	0.17
15.30	-508.11	-106.77	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.09

$U_{max} = 0.61 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Ausnutzung wird eingehalten

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

## 7. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Tragfähigkeit (ULS)

7.1. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite  
Entsprechend [3] Tabelle A 2.1

7.2. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Widerstandsseite  
Entsprechend [3] Tabellen A 2.2 und A 2.3

### 7.3. Nachweis des Erdwiderlagers

$$\mu = B_{h,d}/E_{rph,d}$$

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sub>rph,d</sub> kN	μ
1	3.46	32.68	257.32	0.13
2	3.46	44.12	257.32	0.17
3	4.11	100.36	392.41	0.26
4	4.10	112.22	390.49	0.29
5	3.53	36.32	269.12	0.13
6	3.53	47.79	268.36	0.18
7	4.15	104.48	401.75	0.26
8	4.14	116.39	399.85	0.29
9	3.86	54.54	344.12	0.16
10	3.85	66.14	339.38	0.19
11	4.42	124.09	473.58	0.26
12	4.41	136.09	470.83	0.29
13	3.90	58.36	351.99	0.17
14	3.89	70.01	347.37	0.20
15	4.48	128.57	488.60	0.26
16	4.47	140.63	485.96	0.29
17	3.44	33.81	252.76	0.13
18	3.45	45.25	254.07	0.18
19	4.10	101.56	389.86	0.26
20	4.09	113.43	388.32	0.29
21	3.50	37.47	264.28	0.14
22	3.51	48.94	264.75	0.18
23	4.16	105.69	403.41	0.26
24	4.15	117.61	401.79	0.29
25	3.86	55.72	342.68	0.16
26	3.84	67.34	338.83	0.20
27	4.44	125.34	477.56	0.26
28	4.43	137.36	475.06	0.29
29	3.89	59.54	350.28	0.17
30	3.88	71.22	346.49	0.21
31	4.48	129.79	489.47	0.27
32	4.48	141.87	487.04	0.29
33	4.10	80.42	390.11	0.21
34	4.09	92.28	388.18	0.24
35	3.55	39.88	271.74	0.15
36	3.54	51.35	270.44	0.19
37	4.15	88.20	400.58	0.22
38	4.14	100.11	398.50	0.25
39	4.42	103.80	473.92	0.22
40	4.41	115.79	470.67	0.25
41	3.91	61.98	352.58	0.18
42	3.89	73.64	347.99	0.21
43	4.48	111.96	489.26	0.23
44	4.47	124.02	486.20	0.26
45	4.09	81.60	387.17	0.21
46	4.08	93.47	385.66	0.24
47	3.52	41.03	267.21	0.15
48	3.52	52.50	267.01	0.20

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/8
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sup>r</sup> <sub>ph,d</sub> kN	μ -
49	4.15	89.40	401.83	0.22
50	4.15	101.31	400.12	0.25
51	4.43	105.03	477.47	0.22
52	4.43	117.04	474.56	0.25
53	3.90	63.17	351.00	0.18
54	3.89	74.85	347.23	0.22
55	4.48	113.17	489.80	0.23
56	4.48	125.24	487.03	0.26
57	4.14	84.46	399.74	0.21
58	4.14	96.37	397.69	0.24
59	3.89	68.88	352.71	0.20
60	3.88	80.42	347.63	0.23
61	4.44	118.67	480.44	0.25
62	4.43	130.63	476.99	0.27
63	3.93	72.73	360.45	0.20
64	3.91	84.33	355.30	0.24
65	4.49	123.10	495.24	0.25
66	4.48	135.13	491.95	0.27
67	4.15	85.65	400.90	0.21
68	4.14	97.57	399.25	0.24
69	3.89	70.08	351.93	0.20
70	3.87	81.65	347.49	0.23
71	4.45	119.92	484.23	0.25
72	4.44	131.89	481.07	0.27
73	3.93	73.93	359.29	0.21
74	3.91	85.55	354.77	0.24
75	4.50	124.32	495.94	0.25
76	4.49	136.36	492.90	0.28
77	4.48	108.16	489.01	0.22
78	4.47	120.22	485.89	0.25
79	3.43	34.10	251.52	0.14
80	3.44	45.53	253.13	0.18
81	4.09	81.87	386.48	0.21
82	4.08	93.75	385.05	0.24
83	3.50	37.75	263.08	0.14
84	3.50	49.23	263.81	0.19
85	4.15	85.93	400.20	0.21
86	4.14	97.84	398.64	0.25
87	3.85	56.00	341.62	0.16
88	3.84	67.62	337.97	0.20
89	4.43	105.30	476.80	0.22
90	4.42	117.30	473.97	0.25
91	3.89	59.82	349.30	0.17
92	3.88	71.49	345.69	0.21
93	4.48	109.64	488.85	0.22
94	4.47	121.71	486.10	0.25

$\mu_{\max} = 0.29 < 1.0 \Rightarrow$  Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten

B<sub>h,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt

E<sup>r</sup><sub>ph,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/9
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

#### 7.4. Nachweis der axialen Tragfähigkeit im Grenzzustand GEO-2

$$\mu = R_{ULS,d} / E_{ULS,d}$$

$$R_{ULS,d} = R_{ULS,k} / \gamma_P \text{ mit } R_{ULS,k} = R_{b,k}(s_g) + R_{s,k}(s_{sg})$$

$$E_{ULS,d} = E_{G,k} \gamma_G + E_{Q,k} \gamma_Q + E_{n,k} \gamma_G$$

LK	R <sub>ULS,k</sub> kN	γ <sub>t</sub> -	R <sub>ULS,d</sub> kN	E <sub>ULS,d</sub> kN	μ -
1	1545.43	1.40	1103.88	352.47	0.32
2	1545.43	1.40	1103.88	475.83	0.43
3	1545.43	1.40	1103.88	709.47	0.64
4	1545.43	1.40	1103.88	832.83	0.75
5	1545.43	1.40	1103.88	359.97	0.33
6	1545.43	1.40	1103.88	483.33	0.44
7	1545.43	1.40	1103.88	716.97	0.65
8	1545.43	1.40	1103.88	840.33	0.76
9	1545.43	1.40	1103.88	362.37	0.33
10	1545.43	1.40	1103.88	485.73	0.44
11	1545.43	1.40	1103.88	719.37	0.65
12	1545.43	1.40	1103.88	842.73	0.76
13	1545.43	1.40	1103.88	369.87	0.34
14	1545.43	1.40	1103.88	493.23	0.45
15	1545.43	1.40	1103.88	726.87	0.66
16	1545.43	1.40	1103.88	850.23	0.77
17	1545.43	1.40	1103.88	403.83	0.37
18	1545.43	1.40	1103.88	527.19	0.48
19	1545.43	1.40	1103.88	760.83	0.69
20	1545.43	1.40	1103.88	884.19	0.80
21	1545.43	1.40	1103.88	411.33	0.37
22	1545.43	1.40	1103.88	534.69	0.48
23	1545.43	1.40	1103.88	768.33	0.70
24	1545.43	1.40	1103.88	891.69	0.81
25	1545.43	1.40	1103.88	413.73	0.37
26	1545.43	1.40	1103.88	537.09	0.49
27	1545.43	1.40	1103.88	770.73	0.70
28	1545.43	1.40	1103.88	894.09	0.81
29	1545.43	1.40	1103.88	421.23	0.38
30	1545.43	1.40	1103.88	544.59	0.49
31	1545.43	1.40	1103.88	778.23	0.70
32	1545.43	1.40	1103.88	901.59	0.82
33	1545.43	1.40	1103.88	602.37	0.55
34	1545.43	1.40	1103.88	725.73	0.66
35	1545.43	1.40	1103.88	367.47	0.33
36	1545.43	1.40	1103.88	490.83	0.44
37	1545.43	1.40	1103.88	617.37	0.56
38	1545.43	1.40	1103.88	740.73	0.67
39	1545.43	1.40	1103.88	612.27	0.55
40	1545.43	1.40	1103.88	735.63	0.67
41	1545.43	1.40	1103.88	377.37	0.34
42	1545.43	1.40	1103.88	500.73	0.45
43	1545.43	1.40	1103.88	627.27	0.57
44	1545.43	1.40	1103.88	750.63	0.68
45	1545.43	1.40	1103.88	653.73	0.59
46	1545.43	1.40	1103.88	777.09	0.70
47	1545.43	1.40	1103.88	418.83	0.38
48	1545.43	1.40	1103.88	542.19	0.49
49	1545.43	1.40	1103.88	668.73	0.61
50	1545.43	1.40	1103.88	792.09	0.72
51	1545.43	1.40	1103.88	663.63	0.60
52	1545.43	1.40	1103.88	786.99	0.71
53	1545.43	1.40	1103.88	428.73	0.39
54	1545.43	1.40	1103.88	552.09	0.50

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/10
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	



Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0609999	
Bauwerk: <b>Seebrücke Himmelreich</b>	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

LK	RuLS,k kN	$\gamma_t$ -	RuLS,d kN	EuLS,d kN	$\mu$ -
55	1545.43	1.40	1103.88	678.63	0.61
56	1545.43	1.40	1103.88	801.99	0.73
57	1545.43	1.40	1103.88	609.87	0.55
58	1545.43	1.40	1103.88	733.23	0.66
59	1545.43	1.40	1103.88	368.97	0.33
60	1545.43	1.40	1103.88	492.33	0.45
61	1545.43	1.40	1103.88	618.87	0.56
62	1545.43	1.40	1103.88	742.23	0.67
63	1545.43	1.40	1103.88	376.47	0.34
64	1545.43	1.40	1103.88	499.83	0.45
65	1545.43	1.40	1103.88	626.37	0.57
66	1545.43	1.40	1103.88	749.73	0.68
67	1545.43	1.40	1103.88	661.23	0.60
68	1545.43	1.40	1103.88	784.59	0.71
69	1545.43	1.40	1103.88	420.33	0.38
70	1545.43	1.40	1103.88	543.69	0.49
71	1545.43	1.40	1103.88	670.23	0.61
72	1545.43	1.40	1103.88	793.59	0.72
73	1545.43	1.40	1103.88	427.83	0.39
74	1545.43	1.40	1103.88	551.19	0.50
75	1545.43	1.40	1103.88	677.73	0.61
76	1545.43	1.40	1103.88	801.09	0.73
77	1545.43	1.40	1103.88	619.77	0.56
78	1545.43	1.40	1103.88	743.13	0.67
79	1545.43	1.40	1103.88	416.67	0.38
80	1545.43	1.40	1103.88	540.03	0.49
81	1545.43	1.40	1103.88	666.57	0.60
82	1545.43	1.40	1103.88	789.93	0.72
83	1545.43	1.40	1103.88	424.17	0.38
84	1545.43	1.40	1103.88	547.53	0.50
85	1545.43	1.40	1103.88	674.07	0.61
86	1545.43	1.40	1103.88	797.43	0.72
87	1545.43	1.40	1103.88	426.57	0.39
88	1545.43	1.40	1103.88	549.93	0.50
89	1545.43	1.40	1103.88	676.47	0.61
90	1545.43	1.40	1103.88	799.83	0.72
91	1545.43	1.40	1103.88	434.07	0.39
92	1545.43	1.40	1103.88	557.43	0.50
93	1545.43	1.40	1103.88	683.97	0.62
94	1545.43	1.40	1103.88	807.33	0.73

$\mu_{\max} = 0.82 < 1.0 \Rightarrow$  Axialer Pfahlwiderstand ausreichend

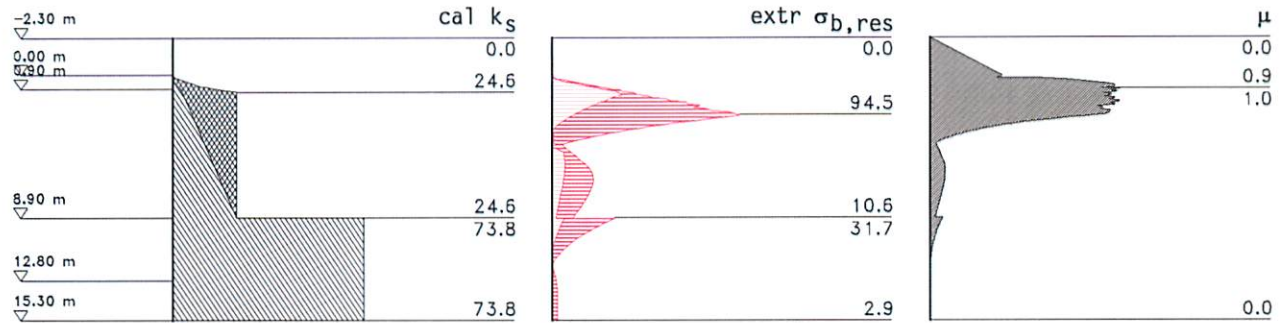
## 8. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/11
Vorgang: Rechnerische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebrücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

### 8.1. Ausnutzung des charakteristischen Erdwiderstandes

$$\mu = \sigma_b / \sigma_{ph,k}$$



z m	cal $k_s$		$\sigma_{b,x}$		$\sigma_{b,y}$		$\sigma_{b,res}$		Eph,k kN/m <sup>2</sup>	$\mu$
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>		
-2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.08	0.04	0.35	0.51	0.96	0.17	0.30	0.55	1.00	2.63	0.38
0.23	0.11	1.06	1.45	2.67	0.48	0.83	1.56	2.77	7.88	0.35
0.75	2.17	11.01	20.50	24.62	5.64	9.55	21.26	25.47	26.27	0.97
0.90	2.96	15.66	24.79	28.87	6.82	11.78	25.71	30.46	33.88	0.90
0.90	3.13	15.66	24.79	31.52	6.82	12.32	25.71	33.84	33.88	1.00
1.00	3.42	20.12	29.83	34.40	8.40	13.24	32.35	35.98	38.18	0.94
1.10	3.91	24.59	32.47	39.84	9.37	14.68	35.22	41.67	42.48	0.98
1.20	4.89	24.59	34.31	39.88	9.44	16.36	35.58	42.69	46.78	0.91
1.30	5.87	24.59	30.56	45.44	8.79	17.76	31.97	48.63	51.09	0.95
1.30	5.87	24.59	31.95	45.44	8.79	17.76	33.13	48.63	51.09	0.95
1.40	5.52	24.59	29.67	46.94	8.16	19.71	30.77	50.91	55.39	0.92
1.50	5.17	24.59	27.47	53.32	7.55	22.39	28.49	57.83	59.69	0.97
1.60	7.02	24.59	25.36	57.74	6.97	23.37	26.30	60.40	63.99	0.94
1.70	8.87	24.59	23.33	64.99	6.42	24.07	24.20	67.86	68.29	0.99
1.80	9.91	24.59	21.39	64.02	5.88	25.02	22.18	68.74	72.60	0.95
1.90	10.96	24.59	19.52	69.56	5.37	27.19	20.25	74.69	76.90	0.97
2.00	12.31	24.59	17.74	68.51	4.88	26.02	18.40	71.53	81.20	0.88
2.10	13.67	24.59	16.04	74.15	4.41	25.39	16.64	77.42	85.50	0.91
2.20	16.79	24.59	14.42	75.22	3.96	28.71	14.95	80.51	89.80	0.90
2.30	19.92	24.59	12.87	83.09	3.54	31.71	13.35	88.93	94.11	0.95
2.50	24.59	24.59	10.00	<b>88.26</b>	2.75	<b>33.69</b>	10.37	<b>94.47</b>	102.71	0.92
3.50	24.59	24.59	-0.44	32.41	-0.12	12.37	0.13	34.69	145.73	0.24
3.70	24.59	24.59	-1.84	24.18	-0.51	9.23	1.35	25.88	154.33	0.17
3.90	24.59	24.59	-3.02	16.83	-0.83	6.43	0.08	18.02	162.94	0.11
4.00	24.59	24.59	-3.56	13.48	-0.97	5.15	1.19	14.43	167.24	0.09
4.10	24.59	24.59	-4.13	10.33	-1.12	3.94	0.00	11.06	171.54	0.06
4.30	24.59	24.59	-5.11	4.63	-1.93	1.77	2.76	5.29	180.14	0.03
4.50	24.59	24.59	-6.19	-0.34	-2.60	-0.13	0.36	6.64	188.75	0.04
5.60	24.59	24.59	-16.54	-6.52	-6.31	-1.79	6.76	17.71	236.07	0.08
5.70	24.59	24.59	-17.26	-6.50	-6.59	-1.79	6.74	18.47	240.37	0.08
6.50	24.59	24.59	-19.70	-5.87	-7.52	-1.61	6.09	21.08	274.79	0.08
8.90	24.59	24.59	-9.88	-2.09	-3.77	-0.57	2.16	10.58	472.68	0.02
8.90	73.77	73.77	<b>-29.64</b>	-6.26	<b>-11.31</b>	-1.72	6.49	31.73	472.68	0.07
11.34	73.77	73.77	-2.40	0.03	-0.92	0.01	0.01	2.57	620.18	0.00
11.43	73.77	73.77	-1.88	0.13	-0.72	0.04	0.09	2.01	626.08	0.00
11.53	73.77	73.77	-1.40	0.22	-0.53	0.06	0.00	1.50	631.98	0.00
11.73	73.77	73.77	-0.54	0.39	-0.21	0.14	0.12	0.58	643.78	0.00
11.82	73.77	73.77	-0.16	0.47	-0.06	0.20	0.03	0.49	649.68	0.00
13.28	73.77	73.77	0.74	2.62	0.20	1.00	0.76	2.81	737.77	0.00
14.24	73.77	73.77	0.62	2.82	0.17	1.08	0.64	3.02	795.96	0.00
14.63	73.77	73.77	0.55	2.79	0.15	1.06	0.57	2.98	819.23	0.00

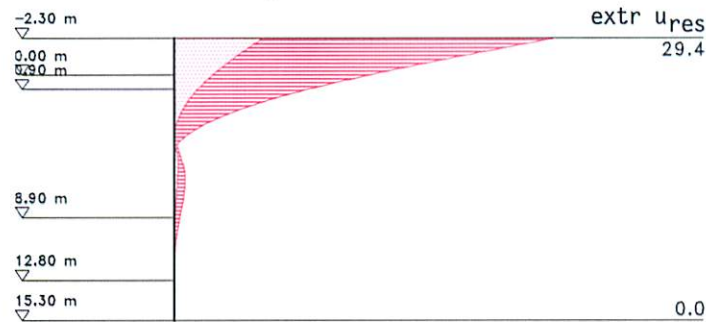
Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/12
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

Verfasser: <b>ISBN Potsdam</b> Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
Programm: 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0509999	
Bauwerk: Seebücke Himmelreich	ASB Nr.: <span style="float: right;">Datum: 12.12.2018</span>

z m	cal k <sub>s</sub>		σ <sub>b,x</sub>		σ <sub>b,y</sub>		σ <sub>b,res</sub>		Eph,k kN/m <sup>2</sup>	μ
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>		
15.20	73.77	73.77	0.43	2.70	0.12	1.03	0.45	2.89	854.14	0.00
15.30	73.77	73.77	0.42	2.68	0.11	1.02	0.43	2.87	859.96	0.00

μ<sub>max</sub> = 1.00 = 1.0 ⇒ der charakt. Erdwiderstand wird in keinem Punkt überschritten

### 8.2. Extremale Verschiebungen



z m	u <sub>x</sub>		u <sub>y</sub>		u <sub>res</sub> Max mm	z m	u <sub>x</sub>		u <sub>y</sub>		u <sub>res</sub> Max mm
	Min mm	Max mm	Min mm	Max mm			Min mm	Max mm	Min mm	Max mm	
-2.30	6.57	27.51	1.81	10.50	29.45	7.20	-0.75	-0.20	-0.29	-0.05	0.80
4.30	-0.21	0.19	-0.08	0.07	0.22	15.20	0.01	0.04	0.00	0.01	0.04
6.50	-0.80	-0.24	-0.31	-0.07	0.86	15.30	0.01	0.04	0.00	0.01	0.04
6.70	-0.80	-0.23	-0.30	-0.06	0.85						

### 8.3. Pfahlkopferschiebung (SLS)

$$\mu = u_{res}/u_{zul}$$

Verträgliche Pfahlkopferschiebung u<sub>zul</sub> = 3.0 cm

LK	u <sub>x</sub> mm	u <sub>y</sub> mm	u <sub>res</sub> cm	μ	LK	u <sub>x</sub> mm	u <sub>y</sub> mm	u <sub>res</sub> cm	μ
1	6.57	1.81	0.68	0.23	9	6.89	1.89	0.71	0.24
2	18.23	5.59	1.91	0.64	10	18.62	5.71	1.95	0.65
3	7.55	2.01	0.78	0.26	11	7.88	2.10	0.82	0.27
4	19.63	5.90	2.05	0.68	12	20.14	6.05	2.10	0.70
5	11.30	4.98	1.23	0.41	13	11.70	5.15	1.28	0.43
6	25.13	9.82	2.70	0.90	14	25.74	10.06	2.76	0.92
7	12.48	5.24	1.35	0.45	15	12.88	5.41	1.40	0.47
8	26.98	10.30	2.89	0.96	16	27.51	10.50	2.94	0.98

μ<sub>max</sub> = 0.98 < 1.0 ⇒ Zulässige Pfahlkopferschiebung wird eingehalten

### 8.4. Pfahlkopfsetzung (SLS)

$$\mu = R_{SLS,d}/E_{SLS,d}$$

$$E_{SLS,d} = E_{G,k} + E_{Q,k} + E_{n,k}$$

Verträgliche Pfahlkopfsetzung s<sub>zul</sub> = 1.50 cm

$$R_{SLS,d}(1.50 \text{ cm}) = R_{b,k}(1.50 \text{ cm}) + R_{s,k}(1.50 \text{ cm}) = 396.69 \text{ kN} + 451.68 \text{ kN} = 848.37 \text{ kN}$$

LK	R <sub>SLS,d</sub> kN	E <sub>SLS,d</sub> kN	μ	Svorh cm	LK	R <sub>SLS,d</sub> kN	E <sub>SLS,d</sub> kN	μ	Svorh cm
1	848.37	352.47	0.42	0.2	7	848.37	373.47	0.44	0.2
2	848.37	590.47	0.70	0.6	8	848.37	611.47	0.72	0.7
3	848.37	362.47	0.43	0.2	9	848.37	395.27	0.47	0.2
4	848.37	600.47	0.71	0.7	10	848.37	633.27	0.75	0.8
5	848.37	363.47	0.43	0.2	11	848.37	405.27	0.48	0.2
6	848.37	601.47	0.71	0.7	12	848.37	643.27	0.76	0.8

Bauteil: Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	Archiv Nr.:
Block: Analge A3	Seite: A3/13
Vorgang: Rechnertechnische Berechnung	

<b>Verfasser:</b> ISBN Potsdam Ingenieur- und Sachverständigenbüro Naumann	
<b>Programm:</b> 4H-EPFL 3/2014 / pcae-GmbH / Naum0609999	
<b>Bauwerk:</b> Seebrücke Himmelreich	<b>ASB Nr.:</b> Datum: 12.12.2018

LK	R <sub>SLS,d</sub> kN	E <sub>SLS,d</sub> kN	μ -	Svorh cm
13	848.37	406.27	0.48	0.2
14	848.37	644.27	0.76	0.8
15	848.37	416.27	0.49	0.2
16	848.37	654.27	0.77	0.8

$\mu_{min} = 0.77 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Pfahlkopfsetzung wird eingehalten

## 9. Zusammenfassung

Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.

Maximale Ausnutzung der Stahltragfähigkeit	61%
Maximale Ausnutzung der axialen Tragfähigkeit (GEO-2):	$\mu_{max} = 0.82$
Maximale Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes	$\mu_{max} = 1.00$
Maximale Pfahlkopfverschiebung (SLS):	2.94 cm
Maximale Pfahlkopfsetzung (SLS):	0.84 cm
Maximale Ausnutzung des Erdwiderlagers:	$\mu_{max} = 0.31$

### Literatur und Normen:

[1] DIN EN 12699: Ausführung spez. geotechnischer Arbeiten - Verdrängungspfähle, Mai 2001

[2] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, Mai 2011

[3] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010

<b>Bauteil:</b> Einzelpfahl R 610x12,5 mm lt. Baugrundgutachten	<b>Archiv Nr.:</b>
<b>Block:</b> Analge A3	<b>Seite:</b> A3/14
<b>Vorgang:</b> Rechnertechnische Berechnung	