

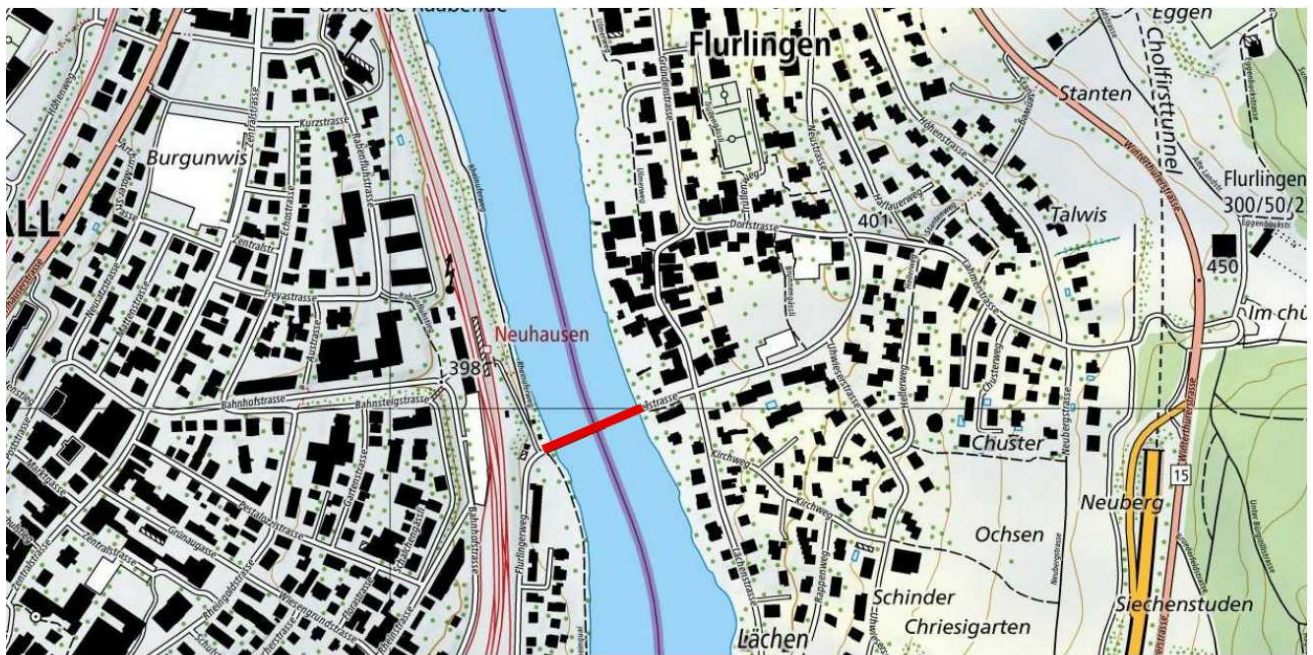


# Flurlingerbrücke «Eiserner Steg»


8247 Flurlingen

Instandsetzung

## Statische Überprüfung



Quelle swisstopo: map.geo.admin.ch

<b>WÜST RELSTAB SCHMID AG</b> DIPL. BAUINGENIEURE ETH/SIA  CH-8200 Schaffhausen Moserstrasse 27 T +41 52 630 04 10 www.wrs-ing.ch						Dokument-/Plan-Nr  <h1>5976-101.2</h1>	
	Erstellt	Index A	Index B	Index C	Index D	Format	A4
Datum	22.12.2022					Masstab	-
Gez.	DP					W:\Projekte\5000\5976 Flurlingerbrücke Eisensteg\01 Administration\04	
Gepr.	DS					Berichte\5976-101.2-Statische Überprüfung.docx	

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einwirkungen.....</b>	<b>2</b>
1.1	Ständige Einwirkungen .....	2
1.1.1	Eigenlast.....	2
1.1.2	Auflast .....	2
1.2	Veränderliche Lasten.....	3
1.2.1	Strassenverkehr.....	3
1.2.2	Langsamverkehr .....	4
1.2.3	Wind .....	5
<b>2</b>	<b>Lastbeiwerte .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Spannungsnachweise.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Knicken Gurte und Streben .....</b>	<b>8</b>
4.1	Knicklänge.....	8
4.2	Schnittkräfte .....	8
4.3	Resultate .....	9
<b>5</b>	<b>Durchbiegung.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Auflagerreaktionen.....</b>	<b>11</b>

# 1 Einwirkungen

## 1.1 Ständige Einwirkungen

### 1.1.1 Eigenlast

Stabquerschnitte gemäss Stabmodell

Zusätzliche Auflast für Knoten, Steifen etc.

$$g_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$$



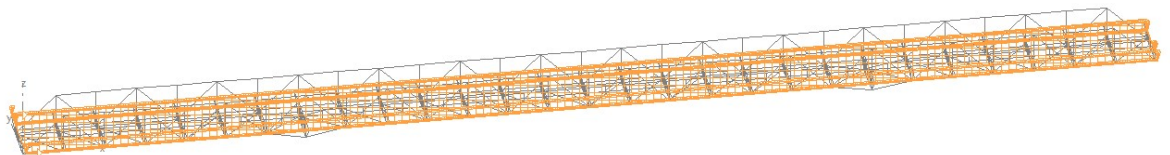
### 1.1.2 Auflast

Belag:  $g_k = 0.75 \text{ kN/m}^2$

Blech Fahrbahn:  $g_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$

Blech Gehweg:  $g_k = 0.35 \text{ kN/m}^2$

Geländer:  $g_k = 0.5 \text{ kN/m}$



## 1.2 Veränderliche Lasten

### 1.2.1 Strassenverkehr

Polizeiliche Beschilderung: 4 t

Gemäss SIA 269, 10.1.4 darf das Lastmodell 1 entsprechend aktualisiert werden.

-> Massgebende Belastung: 1 Fahrstreifen mit Reihe von Fahrzeugen à 4 t Verkehrslast.

Durchschnittlicher Abstand: Annahme 5.5 m (4.5 m Länge und 1.0 m Abstand)

$40 \text{ kN/Fzg} / 5.5 \text{ m} = 7.3 \text{ kN/m}$

Für Fahrbahnbreite 3.0 m

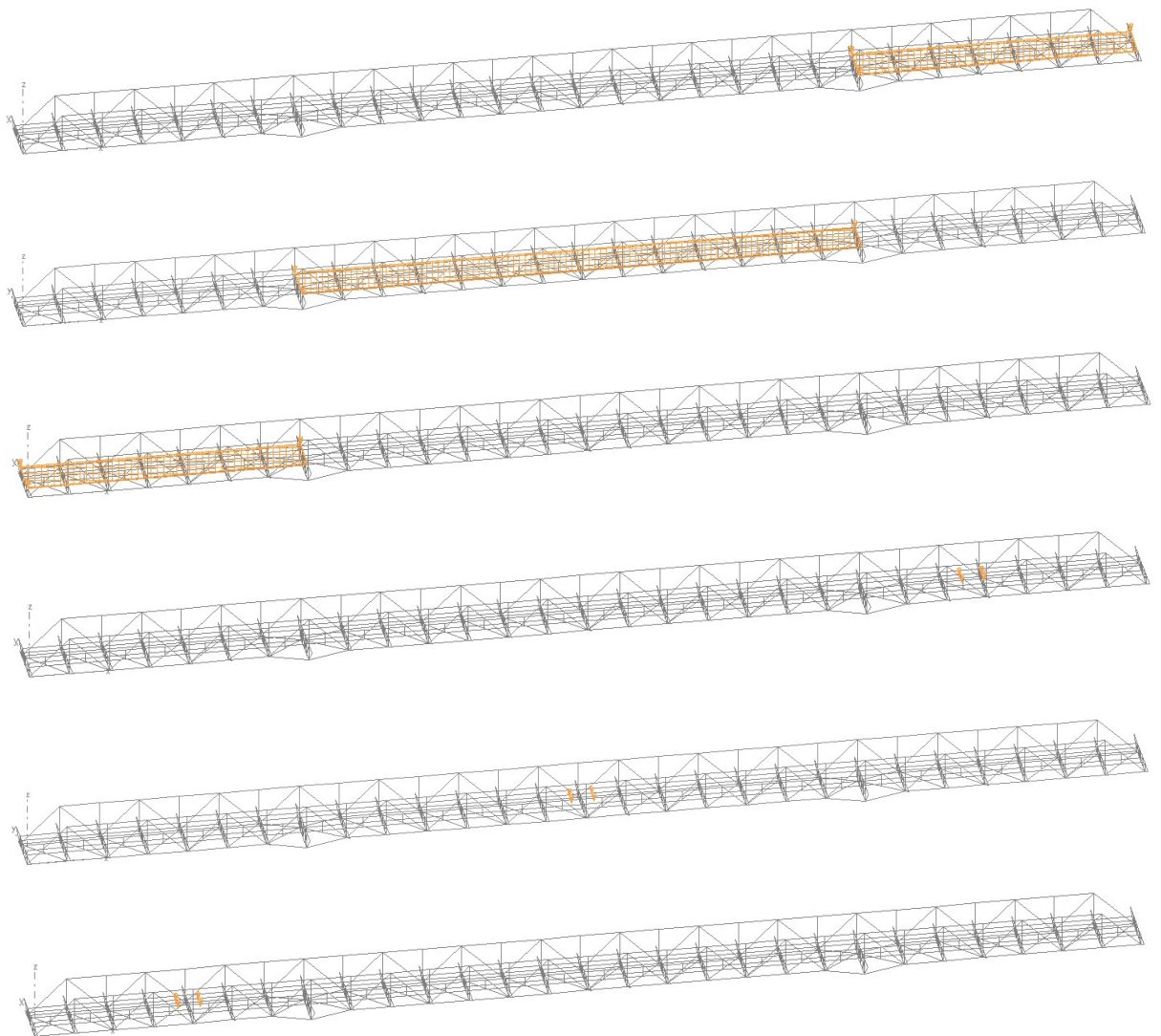
$q_k = 2.45 \text{ kN/m}^2$

Für modellierte Fahrbahnfläche im Stabmodell mit  $b = 3.6 \text{ m}$

$q_k = 2 \text{ kN/m}^2$

Zusätzlich vier Achslasten mit 4 t Gesamtlast und dyn. Faktor 1.5:

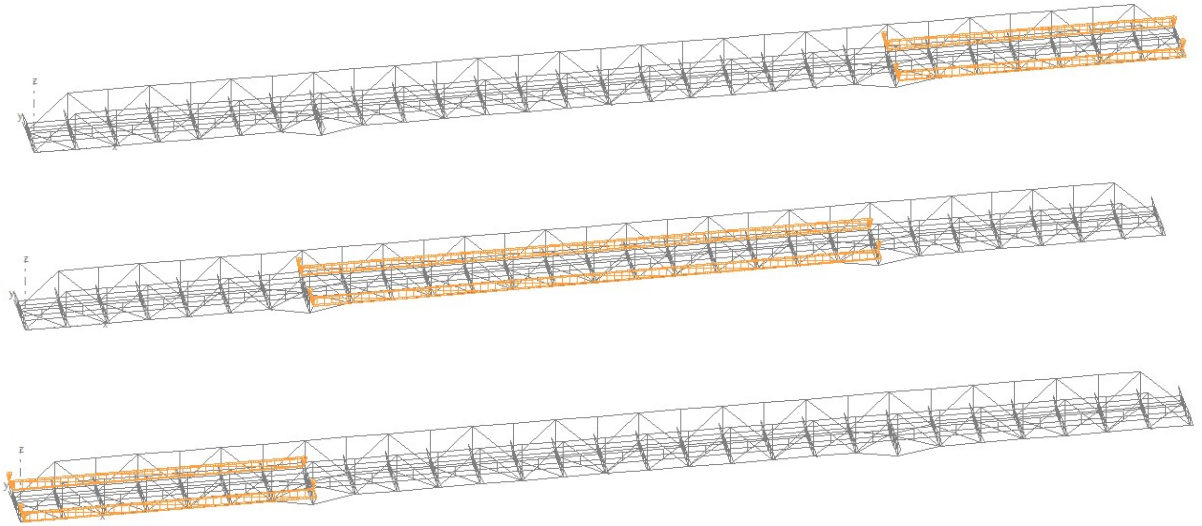
$Q_k = 40 \text{ kN} / 4 * 1.5 = 15 \text{ kN}$



### 1.2.2 Langsamverkehr

Menschengedränge gemäss SIA 261, 50%:

$$q_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

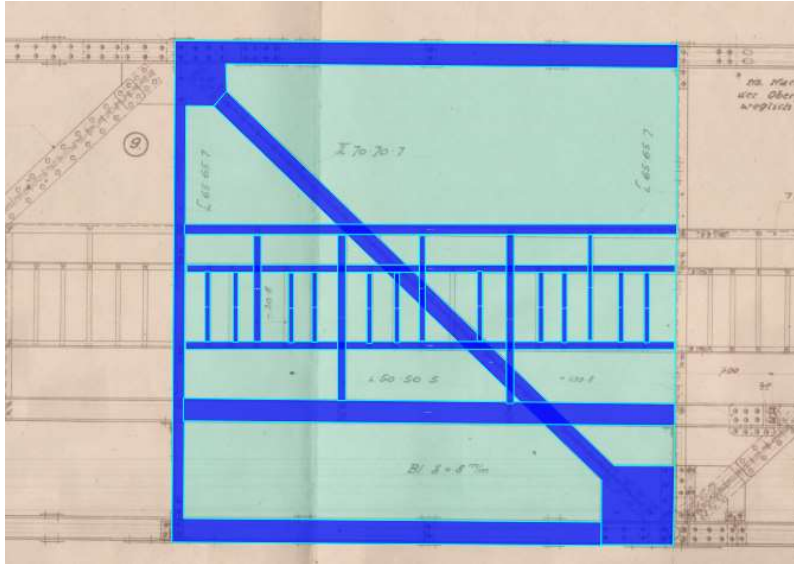


## 1.2.3 Wind

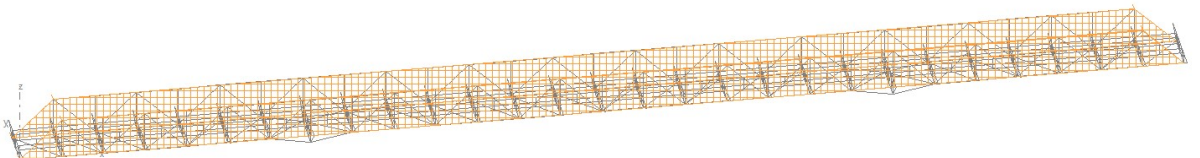
Geländekategorie III

 $z = 6\text{ m}$  $q_{p0} = 0.9\text{ kN/m}^2$  $C_h = 0.9$  $q_p = C_h * q_{p0} = 0.81\text{ kN/m}^2$ 

Winddruck Ermittlung gemäss SIA 261 Anhang C, Tabelle 73:

 $A = 12.6\text{ m}^2$  $C_{f1} = 1.7$  $A_p = 3.83\text{ m}^2$  $C_{red} = 0.99$  $A_p/A = 0.3$  $\alpha = 0.65$  $L/H = 29$  $S/H = 1.15$ 

Winddruck bei Wind aus südlicher Richtung:

Fachwerk Süd:  $q_k = q_p * C_{f1} * C_{red} * A_p/A = 0.37\text{ kN/m}^2$ Fachwerk Nord:  $q_k = q_p * C_{f1} * C_{red} * A_p/A * \alpha = 0.24\text{ kN/m}^2$ 

## 2 Lastbeiwerte

Es werden die Lastbeiwerte gemäss SIA 261 und SIA 269 angewendet.

Ständige Lasten:

 $\gamma_{G,sup} = 1.1$  $\gamma_{G,inf} = 0.9$ 

Strassenverkehr:

 $\gamma_Q = 1.5$  $\psi_0 = 0.75$ 

Langsamverkehr:

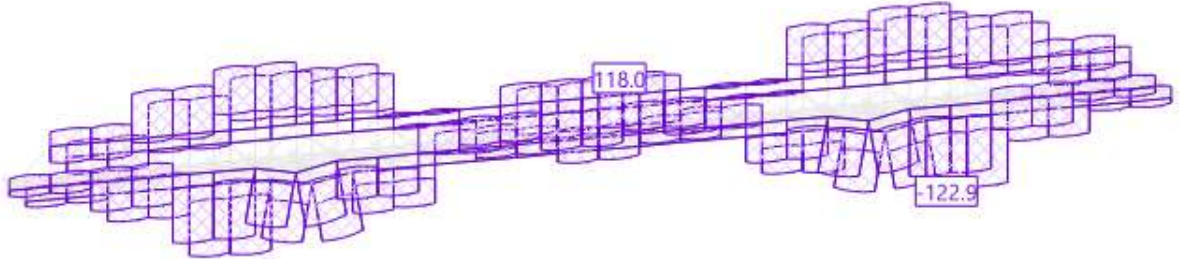
 $\gamma_Q = 1.5$  $\psi_0 = 0.4$ 

Wind:

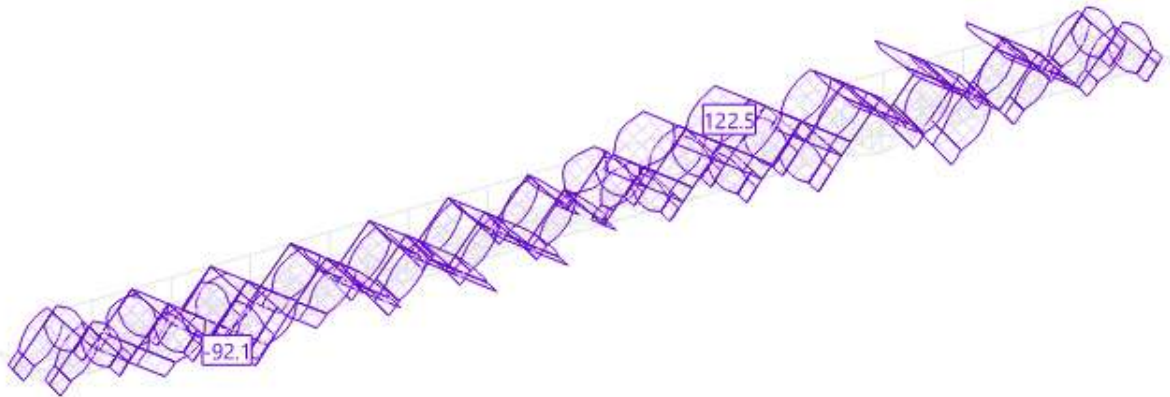
 $\gamma_Q = 1.5$  $\psi_0 = 0.6$

### 3 Spannungsnachweise

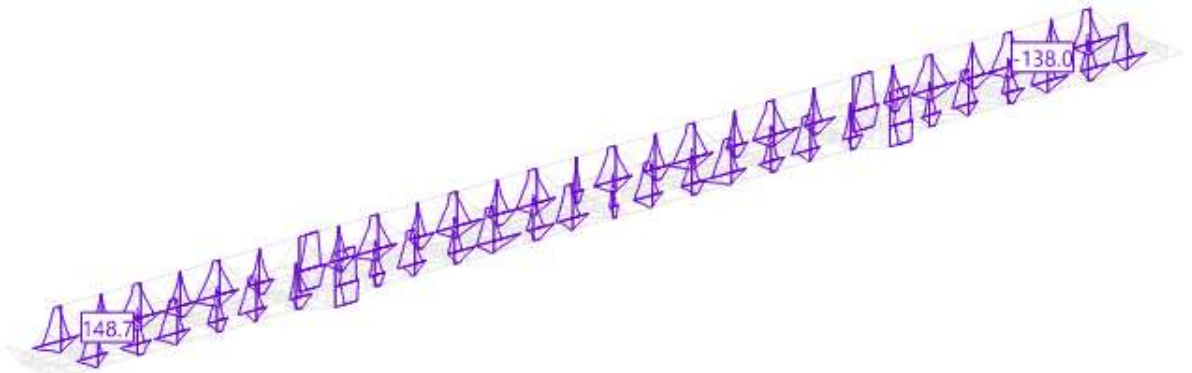
Grenzwerte Spannungen (homogen) in Baustahl S [N/mm<sup>2</sup>] Belastung: GZT-Nachrechnung, Teilsystem: Gurte



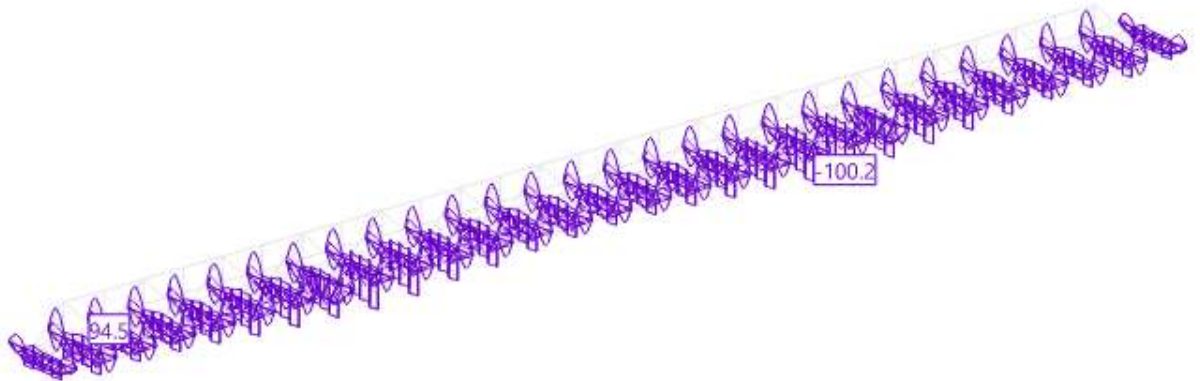
Grenzwerte Spannungen (homogen) in Baustahl S [N/mm<sup>2</sup>] Belastung: GZT-Nachrechnung, Teilsystem: Diagonalstreben



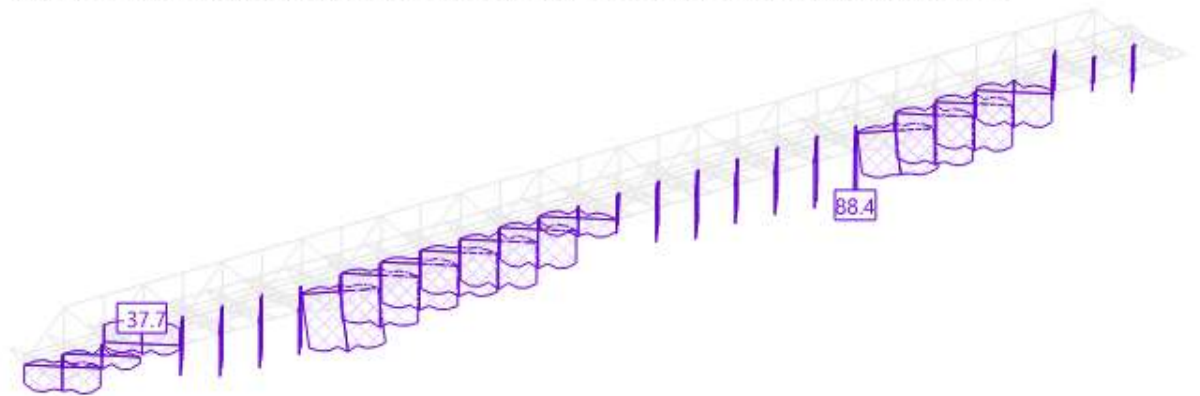
Grenzwerte Spannungen (homogen) in Baustahl S [N/mm<sup>2</sup>] Belastung: GZT-Nachrechnung, Teilsystem: Stützen



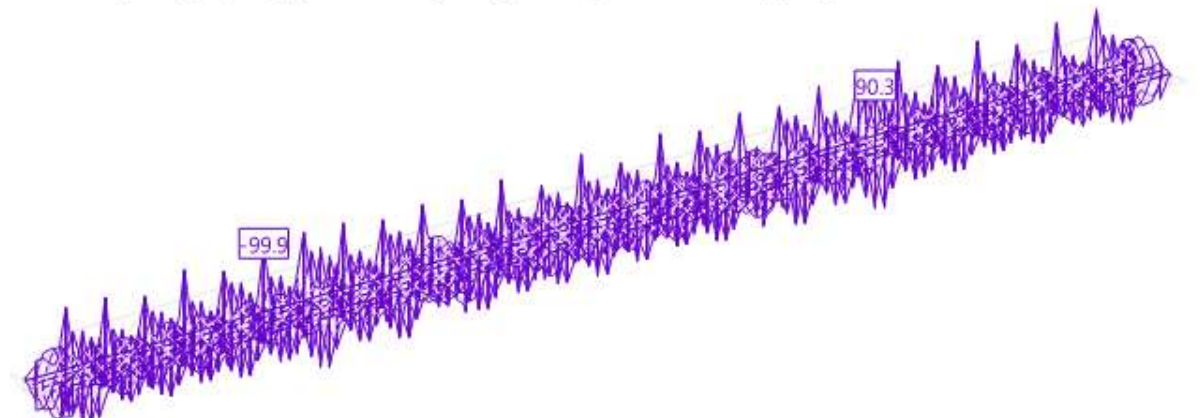
Grenzwerte Spannungen (homogen) in Baustahl S [N/mm<sup>2</sup>] Belastung: GZT-Nachrechnung, mehrere Teilsysteme



Grenzwerte Spannungen (homogen) in Baustahl S [N/mm<sup>2</sup>] Belastung: GZT-Nachrechnung, Teilsystem: Windverbände



Grenzwerte Spannungen (homogen) in Baustahl S [N/mm<sup>2</sup>] Belastung: GZT-Nachrechnung, Teilsystem: Fahrbahn



Bestand	Fahrbahn		Querträger	
	Randträger	Mittelträger	Stegträger	Fachwerk
$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	235	235	235	235
$\gamma_{M,act}$ [-]	1.1025	1.1025	1.1025	1.1025
$\sigma_{Ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ] max. QS-Spannung	100	91	95	100
$\eta$	2.13	2.34	2.24	2.13

Bestand	Hauptträger				Aussteifung
	Obergurte	Untergurte	Streben	Stützen	Windverbände
$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	235	235	235	235	235
$\gamma_{M,act}$ [-]	1.1025	1.1025	1.1025	1.1025	1.1025
$\sigma_{Ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ] max. QS-Spannung	111	123	123	149	89
$\eta$	1.92	1.73	1.73	1.43	2.39



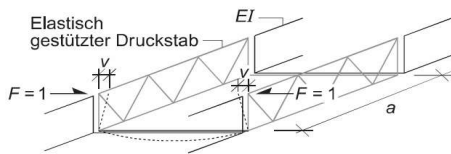
## 4 Knicken Gurte und Streben

### 4.1 Knicklänge

Ermittlung Knicklänge Obergurt, SIA 263 (2013), 5.5.3.1:

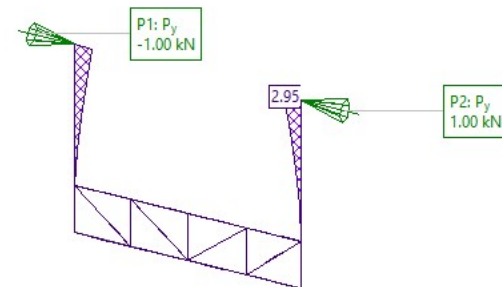
$$L_K = \pi \sqrt[4]{\frac{EIav}{4}}, \text{ jedoch } L_K \geq a \tag{66}$$

Figur 19: Druckstab mit elastischer Stützung durch Halbrahmen



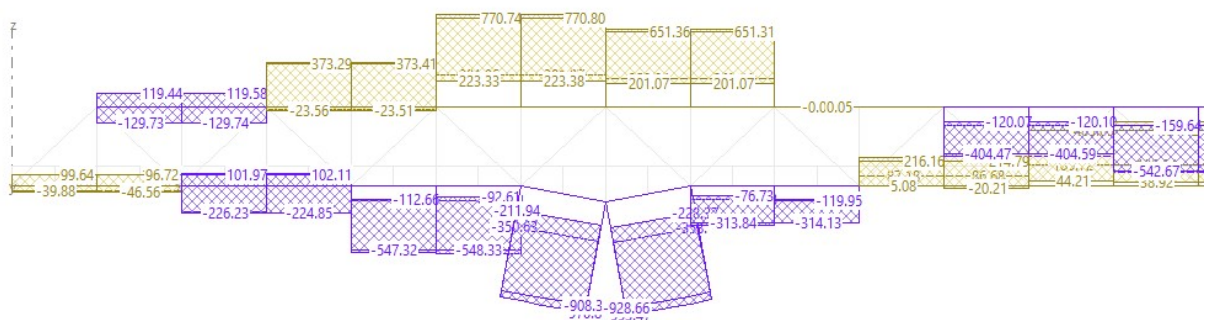
- v Ausbiegung des stützenden Konstruktionsteils für eine in der Stützrichtung wirkende Einheitskraft  $F = 1$
- EI massgebende Biegesteifigkeit des untersuchten Druckstabs in Richtung der elastischen Stützung

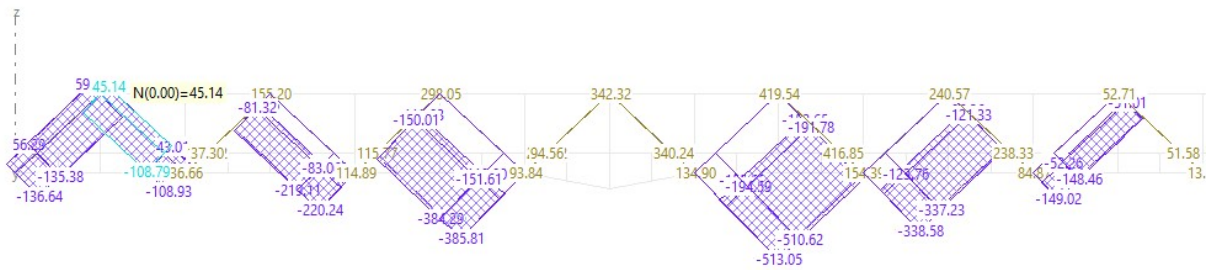
Verschiebungsberechnung Stabmodell:



Knicklänge Obergurt		
E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	210000
I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	0.00007	0.000094
a [m]	3.56	3.56
v [mm]	2.98	2.98
L <sub>k</sub> [m] (Knicklänge)	7.85	8.45

### 4.2 Schnittkräfte





4.3 Resultate

Knicken aus der Ebene	Obergurt		Untergurt		Streben			
	Mittelfeld	Unverstärkt	Stütze	Unverstärkt	1	4	9	11
$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	235	235	235	235	235	235	235	235
E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
$I_z$ [m <sup>4</sup> ]	0.000094	0.00007	0.000148	0.00007	0.000031	0.000035	0.000064	0.000064
$A_x$ [m <sup>2</sup> ] (QS)	0.0068	0.0049	0.0099	0.0049	0.0047	0.006	0.0087	0.0087
L [m] (Stablänge)	8.45	7.85	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92
k [-] (Reduktion Tabelle 13)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$L_k$ [m] (Knicklänge)	8.45	7.85	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92
$\lambda_E$ [-]	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
$\lambda_K$ [-]	72	66	40	41	61	64	57	57
$\lambda_{K,quer}$ [-]	0.77	0.70	0.43	0.44	0.65	0.69	0.61	0.61
$\alpha_K$ [-] (Imperfektionsbeiwert)	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
$\phi_K$ [-]	0.93	0.87	0.65	0.65	0.82	0.85	0.79	0.79
$\chi_{KR}$ [-] (Reduktionsbeiwert)	0.68	0.73	0.88	0.88	0.76	0.73	0.78	0.78
$N_{k,Rd,z}$ [kN] (Knickwiderstand)	1041	795	1955	962	798	985	1517	1517
$N_{Ed}$ [kN]	543	134	1160	529	386	220	513	339
$\eta$	1.92	5.93	1.69	1.82	2.07	4.48	2.96	4.47

Knicken in der Ebene	Obergurt		Untergurt		Streben			
	Mittelfeld	Unverstärkt	Stütze	Unverstärkt	1	4	9	11
$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	235	235	235	235	235	235	235	235
E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	0.000021	0.000019	0.00004	0.000019	0.000005	0.000005	0.000011	0.000011
$A_x$ [m <sup>2</sup> ] (QS)	0.0068	0.0049	0.0099	0.0049	0.0047	0.006	0.0087	0.0087
L [m] (Stablänge)	3.56	3.56	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92
k [-] (Reduktion Tabelle 13)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
$L_k$ [m] (Knicklänge)	3.20	3.20	4.43	4.43	3.94	3.94	3.94	3.94
$\lambda_E$ [-]	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
$\lambda_K$ [-]	58	51	70	71	121	136	111	111
$\lambda_{K,quer}$ [-]	0.61	0.55	0.74	0.76	1.28	1.45	1.18	1.18
$\alpha_K$ [-] (Imperfektionsbeiwert)	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
$\phi_K$ [-]	0.79	0.74	0.91	0.92	1.59	1.86	1.43	1.43
$\chi_{KR}$ [-] (Reduktionsbeiwert)	0.78	0.82	0.70	0.69	0.40	0.33	0.44	0.44
$N_{k,Rd,y}$ [kN] (Knickwiderstand)	1183	895	1548	756	416	444	865	865
$N_{Ed}$ [kN]	543	134	1160	529	386	220	513	339
$\eta$	2.18	6.68	1.33	1.43	1.08	2.02	1.69	2.55

Massgebend ist das Knicken in der Fachwerkebene der Druckstrebe in Feld 6 (mit Querschnitt 1) bei einem Erfüllungsgrad von 1.08.

## 5 Durchbiegung

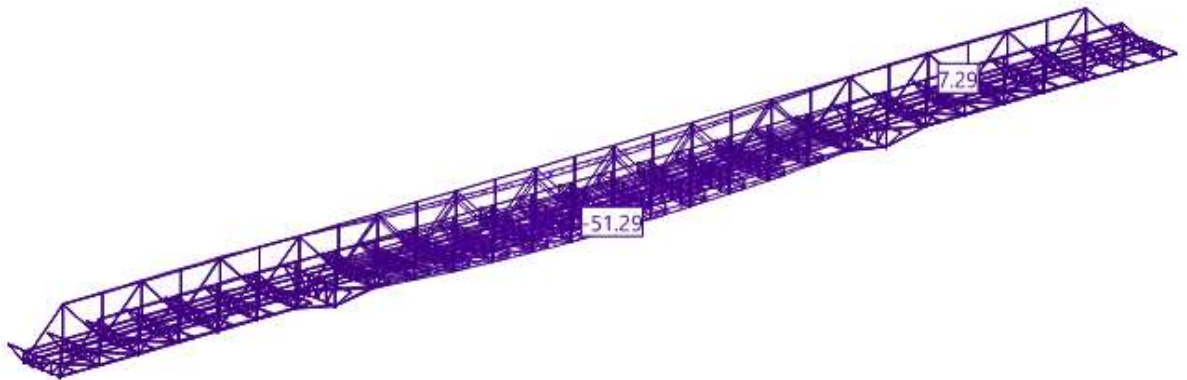
Häufiger Lastfall:

$Dz = 48 \text{ mm} < L/500 = 200 \text{ mm}$  (Richtwert für Komfort eingehalten)

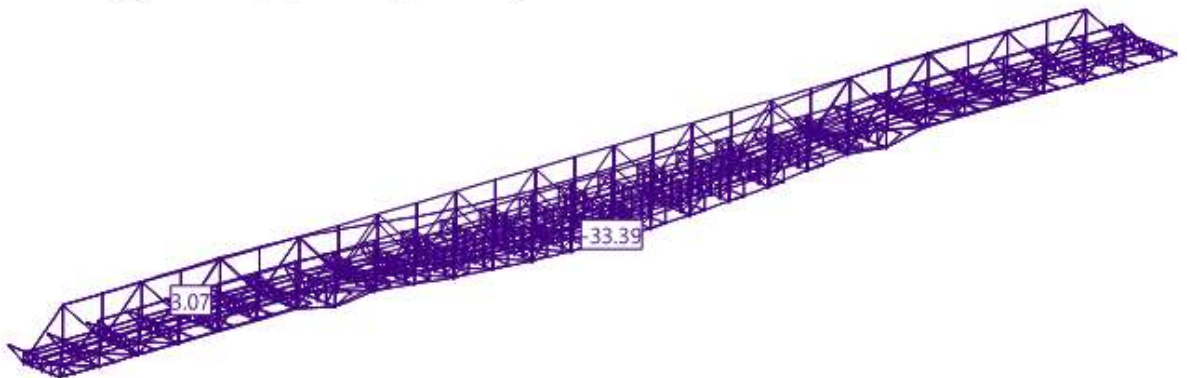
Quasiständiger Lastfall:

$Dz = 31 \text{ mm} < L/700 = 143 \text{ mm}$  (Richtwert für Aussehen eingehalten)

Verschiebungsgrenzwerte  $DZ$  [mm] für: GZGHäufig, Überhöhung: 20.0

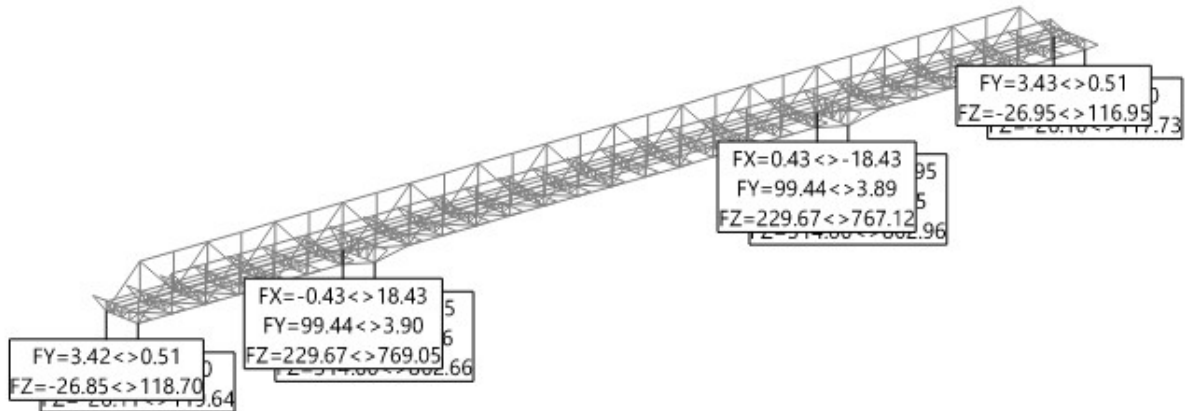


Verschiebungsgrenzwerte  $DZ$  [mm] für: GZGqst, Überhöhung: 50.0



## 6 Auflagerreaktionen

Reaktionsgrenzwerte für FZ und zugehörige Komponenten [kN]/[kNm], Spezifikation: GZT-Nachrechnung



Bei den Pfeilern resultieren hohe Vertikallasten von ca. 770 kN pro Lager. Ausserdem wird mit 100 kN pro Lager fast die komplette Windlast aufgenommen.

Die Widerlager weisen maximale Vertikallasten von ca. 120 kN pro Lager auf. Ausserdem müssen pro Widerlager vertikale Zugkräfte von 56 kN aufgenommen werden. Diese abhebenden Kräfte resultieren aus den mittig angeordneten Verkehrslasten (nur Hauptfeld).