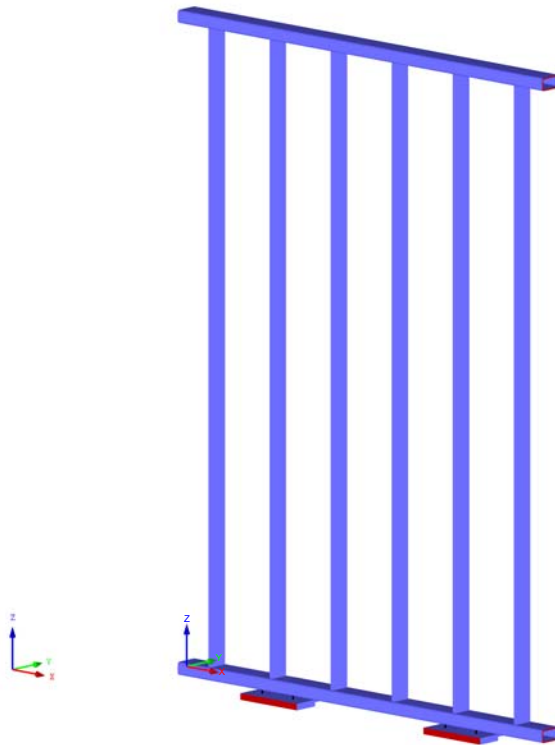


Isometrie



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

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

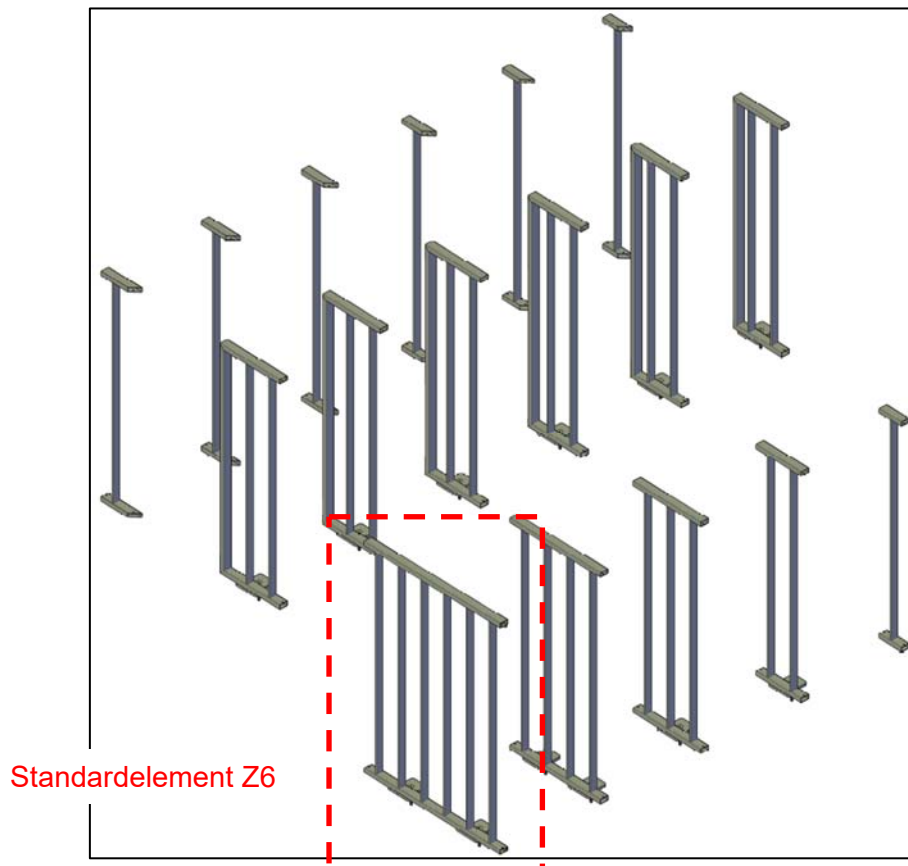
In der momentan gültigen Fassung.

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.

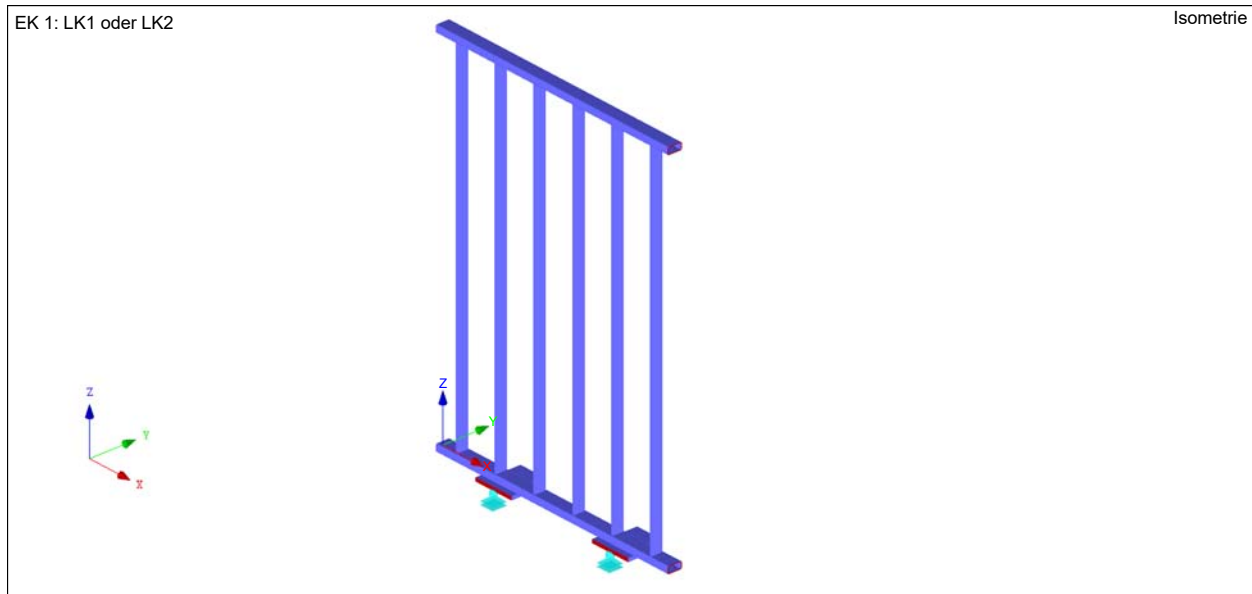
Die Fußplatten sind mit einem maximalen Abstand von 375mm über Betonschrauben mit dem Untergrund verbunden.

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/m³

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 ¹⁾ bis F4 ¹⁾ , T1, Z ²⁾	0,5
B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 ³⁾ , E1.2 ³⁾ , E2.1 ³⁾ bis E2.5 ³⁾ , FL1 ¹⁾ bis FL6 ¹⁾ , HC, T2, Z ²⁾	1,0
C5, C6, T3	2,0
¹⁾ Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen. ²⁾ Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen. ³⁾ 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 ¹⁾
	E, F, G	Lager-, Fabrikations-, Park- und Verkehrsflächen	0,8 ²⁾
Brücken	alle Verkehrsarten	1,6 ^{1) 3)}	
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich	0,4	
¹⁾ q_k muss auf mindestens 3,0 kN/m erhöht werden, wenn ein Menschengedränge möglich ist. ²⁾ Für spezielle Nutzungen von Lager- und Fabrikationsflächen ist q_k projektspezifisch festzulegen. ³⁾ 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. $q_k = 0.4 \text{ kN} / \text{m}$

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 kN/m am Obergurt entspricht einer Windlast von 1.6 kN/m^2 für das 1 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 m
Höhe über N.N.: bis 800 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 ²]	Modul G [kN/cm ²]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehn. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_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

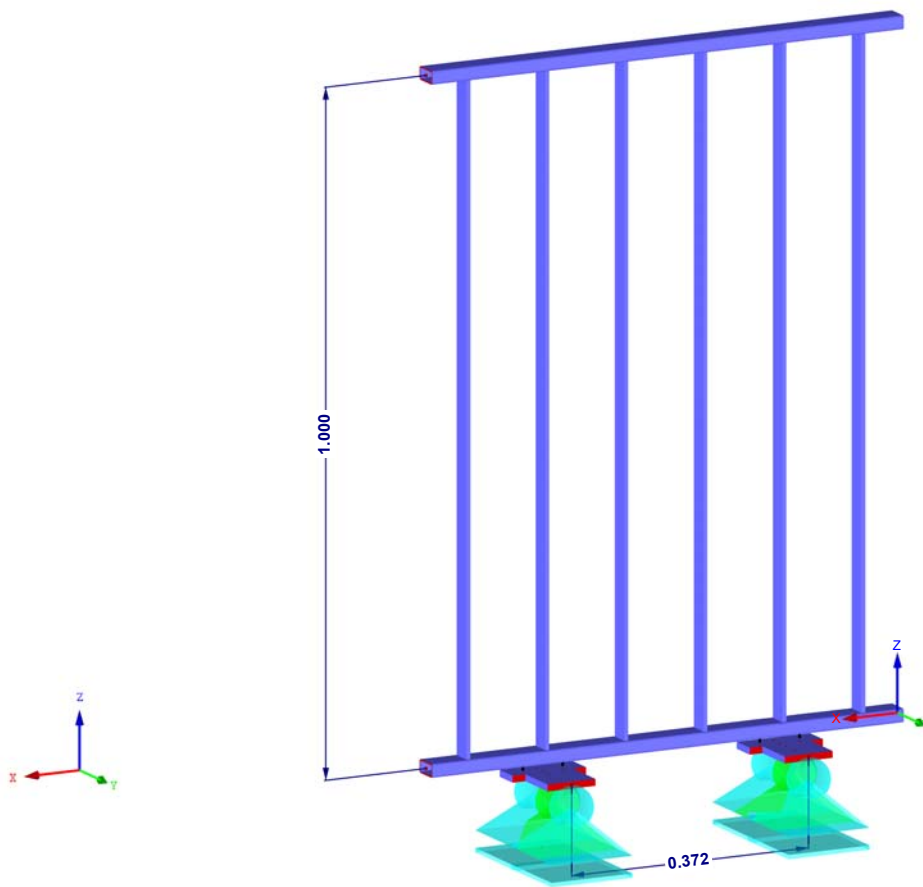


1.3 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I [cm ⁴]			Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm ²]	I_x [cm ⁴]	I_y [cm ⁴]			I_z [cm ⁴]	A_z [cm ²]
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

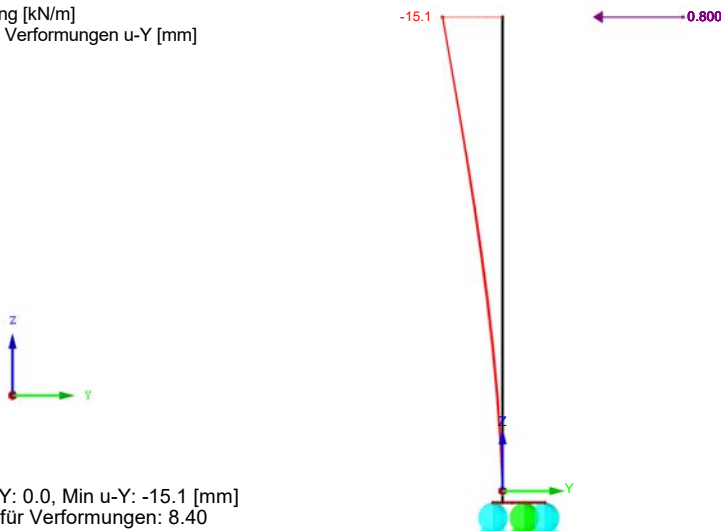
Maximale Bemessungsschnittgrößen:

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

Max u-Y: 0,0, Min u-Y: -15,1 [mm]
Faktor für Verformungen: 8,40

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	RRO 40x20x2 DIN 59411:1978 - Untergurt						
	12	0.093	LK1	0.44	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
2	RRO 40x20x2 DIN 59411:1978 - Obergurt						
	102	0.124	LK1	0.01	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	102	0.124	LK1	0.01	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
3	FL 30x6 DIN 1017-1 - Staketen						
	52	1.000	LK1	0.83	≤ 1	CS117)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	52	1.000	LK1	0.83	≤ 1	CS153)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
4	Flachstahl 115/10 - Anschluss-Fußplatte						
	202	0.020	LK1	0.65	≤ 1	CS112)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	202	0.020	LK1	0.65	≤ 1	CS143)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
5	FL 75x10 DIN 1017-1 - Fußplatte						
	203	0.000	LK2	0.97	≤ 1	CS112)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	203	0.000	LK2	0.97	≤ 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.

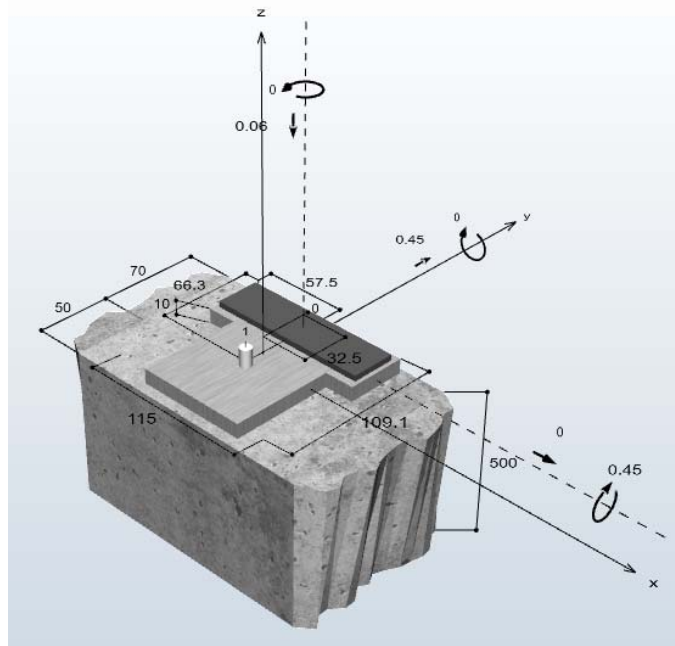
6 Bemessung der Fußplatte und des Ankers

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.

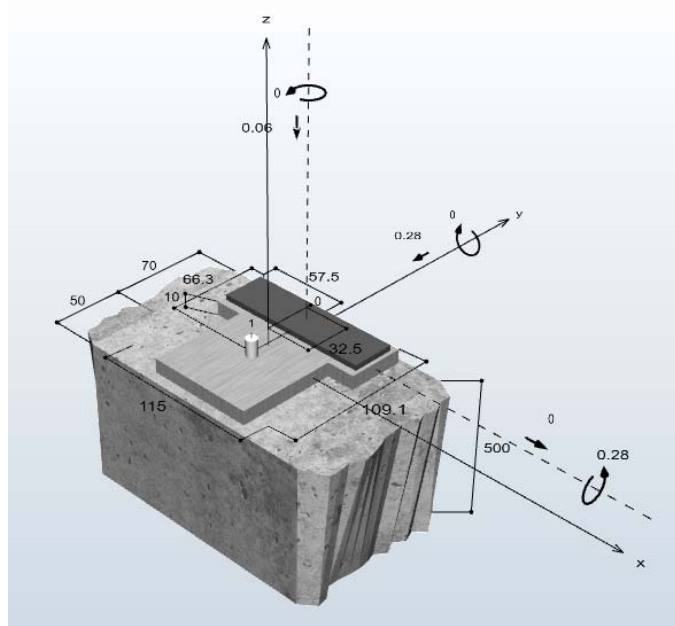
Bemessungsschnittgrößen

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

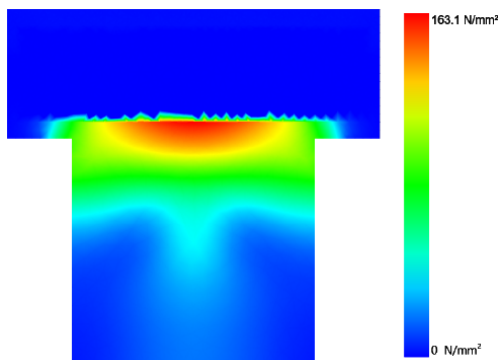
LK1: vorh $\sigma = 8,8 \text{ N/mm}^2 < 17 \text{ N/mm}^2$ ok!

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

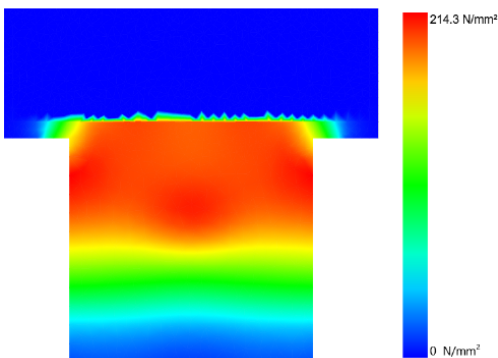
Ankerplattendicke (FE-Berechnung)
 Material der Ankerplatte
 E-Modul
 Streckgrenze
 Sicherheitsfaktor
 Querdehnzahl
 Ausnutzung

t = 10 mm
 S 235 (St 37)
 E = 210 000 N/mm²
 R_{p,0,2} = 235 N/mm²
 γ_M = 1.1
 ν = 0.3
 η = 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/mm²
 R_{p,0,2} = 235 N/mm²
 γ_M = 1.1
 ν = 0.3
 η = 96 %

Profiltyp Flachstahl (110 x 30 (S 235))

Ankerbemessung

LK1:

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	7.31	18.53	39.4
Herausziehen *	7.31	7.32	99.8
Betonausbruch	7.31	7.51	97.2

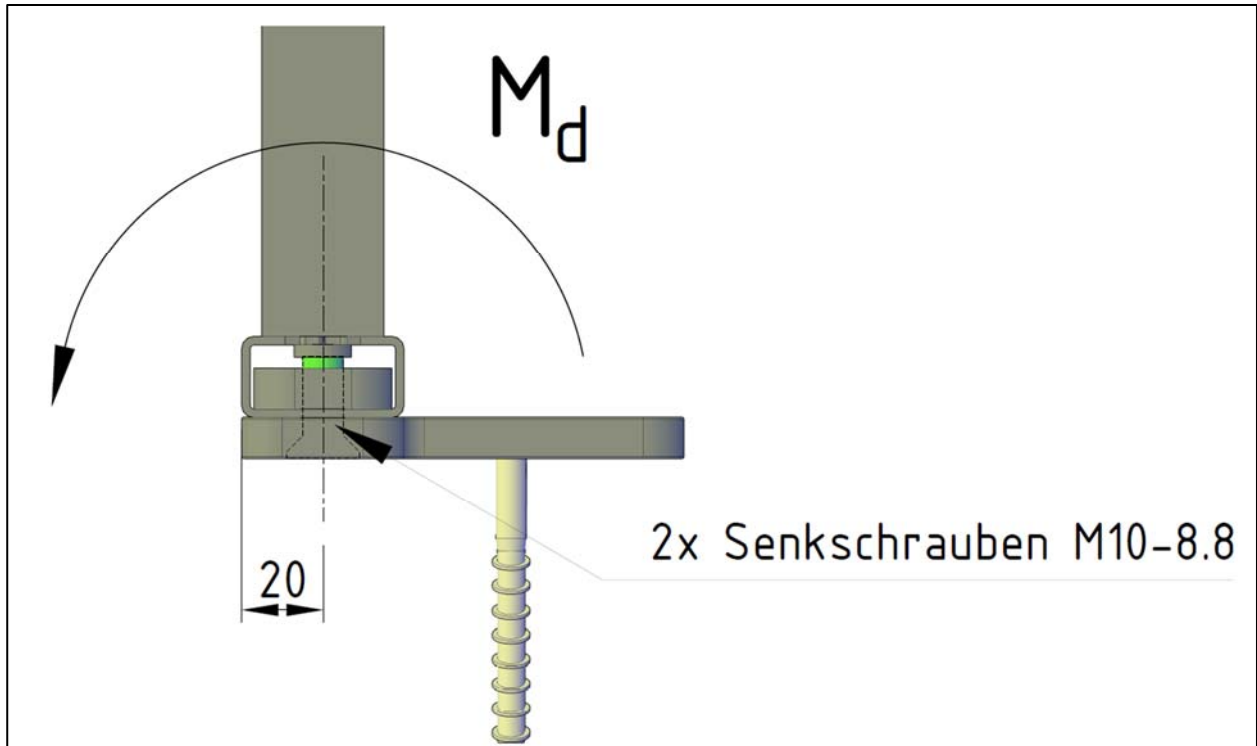
LK2:

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	7.18	18.53	38.7
Herausziehen *	7.18	7.32	98.1
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)