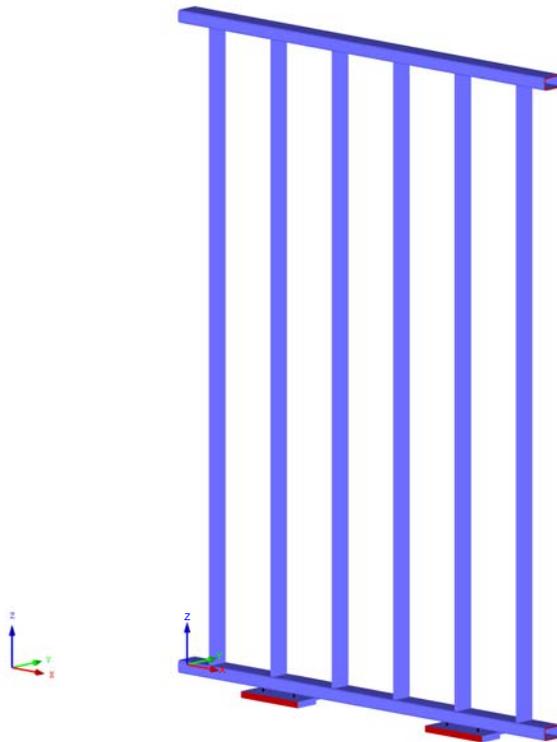


Isometrie



## STATISCHE BERECHNUNG

**7946 Staketengeländer Z6**  
**1 Standsicherheitsnachweis**  
**Revision 00**

Auftraggeber

AMBOSS Metallbau AG  
Industriestrasse 1 / 6345 Neuheim  
+41 41 530 71 30 / +41 78 863 45 56  
cf@amboss-ag.ch / www.amboss-ag.ch

Issued by

formTL ingenieure für tragwerk und leichtbau gmbh  
kesselhaus | güttinger strasse 37  
78315 radolfzell | germany  
fon +49 7732 9464-0, fax: -94, info@form-tl.de

Statische Berechnung

1 Standsicherheitsnachweis

P:\pr\7946Stag\statik\7946\_Statik.docx

Revision 00

Seite / 1 / 2

**Inhalt:**

1	Grundlagen .....	4
1.1	Allgemein.....	4
1.2	Bauseitige Angaben .....	4
1.3	Baustoffe .....	4
1.4	Angewandte Normen.....	4
1.5	Bauart und Einsatzzweck .....	5
1.6	Geometrie.....	6
1.7	Berechnung .....	6
2	Lastannahmen .....	7
2.1	Eigengewicht .....	7
2.2	Nutzlasten .....	7
2.3	Windlasten.....	8
3	Schnittgrößenermittlung .....	9
3.1	Betrachtete Lastfälle.....	9
3.2	Untersuchte Lastfallkombinationen .....	9
3.3	Angesetzte Materialeigenschaften .....	9
3.4	Querschnitte .....	9
3.5	Übersicht Tragwerksmodell.....	10
4	Zusammenfassung maßgebender Schnittgrößen.....	11
4.1	Maximale Schnittgrößen je Querschnitt .....	11
4.2	Beurteilung der Verformungen .....	11
5	Bemessung der Stahlquerschnitte .....	12
6	Bemessung der Fußplatte und des Ankers.....	13
7	Detailnachweis Anschluss Fußplatte / Konterplatte .....	16
	Anhang.....	17
	Anhang 1-1 – RSTAB-Ausdrucksprotokoll .....	17
	Anhang 1-2 – Fischer Ankerbemessung .....	17

**Historie / Revisionen:**

Rev.	Datum	Name	Kommentar
00	27.03.2020	blu/fsl	Seiten 1-17 erstellt

form TL ingenieure für tragwerk und leichtbau gmbh



i.A. Dipl.-Ing. Stefan Fessel  
Tel: +49 7732 9464-43

## 1 Grundlagen

### 1.1 Allgemein

Konstruktion : Staketen-Geländer Standardelement Z6 von Amboss Metallbau AG

### 1.2 Bauseitige Angaben

- Geometrie und Querschnitte aus RSTAB-Modell „Statik Element Z6“

### 1.3 Baustoffe

Stahl : S235  
Bemessungswerte gem. DIN EN 1993-1-1:2010-12 Tabelle 3.1

Beton : C30/37

Schrauben : Festigkeitsklasse 8.8

Betonschrauben : Fischer Betonschraube ULTRACUT FBS II 8\*80 30/15 SK A4

### 1.4 Angewandte Normen

DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung  
DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke  
SIA 261 Einwirkungen auf Tragwerke

DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbetontragwerken  
DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

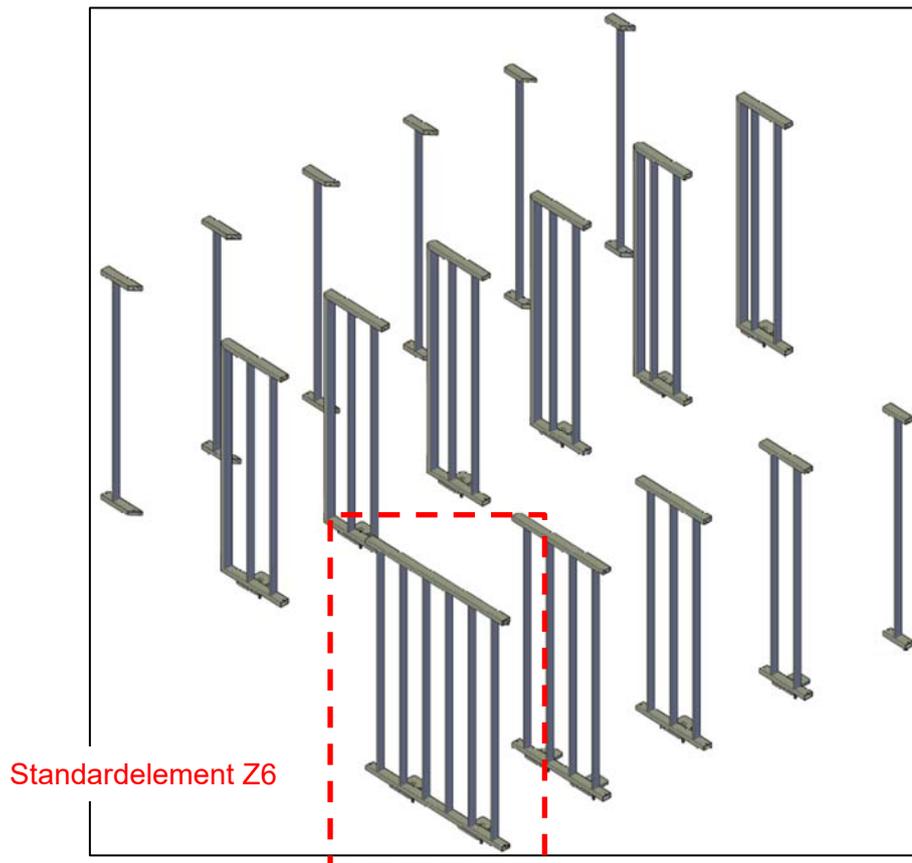
In der momentan gültigen Fassung.

### 1.6 Bauart und Einsatzzweck

Bei dem Bauteil handelt es sich um das Standardelement Z6 eines Geländers der Firma Amboss Metallbau AG.

Das Standardelement wird repräsentativ für eine Vielzahl von Geländerelementen nachgewiesen.

Übersicht der möglichen Geländerelemente:



Ober- und Untergurt bestehen bei dem Staketen-Geländer aus einem Rechteckstahlrohr 40x20x2, die Staketen aus Flachstahl 30x6 und die Fußplatten aus 10mm Blech. Die Höhe des Geländers beträgt ca. 1.0m und der lichte Abstand zwischen den Staketen 118mm.

Der Untergurt ist über eine ebenfalls 10mm starke Konterplatte mit der Fußplatte verbunden. Hierzu ist die Konterplatte in das Untergurtrohr eingeschoben und von unten über zwei Senkschrauben M10 mit der Fußplatte verbunden.

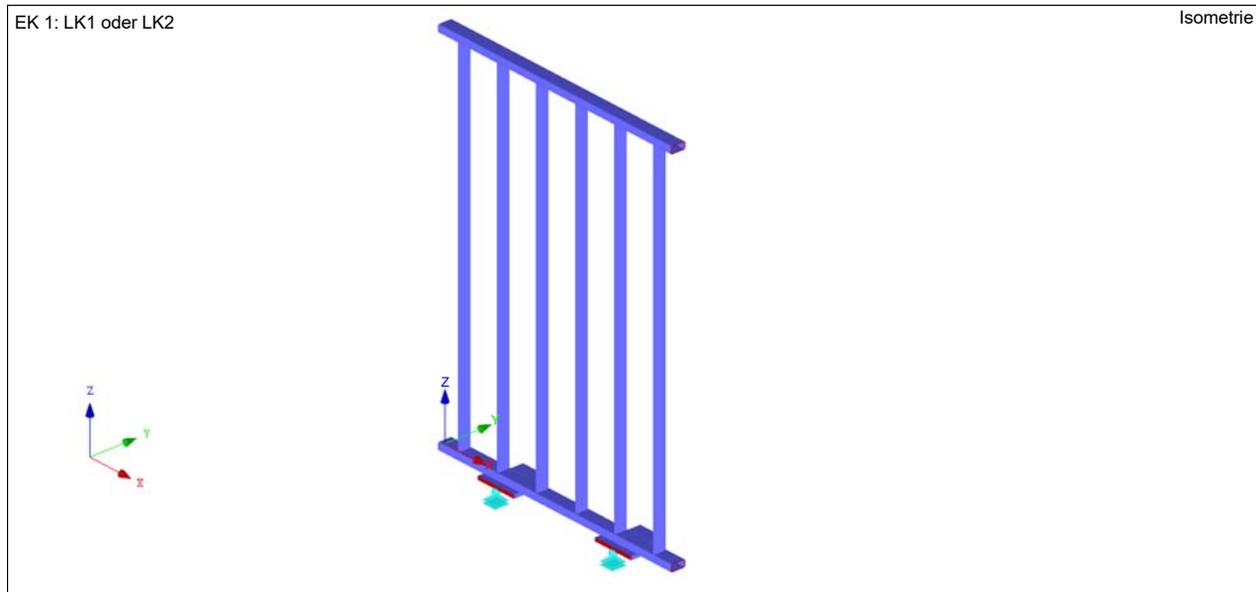
Die Fußplatten sind mit einem maximalen Abstand von 375mm über Betonschrauben mit dem Untergrund verbunden.

Das Geländer dient zur Absturzsicherung.

## 1.7 Geometrie

Die Geometrie des Berechnungsmodells wurde aus dem RSTAB-Modell „Statik Element Z6“ des Auftraggebers übernommen.

Isometrie System



## 1.8 Berechnung

Gegenstand dieser Berechnung ist das Standardelement Z6 aus Stahl S235.

Eingesetzte Rechenprogramme

RSTAB von Dlubal

Das 3D-Strukturprogramm RSTAB dient zur Definition der Struktur, Materialien und Einwirkungen sowie zur Berechnung ebener und räumlicher Stabtragwerke. Dieses Grundmodul ermittelt Schnittgrößen, Verformungen und Lagerkräfte. Für die folgende Bemessung werden Zusatzmodule verwendet, die die material- und normspezifischen Gegebenheiten berücksichtigen. Die Berechnung kann als lineare Berechnung nach Theorie I. Ordnung oder nichtlinear nach Theorie II. oder III. Ordnung für alle Stabtypen erfolgen. Optionale werden Schubverformungen der Stäbe, sowie nicht lineare Effekte berücksichtigt.

Modul Stahl EC3 von Dlubal

STAHL EC3 erstellt die typischen Tragsicherheits-, Stabilitäts-, Verformungs- und Brandschutznachweise für Baustahl nach Eurocode.

FIXPERIENCE von Fischer Deutschland-Vertriebs GmbH

Programm des Herstellers zu Bemessung von Anker in Beton

## 2 Lastannahmen

### 2.1 Eigengewicht

Das Eigengewicht der Profile wird vom Stabwerkprogramm berücksichtigt.

Gewicht Stahl: 78.5 kN/m<sup>3</sup>

### 2.2 Nutzlasten

#### Nutzlasten auf Geländer nach Eurocode für Deutschland:

Für horizontale Nutzlasten infolge Personen auf Geländer sind laut DIN EN 1991-1-1/NA folgende Lasten anzusetzen (Kategorie A und B1):

Belastete Fläche nach Kategorie	Horizontale Nutzlast $q_k$ in kN/m
A, B1, H, F1 <sup>1)</sup> bis F4 <sup>1)</sup> , T1, Z <sup>2)</sup>	0,5
B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 <sup>3)</sup> , E1.2 <sup>3)</sup> , E2.1 <sup>3)</sup> bis E2.5 <sup>3)</sup> , FL1 <sup>1)</sup> bis FL6 <sup>1)</sup> , HC, T2, Z <sup>2)</sup>	1,0
C5, C6, T3	2,0
<sup>1)</sup> Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen. <sup>2)</sup> Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen. <sup>3)</sup> Bei Flächen der Kategorie E.1.1, E.1.2, E.2.1 bis E.2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.	

Kategorie A für Wohnbereiche

Kategorie B1 für Bürobereiche

Entgegen dieser Last muss die Hälfte der Nutzlast, aber mindestens 0,5 kN/m, angesetzt werden.

#### Nutzlasten auf Geländer nach SIA für die Schweiz:

Nach SIA 261, Abs. 13 (Abschränkungen) folgt:

Tabelle 20: Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen

Bauwerkstyp	Nutzung	$q_k$ [kN/m]	
Gebäude	Kategorie	Art der Nutzfläche	
	A, B, D	Wohn-, Büro- und Verkaufsflächen	0,8
	C	Versammlungsflächen	1,6 <sup>1)</sup>
	E, F, G	Lager-, Fabrikations-, Park- und Verkehrsflächen	0,8 <sup>2)</sup>
Brücken	alle Verkehrsarten	1,6 <sup>1) 3)</sup>	
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich	0,4	
<sup>1)</sup> $q_k$ muss auf mindestens 3,0 kN/m erhöht werden, wenn ein Menschengedränge möglich ist. <sup>2)</sup> Für spezielle Nutzungen von Lager- und Fabrikationsflächen ist $q_k$ projektspezifisch festzulegen. <sup>3)</sup> $q_k$ darf um höchstens 50% reduziert werden, wenn kein Menschengedränge möglich ist.			

Damit Geländer auch eine Stabilität durch Ziehen von Personen nach innen erhalten wird diese Last auf die halbe Normlast festgelegt.  $q_k = 0.4 \text{ kN / m}$

Für die Nachweise werden die maßgebenden Lasten aus Eurocode und SIA verwendet:

Druck:  $q_k = 0,8 \text{ kN/m}$  (nach SIA)  
Zug:  $q_k = 0,5 \text{ kN/m}$  (nach EC)

## 2.3 Windlasten

Im Fall einer dichten Plane, die an das Geländer gehängt wird (z.B. Sichtschutz) wirken Windlasten auf das Geländer.

Die angesetzte Nutzlast von  $0.8 \text{ kN/m}$  am Obergurt entspricht einer Windlast von  $1.6 \text{ kN/m}^2$  für das  $1 \text{ m}$  hohe Geländer

Annahme: Gesamtstaudruckbeiwert von  $c_{p,ges} = c_{p,luv} + c_{p,lee} = 0.8 + 0.3 = 1.1$

Daraus ergibt sich ein Böengeschwindigkeitsdruck von  $q_p = 1.6 / 1.1 = 1.45 \text{ kN/m}^2$

Windlastvergleich für Deutschland nach DIN EN 1991-1-4:

Windzone 4 - Binnenland  
Gebäudehöhe:  $30 \text{ m}$   
Höhe über N.N.: bis  $800 \text{ m}$

Anzusetzender Böengeschwindigkeitsdruck:  $q_p = 1.43 \text{ kN/m}^2$

Somit sind Windlasten auf das Geländer in Deutschland bis zu dem Vergleichswert des Böengeschwindigkeitsdrucks nicht maßgebend.

### 3 Schnittgrößenermittlung

#### 3.1 Betrachtete Lastfälle

LF1	Eigengewicht
LF11	Druck am Obergurt
LF12	Zug am Obergurt

#### 3.2 Untersuchte Lastfallkombinationen

Für den Nachweis der Tragfähigkeit (GZT):

LK1	1.35 x LF1 + 1.5 x LF11
LK2	1.35 x LF1 + 1.5 x LF12

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZG):

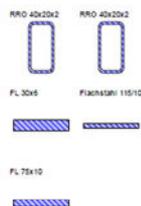
LK11	LF1 + LF11
------	------------

#### 3.3 Angesetzte Materialeigenschaften

##### 1.2 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm <sup>2</sup> ]	Modul G [kN/cm <sup>2</sup> ]	Spez. Gewicht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wärmedehnz. $\alpha$ [1/°C]	Teilsich.-Beiwert $\gamma_M$ [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235   EN 1993-1-1:2005-05 21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
2	Beton C30/37   EN 1992-1-1:2004/A1:2014 3300.00	1375.00	25.00	1.00E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

#### 3.4 Querschnitte

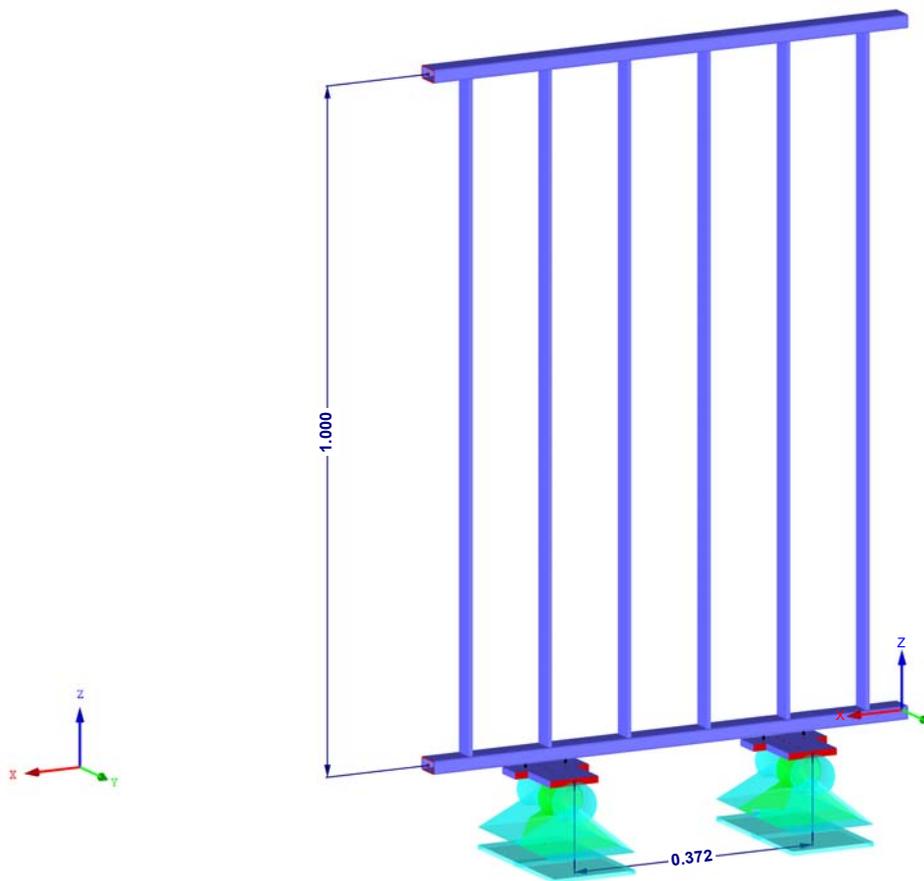


##### 1.3 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I [cm <sup>4</sup> ]			Hauptachsen $\alpha$ [°]	Drehung $\alpha'$ [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		I <sub>T</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>			Breite b	Höhe h
1	RRO 40x20x2   DIN 59411:1978 1	3.42	4.05	1.34	0.00	0.00	20.0	40.0
		2.14	0.48	1.40				
Untergurt								
2	RRO 40x20x2   DIN 59411:1978 1	3.42	4.05	1.34	0.00	0.00	20.0	40.0
		2.14	0.48	1.40				
Obergurt								
3	FL 30x6   DIN 1017-1 1	0.19	0.05	1.35	0.00	0.00	30.0	6.0
		1.80	1.50	1.50				
Staketten								
4	Flachstahl 115/10 1	3.62	0.96	126.74	0.00	0.00	115.0	10.0
		11.50	9.58	9.58				
Anschluss-Fußplatte								
5	FL 75x10   DIN 1017-1 1	2.29	0.63	35.16	0.00	0.00	75.0	10.0
		7.50	6.25	6.25				
Fußplatte								

### 3.5 Übersicht Tragwerksmodell

Isometrie



## 4 Zusammenfassung maßgebender Schnittgrößen

### 4.1 Maximale Schnittgrößen je Querschnitt

Maximale Bemessungsschnittgrößen:

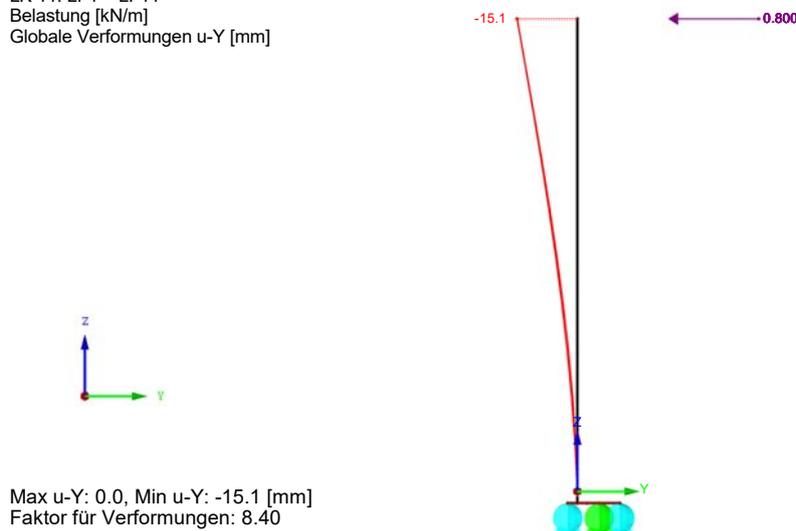
Obergurt:	$V_z = 0,09 \text{ kN}$			
Staketen:	$V_y = -0,19 \text{ kN}$	$M_z = 0,17 \text{ kNm}$		
Untergurt:	$V_z = 0,13 \text{ kN}$	$M_T = 0,14 \text{ kNm}$		
Fußplatte:	$N = 0,45 \text{ kN};$	$V_z = 8,09 \text{ kN}$		$M_y = 0,29 \text{ kNm}$

### 4.2 Beurteilung der Verformungen

Abbildung: Maximalverformung im Gebrauchslastfall

LK 11: LF1 + LF11  
 Belastung [kN/m]  
 Globale Verformungen u-Y [mm]

Entgegen der X-Richtung



Die maximale Horizontalverformung unter der maximalen Horizontallast beträgt rund 15mm.

Entsprechend der Technischen Richtlinie TR 001 „Geländer im Metallbau“ der Metalltec Suisse ist die Verformung auf  $L / 50$ tel zu begrenzen:

$$\Rightarrow L / 50 = 1000\text{mm} / 50 = 20\text{mm} > 15\text{mm} \quad \Rightarrow \text{i.O.}$$

Statische Berechnung

1 Standsicherheitsnachweis

P:\pr\7946Stag\statik\7946\_Statik.docx

Revision 00

Seite / 1 / 12

## 5 Bemessung der Stahlquerschnitte

Die Stahlquerschnitte werden mit dem RSTAB-Modul STAHL EC3 bemessen.

### 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	<b>RRO 40x20x2   DIN 59411:1978 - Untergurt</b>						
	12	0.093	LK1	0.44	$\leq 1$	CS271)	Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
2	<b>RRO 40x20x2   DIN 59411:1978 - Obergurt</b>						
	102	0.124	LK1	0.01	$\leq 1$	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	102	0.124	LK1	0.01	$\leq 1$	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
3	<b>FL 30x6   DIN 1017-1 - Staketen</b>						
	52	1.000	LK1	0.83	$\leq 1$	CS117)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	52	1.000	LK1	0.83	$\leq 1$	CS153)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
4	<b>Flachstahl 115/10 - Anschluss-Fußplatte</b>						
	202	0.020	LK1	0.65	$\leq 1$	CS112)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	202	0.020	LK1	0.65	$\leq 1$	CS143)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
5	<b>FL 75x10   DIN 1017-1 - Fußplatte</b>						
	203	0.000	LK2	0.97	$\leq 1$	CS112)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	203	0.000	LK2	0.97	$\leq 1$	CS143)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt

Das Ausdrucksprotokoll zu Berechnung mit RStab befindet sich in Anhang 1-1.

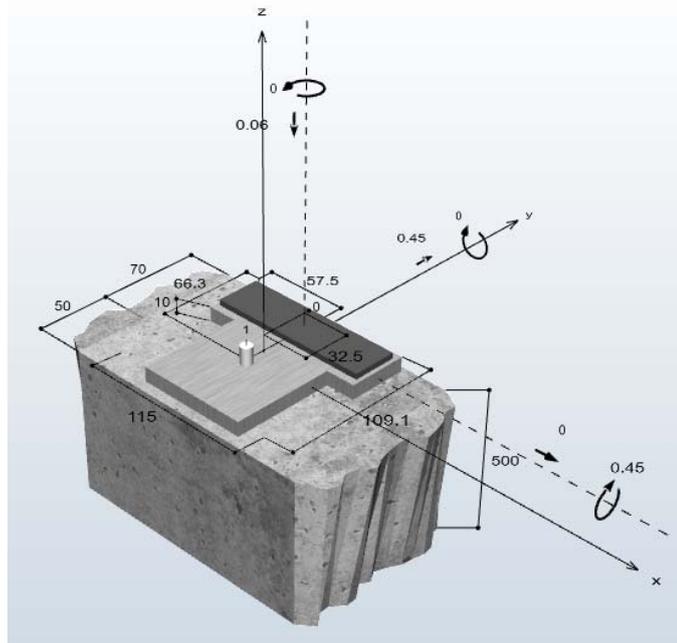
## 6 Bemessung der Fußplatte und des Ankers

Die Bemessung der Fußplatte und des Ankers wird für beide Lastfallkombinationen separat durchgeführt. Die Bemessungsschnittgrößen sind aus RSTAB, die Bemessungen wurden mit der Bemessungssoftware von Fischer durchgeführt.

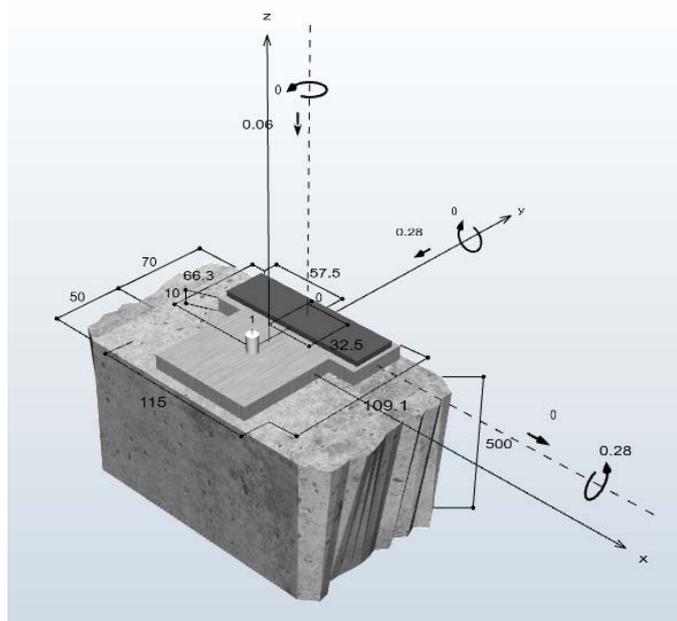
### Bemessungsschnittgrößen

Abstand Fußplatten:  $a = 0,375 \text{ m}$   
 Höhe Geländer:  $h = 1,010 \text{ m}$  (OK Fußplatte mit Mitte Obergurt)

LK1:  $V_{Ed} = q_{k,1} * \gamma_q * a = 0,8 \text{ kN/m} * 1,5 * 0,37 \text{ m} = 0,45 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = q_{k,1} * \gamma_q * a * h = 0,8 \text{ kN/m} * 1,5 * 0,37 \text{ m} * 1,02 \text{ m} = 0,45 \text{ kNm}$



LK2:  $V_{Ed} = q_{k,2} * \gamma_q * a = 0,5 \text{ kN/m} * 1,5 * 0,37 \text{ m} = 0,28 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = q_{k,2} * \gamma_q * a * h = 0,5 \text{ kN/m} * 1,5 * 0,37 \text{ m} * 1,02 \text{ m} = 0,28 \text{ kNm}$



## Betonpressung

Material: Beton C30/37  
 $f_{c,d} = 0,85 \cdot f_{c,k} / 1,5 = 0,85 \cdot 30 / 1,5 = 17 \text{ N/mm}^2$

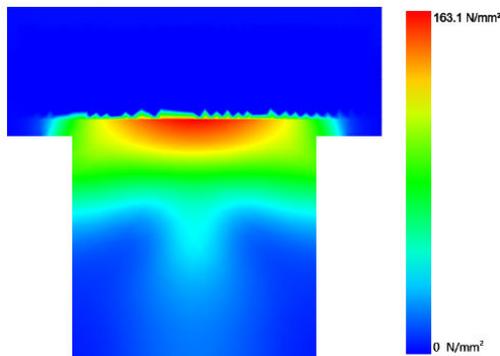
LK1: vorh  $\sigma = 8,8 \text{ N/mm}^2 < 17 \text{ N/mm}^2$  ok!

LK2: vorh  $\sigma = 14,3 \text{ N/mm}^2 < 17 \text{ N/mm}^2$  ok!

## FE-Berechnung der Fußplatte

LK1:

### Spannungsverteilung innerhalb der Ankerplatte



### Ankerplattendetails

Ankerplattendicke (FE-Berechnung)  
 Material der Ankerplatte  
 E-Modul  
 Streckgrenze  
 Sicherheitsfaktor  
 Querdehnzahl  
 Ausnutzung

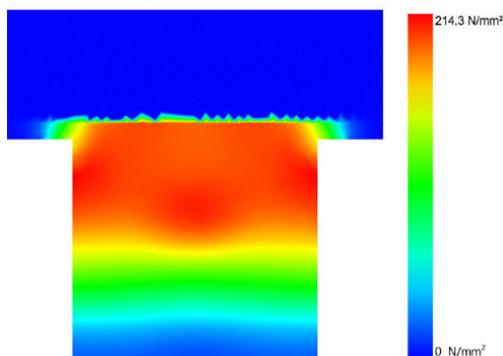
t = 10 mm  
 S 235 (St 37)  
 E = 210 000 N/mm<sup>2</sup>  
 $R_{p,0,2} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $\gamma_M = 1.1$   
 $\nu = 0.3$   
 $\eta = 73 \%$

Profiltyp

Flachstahl (110 x 30 (S 235))

LK2:

### Spannungsverteilung innerhalb der Ankerplatte



### Ankerplattendetails

Ankerplattendicke (FE-Berechnung)  
 Material der Ankerplatte  
 E-Modul  
 Streckgrenze  
 Sicherheitsfaktor  
 Querdehnzahl  
 Ausnutzung

t = 10 mm  
 S 235 (St 37)  
 E = 210 000 N/mm<sup>2</sup>  
 $R_{p,0,2} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $\gamma_M = 1.1$   
 $\nu = 0.3$   
 $\eta = 96 \%$

Profiltyp

Flachstahl (110 x 30 (S 235))

Statische Berechnung

1 Standsicherheitsnachweis

P:\pr\7946Stag\statik\7946\_Statik.docx

Revision 00

Seite / 1 / 15

**Ankerbemessung**

LK1:

<b>Nachweis</b>	<b>Last</b> kN	<b>Tragfähigkeit</b> kN	<b>Ausnutzung <math>\beta_N</math></b> %
Stahlversagen *	7.31	18.53	39.4
Herausziehen *	7.31	7.32	<b>99.8</b>
Betonausbruch	7.31	7.51	97.2

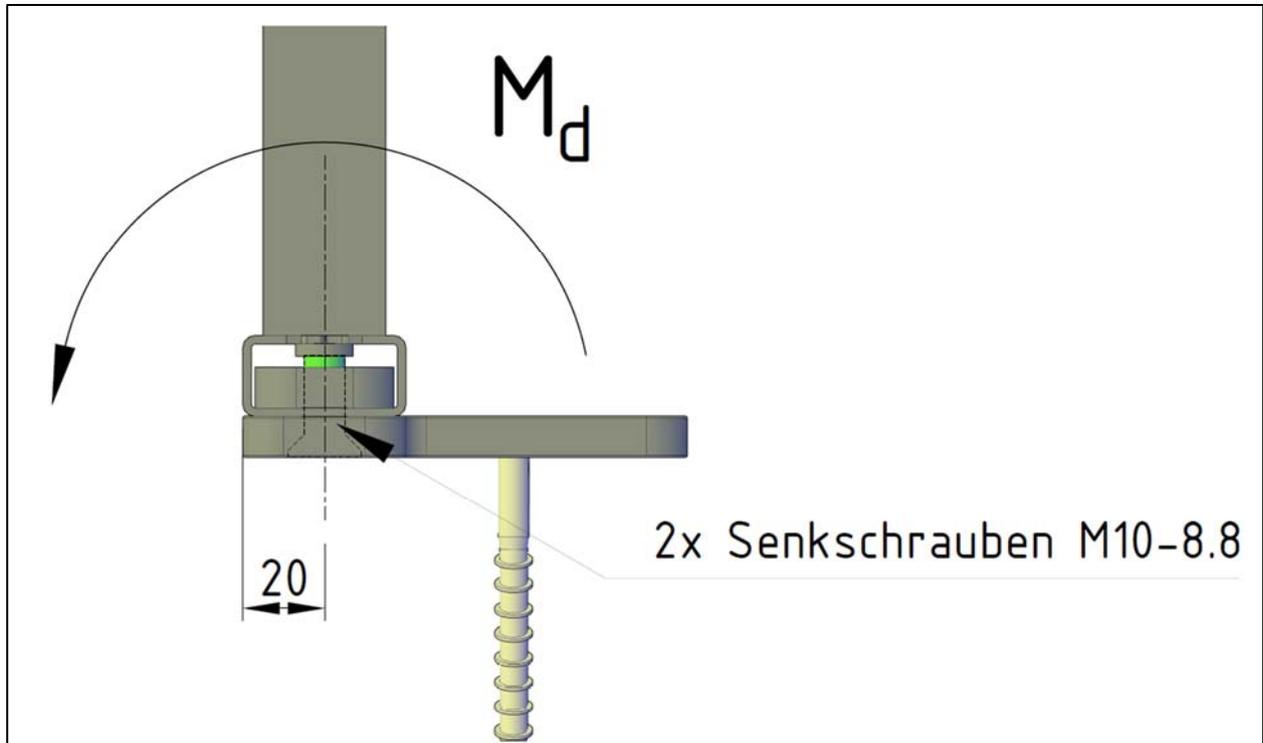
LK2:

<b>Nachweis</b>	<b>Last</b> kN	<b>Tragfähigkeit</b> kN	<b>Ausnutzung <math>\beta_N</math></b> %
Stahlversagen *	7.18	18.53	38.7
Herausziehen *	7.18	7.32	<b>98.1</b>
Betonausbruch	7.18	7.51	95.5

Die Ausdrucksprotokolle zur Berechnung Anker mit dem Fischer Bemessungsprogramm befindet sich in Anhang 1-2.

## 7 Detailnachweis Anschluss Fußplatte / Konterplatte

Anschlussdetail:



Horizontallast am Obergurt:  $H_k = 0.80 \text{ kN/m}$

Bemessungsmoment am Anschluss:  $M_d = 0.45 \text{ kNm}$

Bemessungsquerkraft am Anschluss:  $V_d = 0.45 \text{ kN}$

Nachweis Zugkraft je Schraube:

$$F_{t,d} = 0.5 \times 45 \text{ kNm} / 2 \text{ cm} = 11.2 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 33.4 \text{ kN} > 11.2 \text{ kN} \quad \Rightarrow \text{i.O.}$$

Nachweis Abscheren je Schraube (Gewinde in Scherfuge):

$$F_{v,d} = 0.5 \times 0.45 \text{ kN} = 0.23 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 22.3 \text{ kN} \quad \Rightarrow \text{i.O.}$$

## **Anhang**

### **Anhang 1-1 – RSTAB-Ausdrucksprotokoll**

Ausdrucksprotokoll zu Berechnung mit RStab: 7946\_Ausdrucksprotokoll\_Rstab.pdf (11 Seiten)

### **Anhang 1-2 – Fischer Ankerbemessung**

Ausdrucksprotokoll Druckbelastung: 7946\_Fischer\_Druck.pdf (9 Seiten)

Ausdrucksprotokoll Zugbelastung: 7946\_Fischer\_Zug.pdf (9 Seiten)