

# Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen (Auftriebssicherheit) nach DIN EN 1997-1 ohne und mit Mitwirkung von Scherkräften zur Festlegung des Ziels für die Grundwasserentspannung

Gleichgewichtsbedingung im Grenzzustand UPL:

$$A_k \cdot \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb} + T_k \cdot \gamma_{G,stb}$$

Projekt: Umverlegung der Laucha  
Berechnungsprofil: Stat. 1+900 **Ermittlung des Niveaus für die erforderliche Arbeitsebene des Bohrgerätes**

## Randbedingungen:

Art des aufschwimmenden Baukörpers: wasserundurchlässige Sohle in einem Geländeeinschnitt  
Arbeitsebene 92,52 m NHN  
Breite an der Gewässersohle 8 m  
Böschungsneigung 21,8 ° (1 : 2,5)  
GW-Anschnitt unter Sohle 88,84 m NHN entspricht Gewässersohle, geplant  
GW-Druckhöhe 95,83 m NHN  
GW-Druckhöhe  $\Delta h =$  6,99 m  
Bemessungssituation BS-T Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIN EN 1997-1

lfd.-Nr.	Böden ab UK Arbeitsebene	UK Schicht in m NHN	Mächtigkeit in m	Wichte in kN/m <sup>3</sup>	$G_{k,stb}$ in kN/m	$\gamma_{G,stb}$	$G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$ in kN/m
1	Tst/Ust/Sst	88,84	3,68	21,00	618,24	0,95	587,328
2	entfällt						
3	entfällt						
4	entfällt						
Summe			3,68		618,24	0,95	587,328

## Zwischenergebnisse ohne Scherkräfte:

hydrostatische Auftriebskraft  $A_k$  559,20 kN/m  
hydrostatische Auftriebskraft x Teilsicherheitsbeiwert  $A_k \cdot \gamma_{G,dst}$  **587,16** kN/m  
Widerstände (Bodenauflast)  $G_{k,stb}$  **618,24** kN/m  
Widerstände (Bodenauflast) x Teilsicherheitsbeiwert  $G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$  **587,33** kN/m  
Auslastungsgrad ohne Ansatz von Scherkräften  $\mu$  **1,000**

**Auftriebssicherheit ist gewährleistet**

# Ermittlung der Scherkraft nach DIN EN 1997-1, Abschnitt A 10.2.2, mit Ansatz von Kohäsion

Berechnung der Scherkraft mit  $T_k = \eta_z \cdot (E_{ah,k} \cdot \tan \varphi'_k + 2 \cdot c \cdot l_k)$   
mit  $E_{ah,k} = \gamma_k \cdot (h^2/2) \cdot K_{ah} - 2 \cdot c \cdot K_{ah(c)}$

Ansätze: - Bodenkennwerte gemäß Baugrundgutachten

$K_{ah}$  aus Tabelle 7/9 TÜRKE "Statik im Erdbau"

$\delta_a = 2/3 \cdot \varphi$

$\eta_z = 0,8$  für BS-T

$\alpha = 0^\circ$

$K_{ah, c}$  mit  $K_{ah(c)} = \frac{\cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos(\delta_a - \alpha) \cdot (1 - \tan \alpha \cdot \tan \beta)}{1 + \sin(\alpha + \delta_a - \alpha - \beta)}$

lfd.-Nr.	Böden ab UK Sohle	UK Schicht	Mächtigkeit [m]	Teufe [m]	Wichte [kN/m³]	$\varphi$ [°]	c [kN/m²]	$\delta_a$ [°]	$K_{ah}$ []	$K_{ah(c)}$ []	$e_{ah,k, a}$ [kN/m²]	$e_{ah,k, e}$ [kN/m²]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$T_k$ [kN/m]
1	Tst/Ust/Sst	88,84	3,68	3,68	21,00	27,00	15,00	18,00	0,550	0,564	-16,93	25,57	47,05	107,50
2	entfällt													
3	entfällt													
4	entfällt													
Summe			3,68										47,05	107,50

Auslastungsgrad mit Ansatz von Scherkräften  $\mu = 0,845$   
Auslastungsgrad ohne Ansatz von Scherkräften für Las  $\mu = 0,952$

0,845

0,952

Auftriebssicherheit ist gewährleistet

Auftriebssicherheit ist gewährleistet

aufgestellt, Dresden, den 18.03.2015

Dipl.-Ing. K. Wulf

# Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen (Auftriebssicherheit) nach DIN EN 1997-1 ohne und mit Mitwirkung von Scherkräften zur Festlegung des Ziels für die Grundwasserentspannung

$$A_k \cdot \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb} + T_k \cdot \gamma_{G,stb}$$

Gleichgewichtsbedingung im Grenzzustand UPL:

Projekt: Umverlegung der Laucha  
Berechnungsprofil: Stat. 2+400 **Ermittlung des Niveaus für die erforderliche Arbeitsebene des Bohrgerätes**

## Randbedingungen:

Art des aufschwimmenden Baukörpers: wasserundurchlässige Sohle in einem Geländeeinschnitt  
Arbeitsebene 92,28 m NHN  
Breite an der Gewässersohle 8 m  
Böschungsneigung 21,8 ° (1 : 2,5)  
GW-Anschnitt unter Sohle 88,10 m NHN entspricht Gewässersohle, geplant  
GW-Druckhöhe 96,05 m NHN  
GW-Druckhöhe  $\Delta h =$  7,95 m  
Bemessungssituation BS-T Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIN EN 1997-1

lfd.-Nr.	Böden ab UK Arbeitsebene	UK Schicht in m NHN	Mächtigkeit in m	Wichte in kN/m <sup>3</sup>	$G_{k,stb}$ in kN/m	$\gamma_{G,stb}$	$G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$ in kN/m
1	Tst/Ust/Sst	88,09	4,19	21,00	703,25	0,95	668,0856
2	entfällt						
3	entfällt						
4	entfällt						
Summe			4,19		703,25	0,95	668,0856

## Zwischenergebnisse ohne Scherkräfte:

hydrostatische Auftriebskraft	$A_k$	636,00 kN/m
hydrostatische Auftriebskraft x Teilsicherheitsbeiwert	$A_k \cdot \gamma_{G,dst}$	<b>667,80 kN/m</b>
Widerstände (Bodenauflast)	$G_{k,stb}$	<b>703,25 kN/m</b>
Widerstände (Bodenauflast) x Teilsicherheitsbeiwert	$G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$	<b>668,09 kN/m</b>

Auslastungsgrad ohne Ansatz von Scherkräften  $\mu$

1,000

Auftriebssicherheit ist gewährleistet

**Ermittlung der Scherkraft nach DIN EN 1997-1, Abschnitt A 10.2.2, mit Ansatz von Kohäsion**

Berechnung der Scherkraft mit  $T_k = \eta_z \cdot (E_{ah,k} \cdot \tan \varphi'_k + 2 \cdot c \cdot l_k)$   
mit  $E_{ah,k} = \gamma_k \cdot (h^2/2) \cdot K_{ah} - 2 \cdot c \cdot K_{ah(c)}$

Ansätze: - Bodenkennwerte gemäß Baugrundgutachten  $K_{ah}$  aus Tabelle 7/9 TÜRKE "Statik im Erdbau"

$\delta_a = 2/3 \cdot \varphi$

$\eta_z = 0,8$  für BS-T

$\alpha = 0^\circ$

$K_{ah, c}$  mit

$$K_{ah(c)} = \frac{\cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos(\delta_a - \alpha) \cdot (1 - \tan \alpha \cdot \tan \beta)}{1 + \sin(\alpha + \delta_a - \alpha - \beta)}$$

lfd.-Nr.	Böden ab UK Sohle	UK Schicht	Mächtigkeit [m]	Teufe [m]	Wichte [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$K_{ah}$ []	$K_{ah(c)}$ []	$e_{ah,k, a}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{ah,k, e}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$T_k$ [kN/m]
1	Tst/Ust/Sst	88,09	4,19	4,19	21,00	27,00	15,00	18,00	0,550	0,564	-16,93	31,42	65,75	127,27
2	entfällt													
3	entfällt													
4	entfällt													
Summe			4,186										65,75	127,27

Auslastungsgrad mit Ansatz von Scherkräften  $\mu$

0,840

Auftriebssicherheit ist gewährleistet

Auslastungsgrad ohne Ansatz von Scherkräften für Las  $\mu =$

0,952

Auftriebssicherheit ist gewährleistet

aufgestellt, Dresden, den 18.03.2015

Dipl.-Ing. K. Wulf

# Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen (Auftriebssicherheit) nach DIN EN 1997-1 ohne und mit Mitwirkung von Scherkräften zur Festlegung des Ziels für die Grundwasserentspannung

Gleichgewichtsbedingung im Grenzzustand UPL:

$$A_k \cdot \gamma_{G,dst} \leq G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb} + T_k \cdot \gamma_{G,stb}$$

Projekt:

Umverlegung der Laucha

Berechnungsprofil:

Stat. 2+600 **Ermittlung des Niveaus für die erforderliche Arbeitsebene des Bohrgerätes**

## Randbedingungen:

Art des aufschwimmenden Baukörpers: wasserundurchlässige Sohle in einem Geländeeinschnitt

Arbeitsebene, geplant 92,28 m NHN

Breite an der Gewässersohle 8 m

Böschungsneigung 21,8 ° (1 : 2,5)

GW-Anschnitt unter Sohle 87,81 m NHN entspricht Gewässersohle, geplant

GW-Druckhöhe 96,30 m NHN

GW-Druckhöhe  $\Delta h =$  8,49 m

Bemessungssituation BS-T Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIN EN 1997-1

lfd.-Nr.	Böden ab UK Arbeitsebene	UK Schicht in m NHN	Mächtigkeit in m	Wichte in kN/m <sup>3</sup>	G <sub>k,stb</sub> in kN/m	$\gamma_{G,stb}$	G <sub>k,stb</sub> · $\gamma_{G,stb}$ in kN/m
1	Tst/Ust/Sst	87,81	4,47	21,00	750,96	0,95	713,412
2	entfällt						
3	entfällt						
4	entfällt						
Summe			4,47		750,96	0,95	<b>713,412</b>

## Zwischenergebnisse ohne Scherkräfte:

hydrostatische Auftriebskraft  $A_k$  679,20 kN/m

hydrostatische Auftriebskraft x Teilsicherheitsbeiwert  $A_k \cdot \gamma_{G,dst}$  **713,16** kN/m

Widerstände (Bodenaufplast)  $G_{k,stb}$  **750,96** kN/m

Widerstände (Bodenaufplast) x Teilsicherheitsbeiwert  $G_{k,stb} \cdot \gamma_{G,stb}$  **713,41** kN/m

Auslastungsgrad ohne Ansatz von Scherkräften  $\mu$  **1,000**

**Auftriebssicherheit ist gewährleistet**

# Ermittlung der Scherkraft nach DIN EN 1997-1, Abschnitt A 10.2.2, mit Ansatz von Kohäsion

Berechnung der Scherkraft mit  $T_k = \eta_z \cdot (E_{ah,k} \cdot \tan \varphi'_k + 2 \cdot c \cdot l_k)$   
mit  $E_{ah,k} = \gamma_k \cdot (h^2/2) \cdot K_{ah} - 2 \cdot c \cdot K_{ah(c)}$

Ansätze: - Bodenkennwerte gemäß Baugrundgutachten

$K_{ah}$  aus Tabelle 7/9 TÜRKE "Statik im Erdbau"

$\delta_a = 2/3 \cdot \varphi$

$\eta_z = 0,8$  für BS-T

$\alpha = 0^\circ$

$K_{ah, c}$  mit

$$K_{ah(c)} = \frac{\cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos(\delta_a - \alpha) \cdot (1 - \tan \alpha \cdot \tan \beta)}{1 + \sin(\alpha + \delta_a - \alpha - \beta)}$$

lfd.-Nr.	Böden ab UK Sohle	UK Schicht	Mächtigkeit [m]	Teufe [m]	Wichte [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_a$ [°]	$K_{ah}$ []	$K_{ah(c)}$ []	$e_{ah,k, a}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$e_{ah,k, e}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{ah,k}$ [kN/m]	$T_k$ [kN/m]
1	Tst/Ust/Sst	87,81	4,47	4,47	21,00	27,00	15,00	18,00	0,550	0,564	-16,93	34,70	77,54	138,89
2	entfällt													
3	entfällt													
4	entfällt													
Summe			4,47										77,54	138,89

Auslastungsgrad mit Ansatz von Scherkräften  $\mu$   
Auslastungsgrad ohne Ansatz von Scherkräften für Las  $\mu =$

**0,837**

**0,952**

**Auftriebssicherheit ist gewährleistet**

**Auftriebssicherheit ist gewährleistet**

aufgestellt, Dresden, den 18.03.2015

Dipl.-Ing. K. Wulf