INGENIEURBÜRO EGGERSMANN

Tragwerksplanung
Statische Gutachten
Sanierungskonzepte
Bauphysik

Ingenieurbüro Eggersmann GmbH
Amselweg 1
48231 Warendorf

Tel. 02581 9334-0
Fax 02581 9334-99

info@ib-eggersmann.de
www.ib-eggersmann.de

Lublinring 12
48147 Münster
Tel. 0251 6743811
Fax 0251 6743985

STATISCHE BERECHNUNG

Bauherr: **Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW**
Niederlassung Bundesbau-BMB Münster1
Gutenbergstrasse 17
48145 Münster

Projekt: **Sporthalle am BWZ, Dacherneuerung**
Gescherweg 100
48161 Münster-Gievenbeck

Projekt-Nr.: **2026-199**

Datum: **17.06.2026**

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen der Berechnung 1.1

1.1. Allgemeines 1.1

1.2. Baubeschreibung 1.2

1.3. Positionierung 1.3

2. Lastannahmen 2.5

2.1. Windlasten/Schneelasten 2.5

2.2. Vertikale Flächenlasten 2.7

3. Sporthalle 3.1

3.1. Pos. 1 Trapezblech T100.1 A, t_n=1,00 3.1

3.2. Dachbinder 3.1

3.2.1. Pos. 6 Zwischenbinder 3.1

3.2.2. Pos.6 Nachweis BDK Obergurt 3.2

3.2.3. Pos. 7 Dachbinder 3.7

3.2.4. Pos.7 Nachweis BDK Obergurt 3.8

3.2.5. Pos.7 Nachweis BDK Vertikalstäbe 3.13

3.2.6. Pos. 4 Zwischenbinder mit Lasten aus neu angbrachten Wechselrichter 3.15

3.3. Pos.9 Dachverband 3.16

4. Anhang 4.1

4.1. Anhang A: Pos.6 4.1

4.2. Anhang B: Pos.7 4.1

5. Aufsteller 5.1

1. Grundlagen der Berechnung

1.1. Allgemeines

1.1.1 Entwurf:

1.1.2 Vorschriften:

DIN EN 1991-1:2010-12;	**Eurocode 1**	Lastannahmen
DIN EN 1992-1:2011-01; 2010-12	**Eurocode 2**	Betonbau
DIN EN 1993-1:2010-12;	**Eurocode 3**	Stahlbau
DIN EN 1995-1:2010-12;	**Eurocode 5**	Holzbau
DIN EN 1996-1:2013-02;2011-04	**Eurocode 6**	Mauerwerksbau
DIN EN 1997-1:2014-03;	**Eurocode 7**	Grundbau

Jeweils inklusive der gültigen nationalen Anhänge.

Des Weiteren sonstige zurzeit gültige Baubestimmungen sowie ältere Baubestimmungen, wenn explizit in der Statischen Berechnung darauf hingewiesen wird.

1.1.3 Baustoffe:

Stahl: S 235 (alte Norm ST37)

Stahl: S 355 (alte Norm ST52)

1.2. Baubeschreibung

Bei der vorhandenen Sporthalle am Gescherweg 100 in Münster, gebaut im Jahre 1992, handelt es sich um eine Stahlkonstruktion mit unterspannten Fachwerkbindern.
Zwischen den Fachwerkbindern sind ebenfalls unterspannte Zwischenbinder eingebaut, auf denen dann das Trapezblech aufliegt.
Die Lichtkuppeln stehen auf Rechteckprofilen, die dann die Lasten auf die Zwischenbinder ableiten.

Aufgrund von Undichtheiten in der Dachhaut und nicht berücksichtigter Schneeanhäufung in der ursprünglichen statischen Berechnung werden die Lichtkuppeln abgebaut.

Die Öffnungen werden mit Trapezprofilen geschlossen und das gesamte Dach ab Oberkante des tragenden Trapezblechs erneuert. Die Trapezbleche werden auf Korrosionsschäden überprüft.
Auf der neuen Dachhaut (Aluminium -Profiltafel) wird eine PV-Anlage installiert.

-Gewicht PV-Anlage, neu $g_k \leq 0{,}22 kN/m^2$ (Aufständerung h≤25cm)
-Gewicht vom Dach, neu über OK Trapezblech $g_k \leq 0{,}40 kN/m^2$

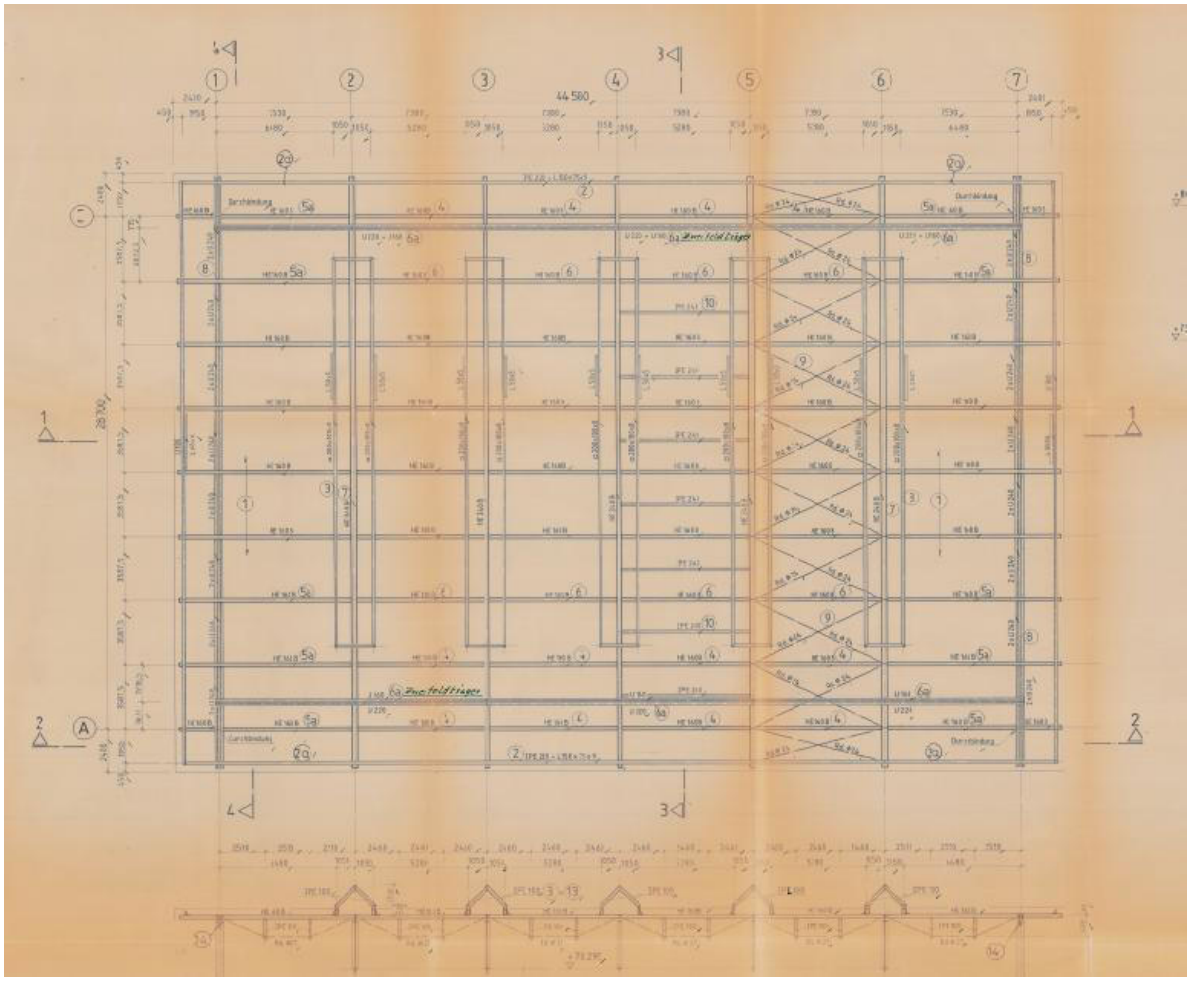
Der Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchtauglichkeit (nach heutiger aktueller Norm) der maßgebenden und am höchsten beanspruchten Tragwerksteile ist Gegenstand dieser statischen Berechnung.

Die Dachkonstruktion ,mit den geplanten Änderungen am Dach, ist auch nach aktueller Norm ausreichend tragfähig und gebrauchstauglich.

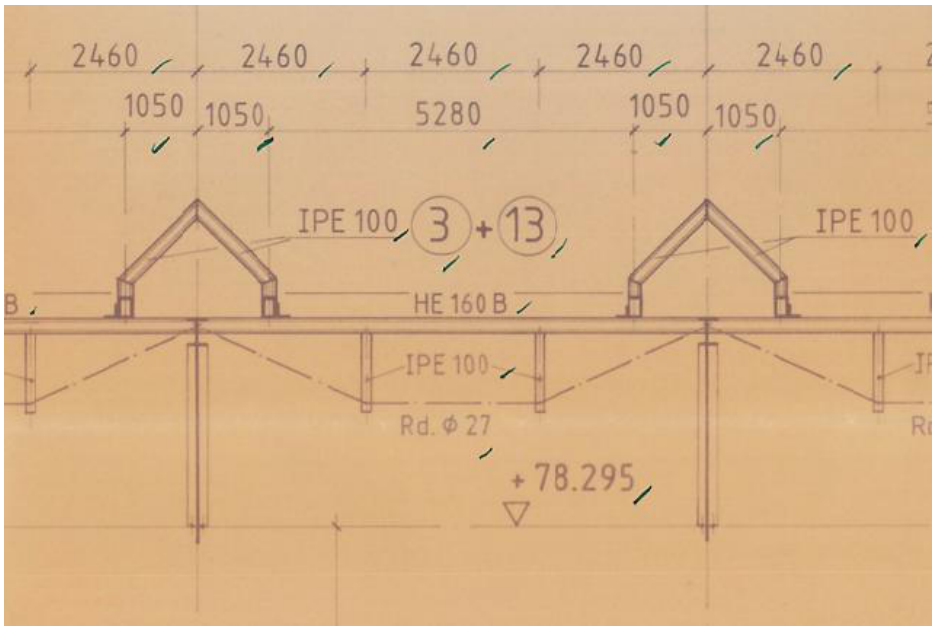
Anmerkung: Der statische Nachweis des Dachaufbaus über dem vorhandenen Trapezblech wird vom Hersteller erbracht.

1.3. Positionierung

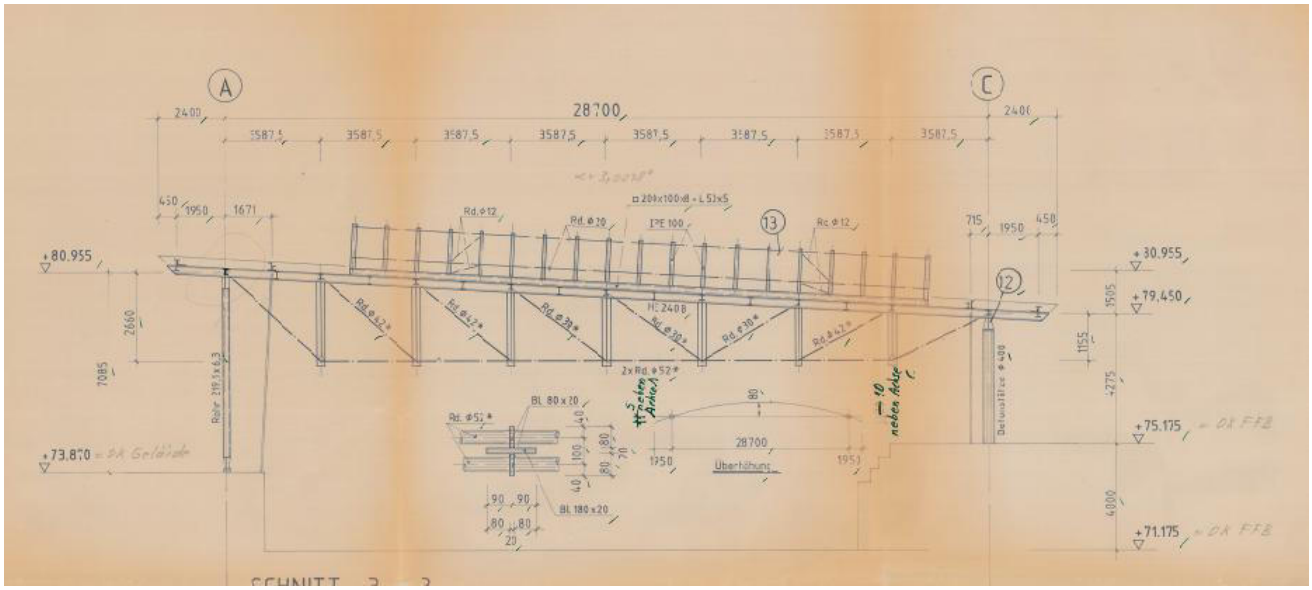
Bestandspositionierung wird übernommen.



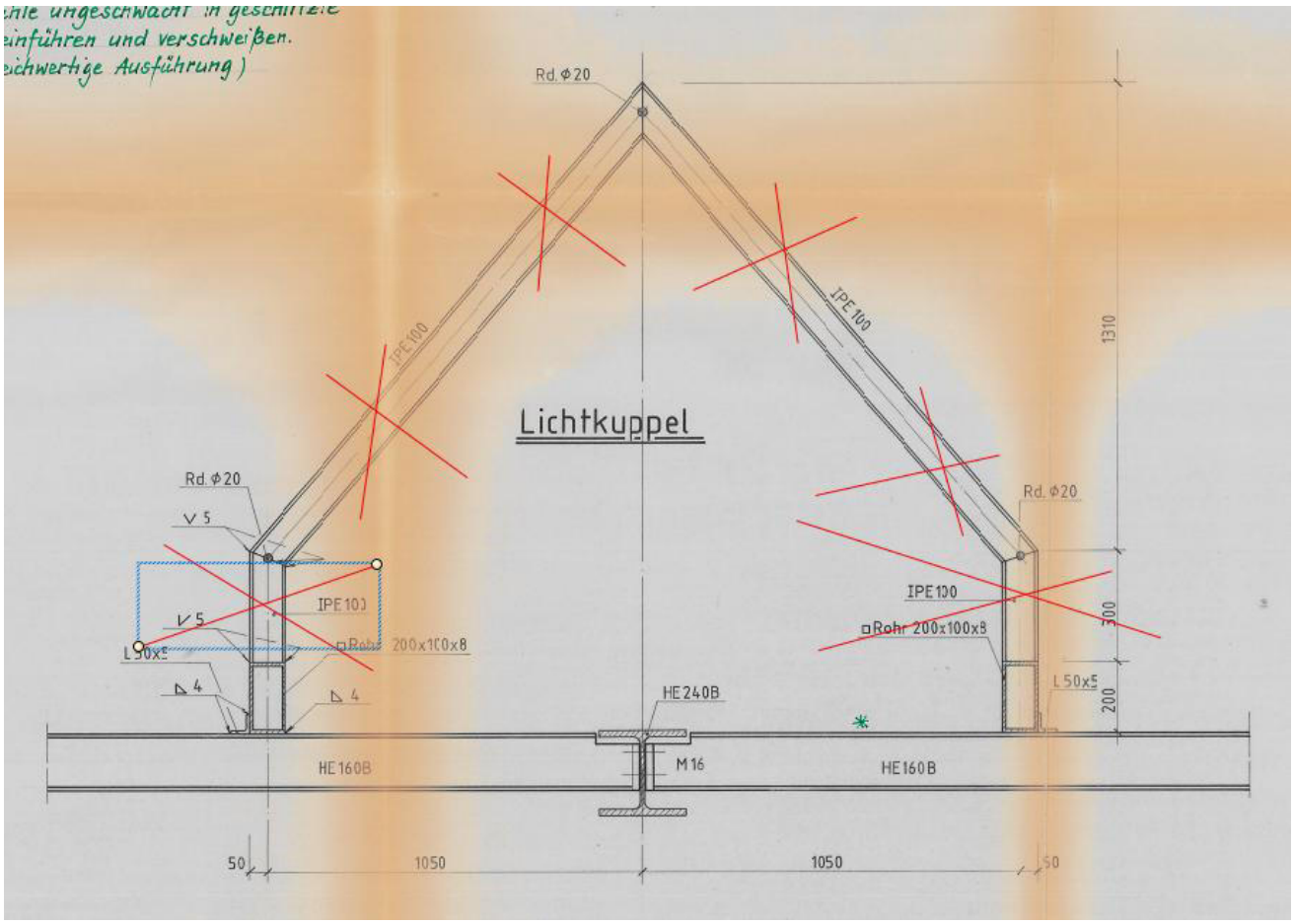
Pos.6


2460
2460
2460
2460
2460
1050
1050
5280
1050
1050
IPE 100
3
+
13
IPE 100
HE 160 B
IPE 100
Rd. Φ 27
+ 78.295

Pos.7


A
C
28700
2400
2400
3587,5
3587,5
3587,5
3587,5
3587,5
3587,5
3587,5
3587,5
450
1950
1671
715
1950
450
+80.955
+30.955
+79.450
+75.175
+71.175
+73.870
2660
7085
1505
1155
4275
4000
Rd. Φ 12
Rd. Φ 20
IPE 100
13
12
HE 240 B
2x Rd. Φ 52*
Bl. 80 x 20
Bl. 180 x 20
28700
Überhöhung
1950
1950
Rohr 219,5 x 6,3
Detonstätze Φ 400

Lichtkuppel wird rückgebaut und die Öfnnungen werden geschlossen.



2. Lastannahmen

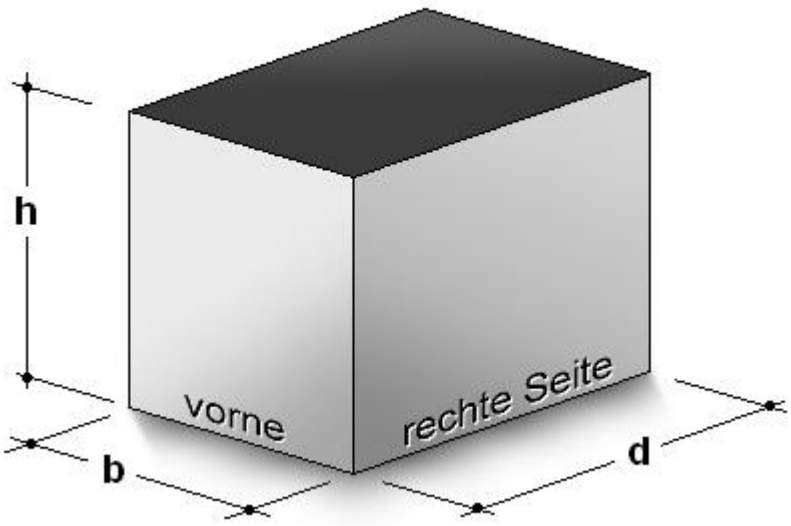
2.1. Windlasten/Schneelasten

Standortdaten :
Ort = Münster
Postleitzahl = 48161
Kreis = Münster - Stadt
Regierungsbezirk = Münster
Bundesland = Nordrhein-Westfalen

Höhe A über NN = 58 m
Schneelastzone = 1

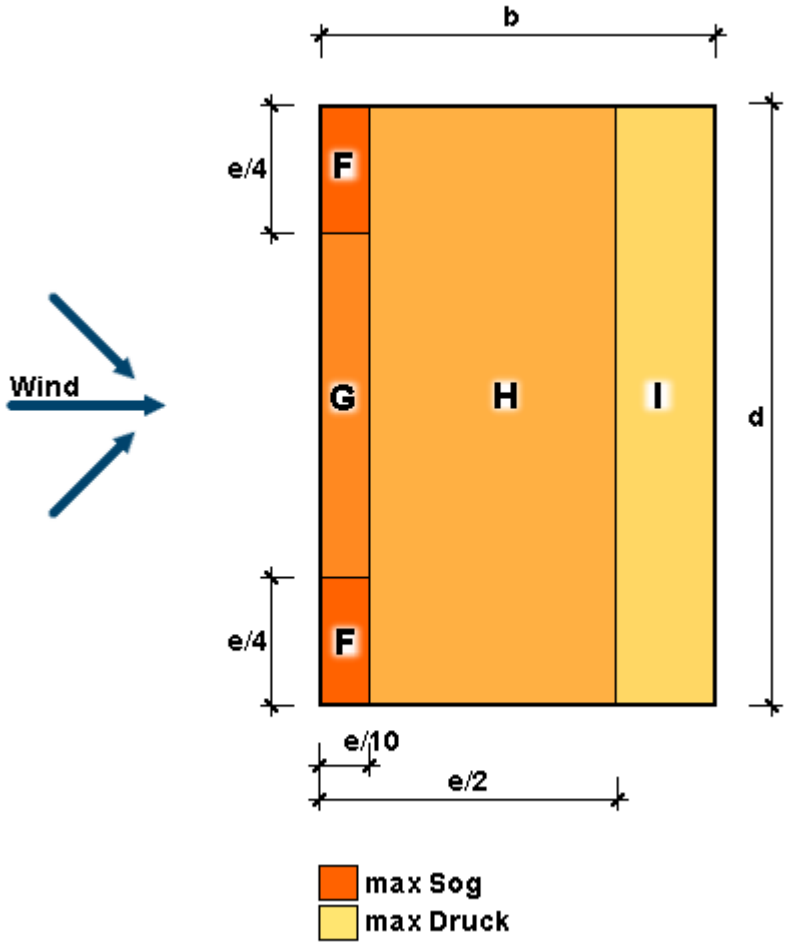
Windzone = 2

Bauwerksdaten :
Dachform = Flachdach
Gebäudehöhe h = 7,5 m
Gebäudebreite b = 33,5 m
Gebäudelänge d = 49,5 m
Dachneigung alpha < 5°



Windlasten EC1-1-4:
Geländekategorie = III
Geschwindigkeitsdruck qb,0 = 0,39 kN/m²
Winddruck qp = 0,58 kN/m²
--> Windlasten werden nach genauem Verfahren ermittelt (Anhang B mit Geländekategorien)!

Windlasten für Dach unter Anströmung von rechts (Theta = 0°):
e/10 = 1,50 m
e/4 = 3,75 m
e/2 = 7,50 m



cpe-Werte für Dachneigung alpha < 5°
Bereich F: cpe,10 = -1,80 | cpe,1 = -2,50
Bereich G: cpe,10 = -1,20 | cpe,1 = -2,00
Bereich H: cpe,10 = -0,70 | cpe,1 = -1,20
Bereich I (+): cpe,10 = 0,20 | cpe,1 = 0,20
Bereich I (-): cpe,10 = -0,60 | cpe,1 = -0,60

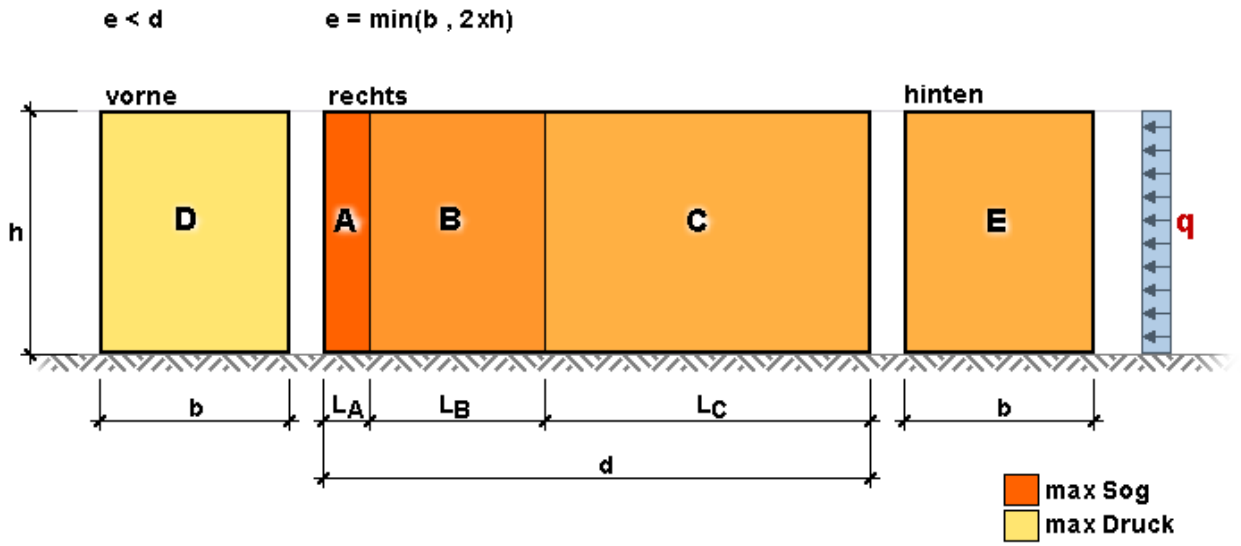
Windlasten we,k für Dachneigung alpha < 5° (für cpe,10 -Werte)
Bereich F: we,k = -1,05 kN/m²
Bereich G: we,k = -0,70 kN/m²
Bereich H: we,k = -0,41 kN/m²
Bereich I (+): we,k = 0,12 kN/m²
Bereich I (-): we,k = -0,35 kN/m²

Windlasten für eine Einzugsfläche des Daches von 1,00 m²:

cpe-Werte und Windlasten we,k für Dachneigung alpha < 5°
Bereich F: cpe = -2,50 | we,k = -1,46 kN/m²
Bereich G: cpe = -2,00 | we,k = -1,17 kN/m²
Bereich H: cpe = -1,20 | we,k = -0,70 kN/m²
Bereich I (+): cpe = 0,20 | we,k = 0,12 kN/m²
Bereich I (-): cpe = -0,60 | we,k = -0,35 kN/m²

Windlasten für Wände unter Anströmung von vorne:

Geschwindigkeitsdruck qb,0 = 0,39 kN/m²
Winddruck qp = 0,58 kN/m²

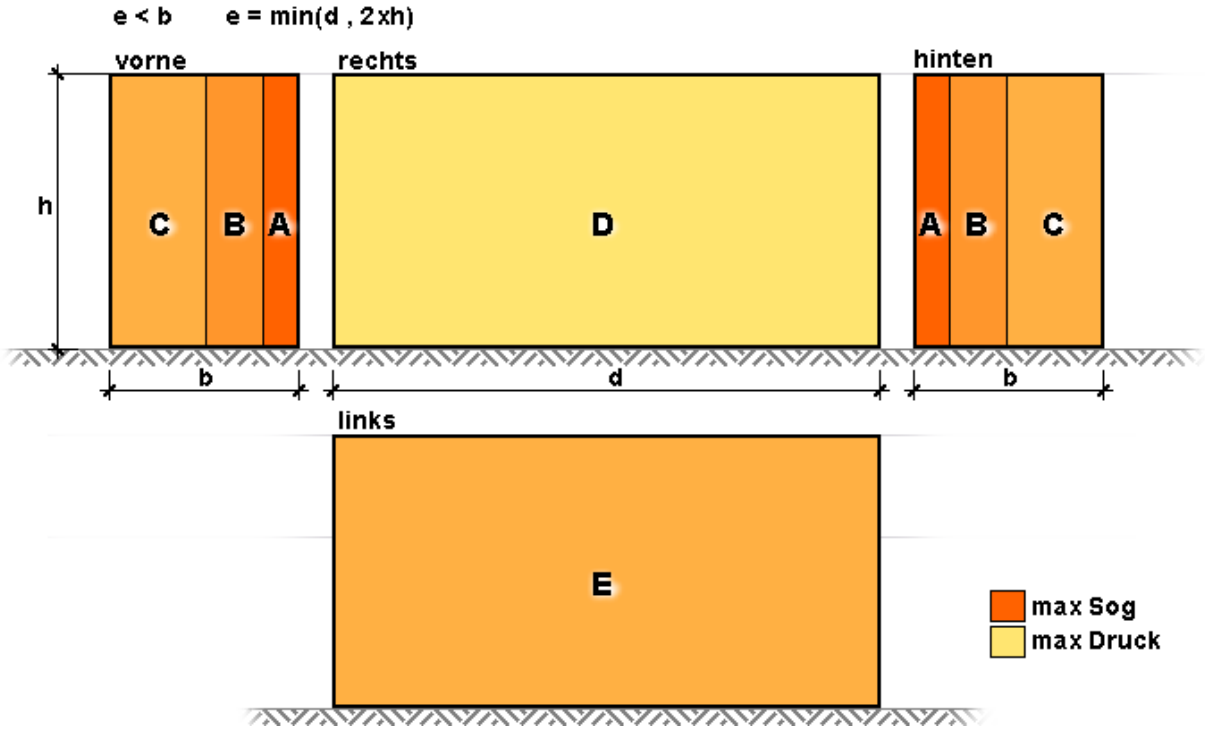


e = 15,00 m
LA = 3,000 m
LB = 12,000 m
LC = 34,500 m

cpe-Werte für Wände
Bereich A: cpe,10 = -1,20 | cpe,1 = -1,40
Bereich B: cpe,10 = -0,80 | cpe,1 = -1,10
Bereich C: cpe,10 = -0,50 | cpe,1 = -0,50
Bereich D: cpe,10 = 0,70 | cpe,1 = 1,00
Bereich E: cpe,10 = -0,30 | cpe,1 = -0,50

Windlasten we,k für Wände (für cpe,10 -Werte)
Bereich A: we,k = -0,70 kN/m²
Bereich B: we,k = -0,47 kN/m²
Bereich C: we,k = -0,29 kN/m²
Bereich D: we,k = 0,41 kN/m²
Bereich E: we,k = -0,18 kN/m²

Windlasten für Wände unter Anströmung von rechts:
Geschwindigkeitsdruck qb,0 = 0,39 kN/m²
Winddruck qp = 0,58 kN/m²



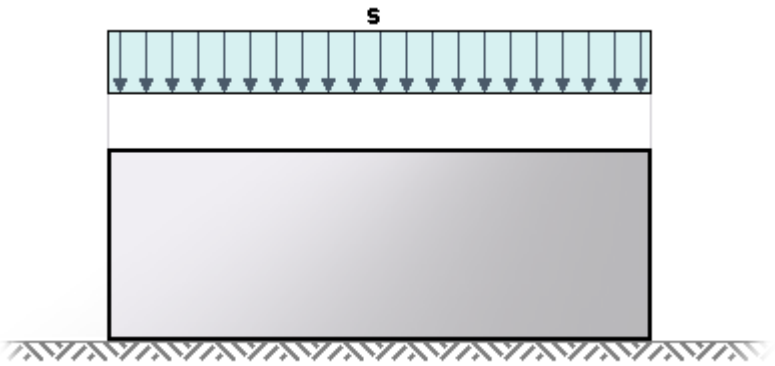
e = 15,00 m
LA = 3,000 m
LB = 12,000 m
LC = 18,500 m

cpe-Werte für Wände
Bereich A: cpe,10 = -1,20 | cpe,1 = -1,40
Bereich B: cpe,10 = -0,80 | cpe,1 = -1,10
Bereich C: cpe,10 = -0,50 | cpe,1 = -0,50
Bereich D: cpe,10 = 0,70 | cpe,1 = 1,00
Bereich E: cpe,10 = -0,30 | cpe,1 = -0,50

Windlasten we,k für Wände (für cpe,10 -Werte)
Bereich A: we,k = -0,70 kN/m²
Bereich B: we,k = -0,47 kN/m²
Bereich C: we,k = -0,29 kN/m²
Bereich D: we,k = 0,41 kN/m²
Bereich E: we,k = -0,18 kN/m²

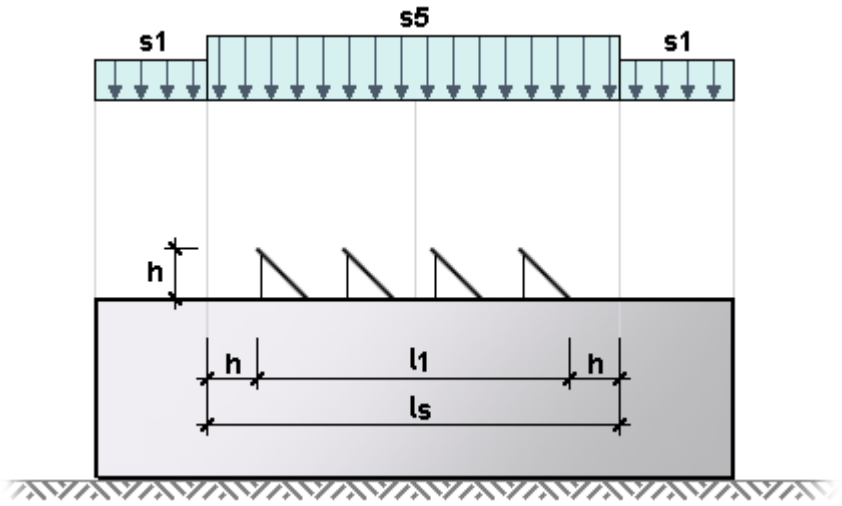
Schneelasten nach EC1-1-3:
Schneelast sk = 0,65 kN/m²

Schneelasten für das Dach (Normalfall):



m = 0,80 [-]
s = 0,52 kN/m²

Schneelasten für Dächer bis 10° mit Solarthermie- und Photovoltaikanlagen:



Höhe der Anlage: h = 0,250 m
m1 = 0,80 [-]
m5 = 0,80 [-]
Schneelast s1 = 0,52 kN/m²
Schneelast s5 = 0,52 kN/m²
Länge der Verwehung ls = l1 + 2 * h

2.2. Vertikale Flächenlasten

ständige Lasten g

- Aluminium-Profiltafeln		=	0,02 kN/m²
- Dämmung ca.20cm		=	0,20 kN/m²
- Blech / Dampfbremse/Klipps		=	0,12 kN/m²
- Trapezblech T100 A, t=1,0		=	0,11 kN/m²
- Reserve		=	0,05 kN/m²
	g_k	**=**	**0,50 kN/m²**

veränderliche Lasten:

PV-Anlage		**$q_=$**		**0,22 kN/m²**
Beleuchtung+Installation	0,05+0,07	**$q_=$**		**0,12 kN/m²**
(Bestand)		**q_k**	**=**	**0,35 kN/m²**

Schnee **$q_{s=}$** **0,52 kN/m²**

(Anmerkung: Die PV-Anlage wird nicht höher als 25 cm aufgeständert⇒keine Erhöhung der Schneelast)

Winddruck+ **$q_{w=}$** **0,12 kN/m²**

Windsog-(Bereich H) **$q_{w=}$** **0,41 kN/m²**

Anmerkung:
Ursprünglich geplante Lasten der statischen Berechnung aus dem Jahr 1992

g_k=0,60kN/m²
s_k=0,75kN/m²

3. Sporthalle

3.1. Pos. 1 Trapezblech T100.1 A, t_n=1,00

Trapezblech als Mehrfeldträger mit 3,59 m Spannweite

ständige Lasten g

- Aluminium-Profiltafel		=	0,02 kN/m²
- Dämmung 20cm		=	0,20 kN/m²
- Blech / Dampfbremse/Klipps		=	0,12 kN/m²
- Trapezblech T100 A, t=1,0		=	0,11 kN/m²
- Reserve		=	0,05 kN/m²
	g_k	**=**	**0,50 kN/m²**

veränderliche Lasten:

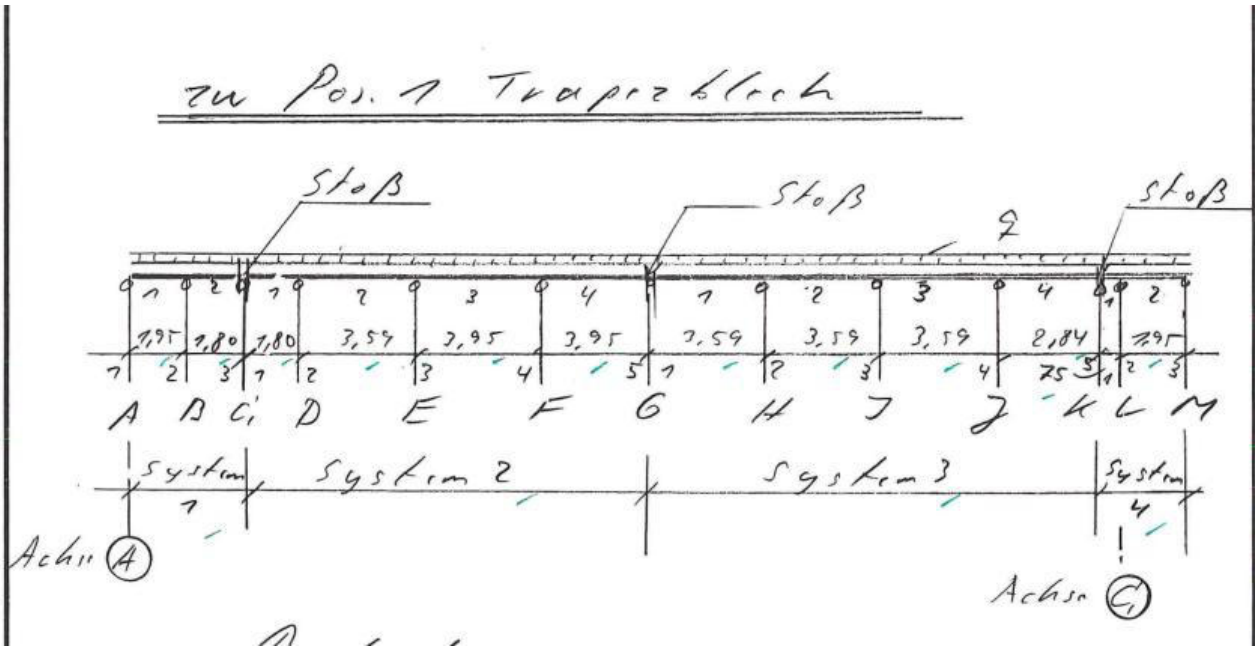
PV-Anlage		**$q_=$**		**0,22 kN/m²**
Beleuchtung+Installation	0,05+0,07	**$q_=$**		**0,12 kN/m²**
(Bestand)		**q_k**	**=**	**0,35 kN/m²**

Schnee **$q_{s=}$** **0,52 kN/m²**

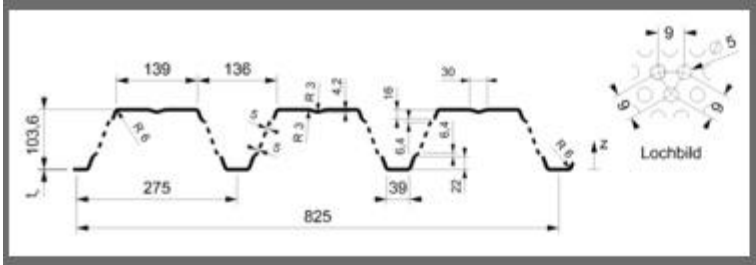
(Anmerkung: Die PV-Anlage wird nicht höher als 25 cm aufgeständert⇒keine Erhöhung der Schneelast)

Winddruck+ **$q_{w=}$** **+0,12 kN/m²**

Windsog-(Bereich H) **$q_{w=}$** **-0,41 kN/m²**



Die Öffnungen bei den Lichtkuppeln werden mit einem Trapezprofilblech T100.1 A, positiv Lage (oder gleichwertig) geschlossen. Das statische System vom Bestand wird übernommen.



T 100.1 A Positivlage

Nennblechdicke tN = 1.00 mm Kernblechdicke tK = 0.96 mm
Eigenlast g = 0.110 kN/m^2 Streckgrenze des Stahlkerns fy,k = 320 N/mm^2

Maßgebende Querschnittswerte

Biegung: Ief+ = 216.0 cm^4/m Ief- = 216.0 cm^4/m
Normalkraftbeanspruchung: Ag = 11.29 cm^2/m ig = 4.12 cm zg = 6.63 cm
Aef = 5.70 cm^2/m ief = 4.64 cm zef = 5.81 cm

Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach unten gerichteter und andrückender Flächenlast

Endauflagerbreite bA = 40 mm Zwischenauflagerbreite bB = 60 mm eps = 2
Mc,Rk,F = 9.94 kNm/m Rw,Rk,A = 15.60 kN/m Vw,Rk = 39.67 kN/m
M0,Rk,B = 9.23 kNm/m R0,Rk,B = 36.15 kN/m Mc,Rk,B = 8.29 kNm/m Rw,Rk,B = 28.90 kN/m
minL = 3.15 m maxL = 3.75 m maxMR,Rk = 3.06 kNm/m

Endauflagerbreite bA = 40 mm Zwischenauflagerbreite bB = 160 mm eps = 2
Mc,Rk,F = 9.94 kNm/m Rw,Rk,A = 15.60 kN/m Vw,Rk = 39.67 kN/m
M0,Rk,B = 10.70 kNm/m R0,Rk,B = 48.41 kN/m Mc,Rk,B = 9.56 kNm/m Rw,Rk,B = 35.00 kN/m
minL = 2.94 m maxL = 3.71 m maxMR,Rk = 3.94 kNm/m

Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach oben gerichteter und abhebender Flächenlast

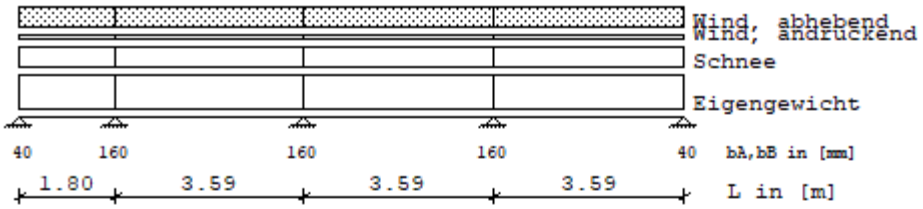
Befestigung in jedem anliegenden Gurt
Mc,Rk,F = 10.30 kNm/m Rw,Rk,A = 39.67 kN/m Vw,Rk = 39.67 kN/m
Mc,Rk,B = 9.50 kNm/m Rw,Rk,B = 0.00 kN/m

Befestigung in jedem 2. Gurt
Mc,Rk,F = 10.30 kNm/m Rw,Rk,A = 19.84 kN/m Vw,Rk = 19.84 kN/m
Mc,Rk,B = 4.75 kNm/m Rw,Rk,B = 0.00 kN/m

Symbole Widerstandsgrößen

Mc,Rk,F	Feldmoment	maxMR,Rk	Reststützmoment
Rw,Rk,A	Endauflagerkraft	Vw,Rk	Querkraft
M0,Rk,B	querkraftfreies Stützmoment	R0,Rk,B	momentenfreie Zwischenauflagerkraf
Mc,Rk,B	Stützmoment	Rw,Rk,B	Zwischenauflagerkraft
eps	1: lineare Interaktion für M und R	2: quadratische Interaktion für M und R	

2 Statisches System und Einwirkungen



Belastung Last-Art: 1 = Trapezlast von a bis a+b
2 = Einzellast bei a

		Last-Art	q1 [kN/m^2]	Abstand [m]	q2 [kN/m^2]	Läng [m]
g	Eigengewicht	1	0.850	0.000	0.850	1.80
		1	0.850	1.800	0.850	3.59
		1	0.850	5.390	0.850	3.59
		1	0.850	8.980	0.850	3.59
s	Schneeregellast	1	0.520	0.000	0.520	1.80
		1	0.520	1.800	0.520	3.59
		1	0.520	5.390	0.520	3.59
		1	0.520	8.980	0.520	3.59
wd	Wind,andrückend	1	0.120	0.000	0.120	1.80
		1	0.120	1.800	0.120	3.59
		1	0.120	5.390	0.120	3.59
		1	0.120	8.980	0.120	3.59
ws	Wind,abhebend	1	-0.480	0.000	-0.480	1.80
		1	-0.480	1.800	-0.480	3.59
		1	-0.480	5.390	-0.480	3.59
		1	-0.480	8.980	-0.480	3.59

3 Trapezprofilbemessung nach DIN EN 1993-1-3 (EC3)

3.1 Tragsicherheit Elastisch - Elastisch

3.1.1 Feldmoment: gamma-F,G= 1.35 gamma-F,Q= 1.50 gamma-M= 1.10

Lastfallkombination [-]	Feld [-]	MEd [kNm/m]		Mc,Rd,F [kNm/m]	Ausl. [-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	1	0.190	<	9.036	0.021
	2	1.379	<	9.036	0.153
	3	0.866	<	9.036	0.096
	4	2.125	<	9.036	0.235
1.00*G+1.50*Ws	1	0.012	<	9.036	0.001
	2	0.085	<	9.036	0.009
	3	0.053	<	9.036	0.006
	4	0.131	<	9.036	0.014

3.3 Grenzstützweite

Feld [-]	vorh l [m]		lgr [m]	Ausl. [-]
1	1.800	<	9.762	0.184
2	3.590	<	9.762	0.368
3	3.590	<	9.762	0.368
4	3.590	<	9.762	0.368

Das Trapezprofil ist statisch ausreichend bemessen. Die Tragfähigkeiten der Trapezprofile können je nach Hersteller sehr unterschiedlich sein. Von daher ist bei der Bauausführung darauf zu achten, dass das hier aufgeführte Trapezprofil auch zum Einsatz kommt.

4 Nachweisübersicht

Tragsicherheit Elastisch - Elastisch

Mc,Rk,f	23.5 %
Rw,Rk,A	21.1 %
Rw,Rk,B	26.8 %
Vw,Rk	12.7 %
Mc,Rk,B	32.6 %
M-R	32.9 %

Tragsicherheit Plastisch - Plastisch

Mc,Rk,f	-
Rw,Rk,A	-

Gebrauchstauglichkeit Elastisch - Elastisch

Rw,Rk,B	-
Mc,Rk,B	-
M-R	-
f	30.2 %

Im Randbereiche Bestand wurde die Profile befestigt mit HILTI ENP 3-21l L15 2Stück jede Sicke

Die neu zu schließenden Öffnungen befinden sich im Normalbereich

Befestigung im Normalbereich jede zweite Sicke, (am Stoß jede Sicke)

a=2*0,275=0,55m

<u>Windlasten für eine Einzugsfläche des Daches von 1,00 m²:</u>

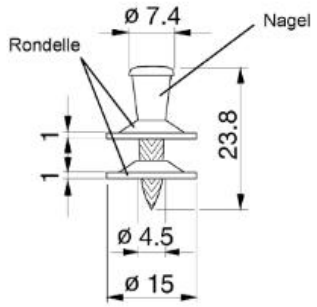
Bereich H: cpe = -1,20 | we,k = -0,70 kN/m²

F_d=0,70*1,13*3,6*0,55=1,56kN
R_d=8,0/1,25=6,40kN

$F_d < R_d$

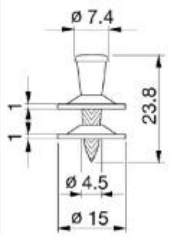
Gewählt: Hilti Setzbolzen

Setzbolzen X-ENP-19 L15



Material:

Nagel	Stahl C67S in Anlehnung an EN 10132-4, umgeformt, wärmebehandelt und verzinkt. Nennhärte: 58 HRC
Rondelle	Stahl DC01 gemäß EN 10139, verzinkt
	Korrosionswiderstand der Verzinkung: 2 Zyklen Kesternich-Test mit 2 l SO_2 nach EN 3231 ohne Rotrost

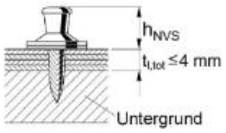


Setzbolzen und Bolzensetzgeräte:
X-ENP-19 L15 mit **DX 76**
X-ENP-19 L15 MX mit **DX 76 MX**
X-ENP-19 L15 MXR mit **DX 860-ENP** oder **DX 9-ENP**

Kolben: **X-76-P-ENP** (DX 76, DX 76 MX, DX 860-ENP)
X-9-ENP (DX 9-ENP)

Kartuschen: **6.8/18 M10** (DX 76, DX 76 MX)
6.8/18 M40 (DX 860-ENP, DX 9-ENP)

Setzkontrolle:



h_{NVS} = 8,2 bis 9,8 mm
Ein Kolbenabdruck auf der oberen Rondelle ist klar erkennbar.

Charakteristische Quer- und Zugtragfähigkeit V_{Rk} und N_{Rk}				Bemessungswerte der Quer- und Zugtragfähigkeit V_{Rd} und N_{Rd}	
Blechdicke t_i [mm]	Querkraft V_{Rk} [kN]	Zugkraft N_{Rk} [kN]	Verbindungs-typen	$V_{Rd} = V_{Rk} / \gamma_M$	$N_{Rd} = \alpha_{cycl} \cdot N_{Rk} / \gamma_M$
0,63	4,0	4,1	a,b,c,d		$\alpha_{cycl} = 1.0$
0,75	4,7	6,3	a,b,c,d		
0,88	5,4	7,2	a,b,c,d	γ_V = 1.25 bei Fehlen nationaler Regelungen	α_{cycl} berücksichtigt den Einfluss wiederholter Windlasten
1,00	6,0	8,0	a,b,c,d		
1,13	7,0	8,4	a,c		α_{cycl} = 1.0 für alle Blechdicken t_i
1,25	8,0	8,8	a,c		
1,50	8,6	8,8	a		γ_M = 1.25 bei Fehlen nationaler Regelungen
1,75	8,6	8,8	a		
2,00	8,6	8,8	a		
2,50	8,6	8,8	a		

3.2. Dachbinder

3.2.1. Pos. 6 Zwischenbinder

Maximal beanspruchter Binder Pos.6 Achse 5-6, H, im Dachverband

ständige Lasten:

Eigengewicht der Konstruktion programmintern

-Pos.1	0,50*3,59*1,13	G_k= 2,03 kN/m

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Installation:

-Pos.1	0,35*3,59*1,13	Q_{sk}= 1,42 kN/m

Schnee:

-Pos.1	0,52*3,59*1,13	Q_s= 2,10 kN/m

Winddruck:

-Pos.D02	0,12*3,59*1,13	Q_w= 0,48 kN/m

(Windsog nicht bemessungsrelevant)

Sportgerät: **Q** = 4,00 kN

Ergebnisse, Schnittgrößen und Bemessung siehe Anhang A

3.2.2. Pos.6 Nachweis BDK Obergurt

Zusatzlasten aus Verband Pos.9

Wind:	N_d=1,5*0,6*30,2=	27,2kN
Stabilisierung:	N_d=	45,0kN

Obergurt:
N_d=27,2+45,0+83=155kN

$M_{y,d}$=15,0kNm

Anmerkung: Drehbettung der Trapezprofile nicht angesetzt (konservativ)

Position: Pos.6 BDK Obergurt HEB160

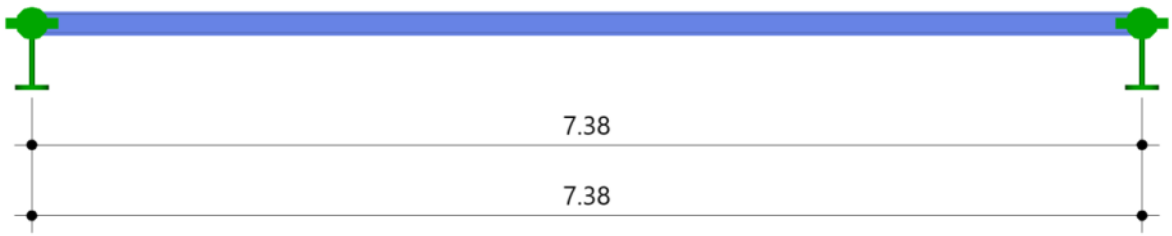
Biegetorsionstheorie (x64) BTII+ 02/2024 (FRILO R-2024-2/P07)

Grundparameter

Bemessungsnorm		:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik		:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten		:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Systemtragfähigkeit		:	Ersatzstabnachweis
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Schubspannungen infolge primärer Torsion		:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion		:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit	δ_{lim}	=	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit	δ_{lim}	=	2.5 cm

System

Maßstab 1 : 50



Stabzug

Gesamtlänge = 7.38 m
Material S235

Querschnitte

Statische Werte

Nr	Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	I_t [cm⁴]	I_w [cm⁶]	max_w [cm²]	A [cm²]
1	HEB 160	2492.0	889.2	31.2	47943	58.8	54.3

Abmessungen

Querschnitt Nr. 1 - HEB 160

Profil	h	=	160	mm			
Steg (lichte Höhe)	h_1	=	104	mm	s	=	8 mm
Ober- und Untergurt	b	=	160	mm	t	=	13 mm
Ausrundung	r	=	15	mm			

Spannungspunkte

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		y_O [mm]	z_O [mm]	y_S [mm]	z_S [mm]	y_M [mm]	z_M [mm]	ω [cm²]
1	1	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-58.8
HEB 160	2	0	-80	0	-80	0	-80	0.0
	3	80	-80	80	-80	80	-80	58.8
	4	-80	80	-80	80	-80	80	58.8
	5	0	80	0	80	0	80	0.0
	6	80	80	80	80	80	80	-58.8
	7	-4	-52	-4	-52	-4	-52	0.0
	8	-4	52	-4	52	-4	52	0.0
	9	-4	0	-4	0	-4	0	0.0

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		y_O [mm]	z_O [mm]	y_S [mm]	z_S [mm]	y_M [mm]	z_M [mm]	ω [cm²]
	17	4	-52	4	-52	4	-52	0.0
	18	4	52	4	52	4	52	0.0
	19	4	0	4	0	4	0	0.0

System: 1 Abschnitte, Gesamtlänge = 7.38 m

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt [Nr. Anfang]	Querschnitt [Nr. Ende]
1	0.00	7.38	7.38	1	1

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

		Verschiebungen*)		Abstände	
Nr	x [m]	v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	7.38	-1	-1	0	0

*)-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lagerbedingungen - Verdrehungen

		Verdrehungen*)			Verwölbung*)
Nr	x [m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	$\Omega_{y,z}$ [kNm³]
1	0.00	-1	0.0	0.0	0.00
2	7.38	-1	0.0	0.0	0.00

*)-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Lastdefinitionen

Art	1	=	Gleichlast	kN/m	5 =	Dreieckslast über l kN/m
	2	=	Einzellast	kN	6 =	Trapezlast über l kN/m
	3	=	Einzelmoment	kNm	7 =	Bereichstorsionsmoment kNm/m
	4	=	Trapezlast	kN/m	8 =	Normalkraftverlauf kN/m

Lastfall 1: Design

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
8	x	155.0	0.00	155.0	7.38	0	0	
3	y	-15.00	0.00					Last
3	y	15.00	7.38					Last(1)

Einwirkungsgruppe 99 - ständig
Eigengewicht wird automatisch angesetzt

Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Überlagerung 1: Design

Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	γ
1	Design	1.00

Lastdarstellung

Maßstab 1 : 52.4

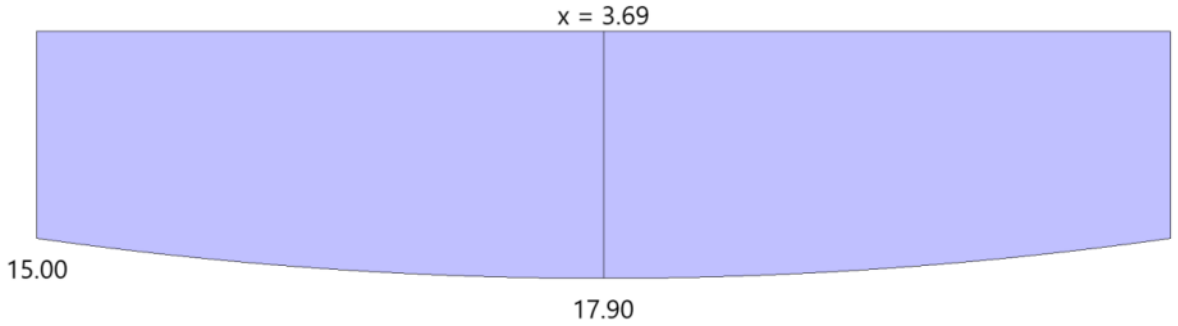


Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie I. Ordnung

x [m]	$N_{x,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	M_{tp} [kNm]	M_{ts} [kNm]	$M_{t,Ed}$ [kNm]	$M_{\omega,Ed}$ [kNcm²]
0.00	-155.0	1.6	15.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
3.69	-155.0	0.0	17.90	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	-155.0	0.0	17.90	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7.38	-155.0	-1.6	15.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

My

Maßstab 1 : 50



N

Maßstab 1 : 50



Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.2 - Theorie I. Ordnung γ_{M0} = 1.00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η_{Mx}	η_{Mw}	η
0.00	1	0.12	0.01	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18
3.69	1	0.12	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.22
7.38	1	0.12	0.01	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18

Ersatzstabnachweise

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$N_{Ed}/ (\chi_y * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{y,Ed}/ (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{yz} * M_{z,Ed}/ M_{z,Rd}$=**0.63**

N_{Ed}	=	155.0	kN	N_{Rk}	=	1274.9 kN
$N_{cr,y}$	=	948.3	kN			
s_{ky}	=	7.38	m			
λ_y	=	1.16				
χ_y	=	0.50				
k_{yy}	=	1.20		k_{yz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	17.90	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	97.71	kNm			
χ_{lt}	=	0.78				
$M_{y,Rk}$	=	83.35	kNm	$M_{z,Rk}$	=	39.97 kNm
γ_{M1}	=	1.10				

Nachweis bei x = 3.69 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$N_{Ed}/ (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed}/ (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed}/ M_{z,Rd}$=**0.92**

N_{Ed}	=	155.0	kN	N_{Rk}	=	1274.9 kN
$N_{cr,z}$	=	338.4	kN			
s_{kz}	=	7.38	m			
λ_z	=	1.94				
χ_z	=	0.21				
k_{zy}	=	0.91		k_{zz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	17.90	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	97.71	kNm			
χ_{lt}	=	0.78				
$M_{y,Rk}$	=	83.35	kNm	$M_{z,Rk}$	=	39.97 kNm
γ_{M1}	=	1.10				

Nachweis bei x = 3.69 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität-Ersatzstabverfahren
1	Design	0.22	0.92

3.2.3. Pos. 7 Dachbinder

Maximal beanspruchter Binder Pos.9 ,Achse 5, im Dachverband ,

ständige Lasten:

Eigengewicht der Konstruktion programmintern

-Pos.6	0,50*3,59*7,38+3,3	G_k=	16,50 kN
-Pos.6	0,50*(3,59+1,80)/2*7,38+3,3	G_k=	13,3 kN
-Pos.6	0,50*3,59/2*7,38+3,3	G_k=	9,3 kN
-Pos.6	0,50*1,95/2*7,38+1,45	G_k=	5,00 kN
-Pos.10(siehe Bestandsstatik,Vorhang Trennwand)		G_k=	2,40 kN

veränderliche Lasten:

PV-Anlage und Installation:

-Pos.6	0,35*3,59*7,38	G_k=	9,30 kN
-Pos.6	0,35*(3,59+1,80)/2*7,38	G_k=	7,00 kN
-Pos.6	0,35*3,59/2*7,38	G_k=	4,6 kN
-Pos.6	0,35*1,95/2*7,38	G_k=	2,50 kN

Schnee:

-Pos.6	0,52*3,59*7,38	G_k=	13,80 kN
-Pos.6	0,52*(3,59+1,80)/2*7,38	G_k=	10,4 kN
-Pos.6	0,52*3,59/2*7,38	G_k=	6,9 kN
-Pos.6	0,52*1,95/2*7,38	G_k=	3,70 kN

Winddruck:

-Pos.6	0,12*3,59*7,38	G_k=	3,18 kN
-Pos.6	0,12*(3,59+1,80)/2*7,38	G_k=	2,40 kN
-Pos.6	0,12*3,59/2*7,38	G_k=	1,6 kN
-Pos.6	0,12*1,95/2*7,38	G_k=	0,86 kN

(Windsog nicht bemessungsrelevant)

Sportgerät: **Q** = 4,00 kN

(Windsog nicht bemessungsrelevant)

Ergebnisse, Schnittgrößen und Bemessung siehe Anhang B
(Anmerkung: Der Binder wurde 8cm in Feldmitte überhöht

3.2.4. Pos.7 Nachweis BDK Obergurt

Zusatzlasten Normalkraft aus Verband Pos.9

Wind:	N_d=1,5*0,6*32,0=	29,0kN
Stabilisierung:	N_d=	45,0kN

$$S^* = \frac{21000}{\left(\frac{1}{4{,}52 \cdot \sin^2(64°) \cdot \cos(64°)} + \frac{\tan(64°)}{54{,}0}\right)} = 31688\text{kN}$$

:je Binder (5 Stk)

S=31688/5=6337kN

Feder in Y-richtung
$C_{1,8}$=6337/28,7*2,285=503 kN/m
$C_{2,8}$=6337/28,7*1,33=293 kN/m
$C_{3,8}$=6337/28,7*1,1=243 kN/m
$C_{4,8}$=6337/28,7*1,0=221 kN/m

Drehfeder um x-Achse

C=3*EI_y/7,53=3*21000*2492*10^{-4}/7,38=2117kNm/rad

Beanspruchung:

Obergurt:
N_d=29,0+45,0+1075=1150kN

$M_{y,d}$=40,0kNm

Position: Pos.7 BDK Obergurt HEB240-Gesamt THII

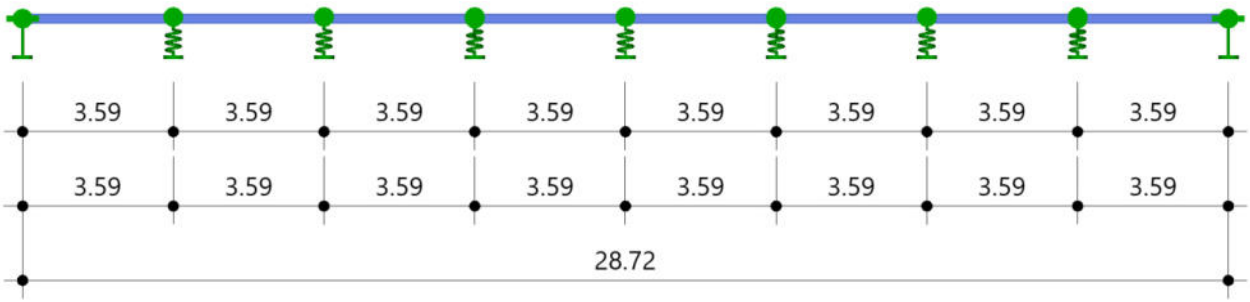
Biegetorsionstheorie (x64) BTII+ 02/2024 (FRILO R-2024-2/P07)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Systemtragfähigkeit	:	Theorie II. Ordnung
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit	δ_{lim} =	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit	δ_{lim} =	2.5 cm

System

Maßstab 1 : 179.6



Stabzug

Gesamtlänge = 28.72 m

Material S235

	E_k =	210000	N/mm²	G_k =	80769	N/mm²
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
	t ≤	80	mm	f_{yk} =	215.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²
	t ≤	80	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Querschnitte

Statische Werte

Nr	Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	I_t [cm⁴]	I_w [cm⁶]	max_w [cm²]	A [cm²]
1	HEB 240	11260.0	3923.0	102.7	486946	133.8	106.0

Abmessungen

Querschnitt Nr. 1 - HEB 240

Profil	h =	240	mm		
Steg (lichte Höhe)	h_1 =	164	mm	s =	10 mm
Ober- und Untergurt	b =	240	mm	t =	17 mm
Ausrundung	r =	21	mm		

Spannungspunkte

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		y_O [mm]	z_O [mm]	y_S [mm]	z_S [mm]	y_M [mm]	z_M [mm]	ω [cm²]
1	1	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-133.8
HEB 240	2	0	-120	0	-120	0	-120	0.0
	3	120	-120	120	-120	120	-120	133.8
	4	-120	120	-120	120	-120	120	133.8
	5	0	120	0	120	0	120	0.0
	6	120	120	120	120	120	120	-133.8
	7	-5	-82	-5	-82	-5	-82	0.0
	8	-5	82	-5	82	-5	82	0.0
	9	-5	0	-5	0	-5	0	0.0
	17	5	-82	5	-82	5	-82	0.0
	18	5	82	5	82	5	82	0.0
	19	5	0	5	0	5	0	0.0

System: 8 Abschnitte, Gesamtlänge = 28.72 m

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt [Nr. Anfang]	Querschnitt [Nr. Ende]
1	0.00	3.59	3.59	1	1
2	3.59	7.18	3.59	1	1
3	7.18	10.77	3.59	1	1
4	10.77	14.36	3.59	1	1
5	14.36	17.95	3.59	1	1
6	17.95	21.54	3.59	1	1
7	21.54	25.13	3.59	1	1
8	25.13	28.72	3.59	1	1

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

		Verschiebungen*)		Abstände	
Nr	x [m]	v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	3.59	503.00	300.00	0	-40
3	7.18	293.00	200.00	0	-40
4	10.77	243.00	200.00	0	-40
5	14.36	221.00	200.00	0	-40
6	17.95	243.00	200.00	0	-40
7	21.54	293.00	200.00	0	-40
8	25.13	503.00	300.00	0	-40
9	28.72	-1	-1	0	0

*)-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lagerbedingungen - Verdrehungen

		Verdrehungen*)			Verwölbung*)
Nr	x [m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	$\Omega_{y,z}$ [kNm³]
1	0.00	-1	0.0	0.0	0.00
2	3.59	0.0	0.0	0.0	0.00
3	7.18	0.0	0.0	0.0	0.00
4	10.77	2100.0	0.0	0.0	0.00
5	14.36	0.0	0.0	0.0	0.00
6	17.95	2100.0	0.0	0.0	0.00
7	21.54	0.0	0.0	0.0	0.00
8	25.13	2100.0	0.0	0.0	0.00
9	28.72	-1	0.0	0.0	0.00

		Verdrehungen*)			Verwölbung*)
Nr	x [m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	$\Omega_{y,z}$ [kNm^3]
*)-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch					

Belastung

Lastdefinitionen

Art	1	=	Gleichlast	kN/m	5 =	Dreieckslast über l kN/m
	2	=	Einzellast	kN	6 =	Trapezlast über l kN/m
	3	=	Einzelmoment	kNm	7 =	Bereichstorsionsmoment kNm/m
	4	=	Trapezlast	kN/m	8 =	Normalkraftverlauf kN/m

Lastfall 1: Design

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
8	x	650.0	0.00	1150.0	14.35	0	0	Last
8	x	1150.0	14.35	650.0	14.35	0	0	Last(1)
4	z	4.00	10.77	4.00	7.18	0	0	Last(2)
Einwirkungsgruppe 99 - ständig Eigengewicht wird automatisch angesetzt								

Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

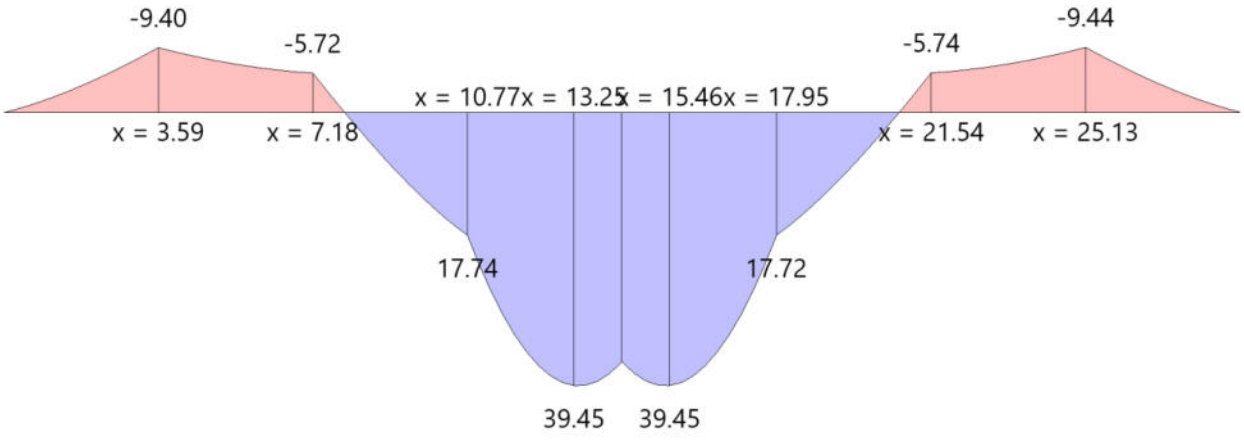
Überlagerung 1: Design

Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	γ
1	Design	1.00

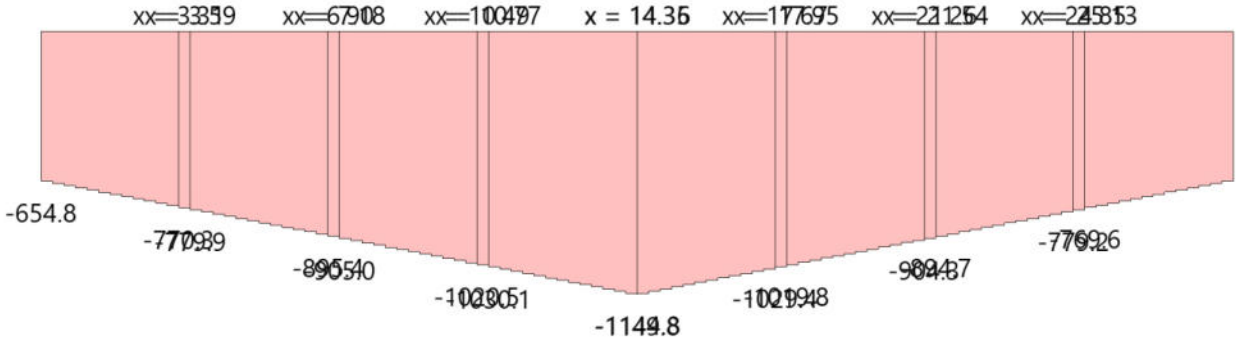
My

Maßstab 1 : 175



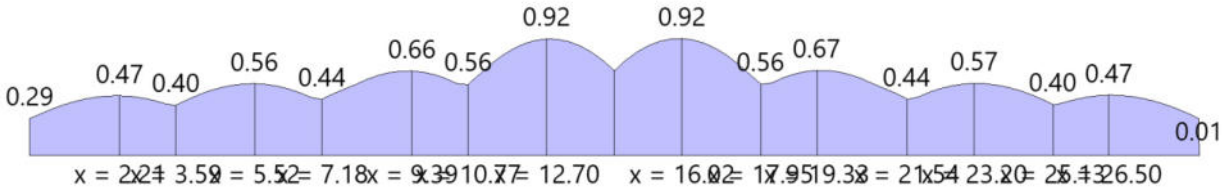
N

Maßstab 1 : 185.3



Querschnittsnachweis nach Gl.(6.2)

Maßstab 1 : 191.4

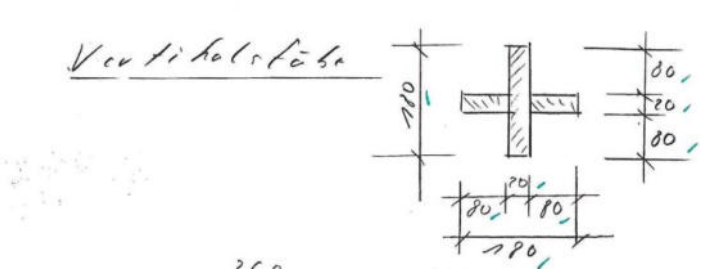


Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität-Ersatzstabverfahren
1	Design	0.92	-
Bei der Berechnung nach Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung aller maßgebenden Imperfektionen, genügt der Querschnittsnachweis auf Spannungsebene mit γ_{M1}= 1,1.Es sind keine weiteren Stabilitätsnachweise nötig (siehe DIN EN 1993-1-1, 5.2.2(7)a).			

3.2.5. Pos.7 Nachweis BDK Vertikalstäbe



Beanspruchung:

A=68cm²
$I_y=I_z$=982,7cm^4

$i_y=i_z=(983/68)^{0,5}$=3,8cm

N_d=260kNkN

L_k=2,66m

Biegeknicknachweis mit Ersatzstabverfahren

l	=	266	[cm]	Stablänge			
N_d	=	360,00	[kN]	Normalkraft (γ-fach)			
i	=	3,80	[cm]				
A	=	68,00	[cm²]	Fläche des Stahlprofils			
Stahl	=	S 235	=>	$f_{y,d}$	=	21,36	[kN/cm²]
				λ_1	=	93,9	
Eulerfall		2	=>	β	=	1	
Knicklinie		c	=>	α	=	0,49	
L_{cr}	=	β * l			=	266	[cm]
$\bar{\lambda}$	=	$\frac{L_{cr}}{i * \lambda_1}$			=	0,745	

$\bar{\lambda}$ < 0,2: $\chi = 1{,}0$

$\bar{\lambda}$ > 0,2: $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1$

Φ	$= 0{,}5 * \left[1 + \alpha * \left(\bar{\lambda} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}^2\right]$				=	0,912	
χ	=	0,696		γ_{M1}	=	1,1	
$N_{b,Rd}$	=	$\chi * A * f_y / \gamma_{M1}$			=	1012	[kN]

$$\frac{N_d}{N_{b,Rd}} = \frac{360}{1012} = \mathbf{0{,}36 < 1{,}0}$$

3.2.6. Pos. 4 Zwischenbinder mit Lasten aus neu angbrachten Wechselrichter im Außenbereich, bei Achse C , Achse 2-3

die Pos.4 wurde in der Ursprungsstatik für einen innenliegenden Träger mit einen Sportgerät Q_k=4,00kN in Feldmitte berechnet und auf der sicheren Seite wie Pos.6 ausgeführt (Pos.6 hat eine größere Einflussfläche und dadurch höhere Beanspruchungen)

Die neuen Wechselrichter mit einer Gesamtlast von 4,00kN werden über die gesamte Trägerlänge verteilt.
Die Beanspruchung ist geringe als bei Pos.6

⇒ ohne weiteren Nachweis

3.3. Pos.9 Dachverband

Beanspruchung:

-aus Wind auf die Wände und Stabilisierungskräfte der Dachbinder Pos.7 (nach Gerold), siehe Rechenausdruck

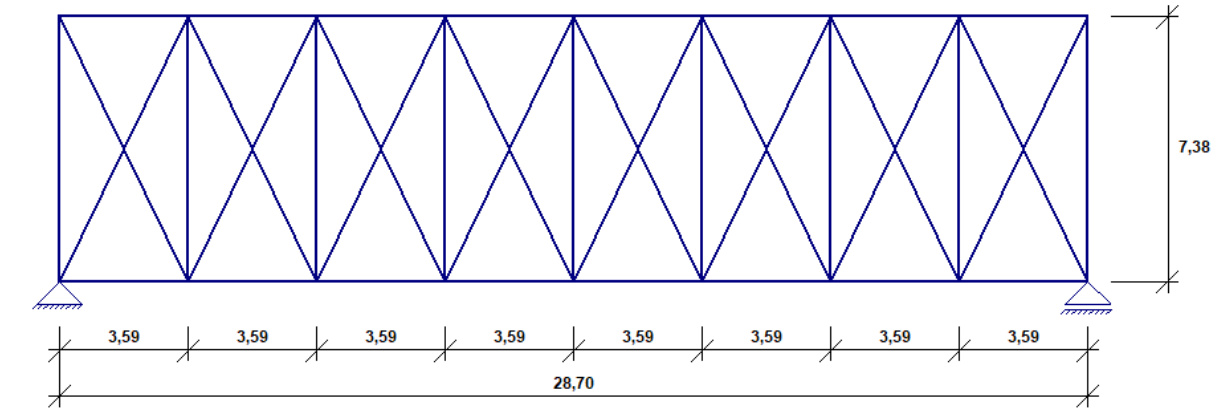
- Windlast aus Reibungskräften

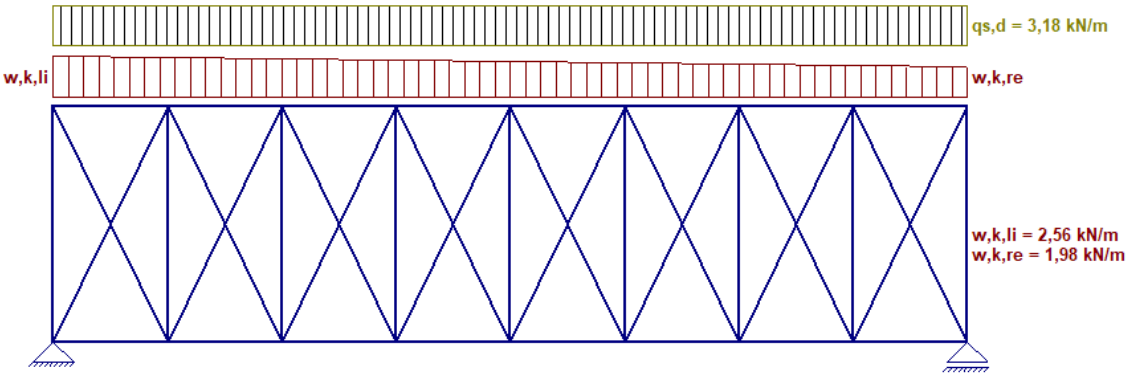
L=49,5-4,0*7,00=21,5m

A=2*7,00*21,5+33,5*21,5=1021m²

F_r=0,02*0,58*1021=12,0kN

q=12,0kN/33,5m=0,36kN/m





Systemwerte:
Anzahl Verbandsfelder nV = 8
Verbandslänge L = 28,700 m
Verbandshöhe H = 7,380 m
Anzahl der Aussteifungsverbände = 1
Anzahl der auszusteifenden Binder = 5
Binder = HEB240
Gurtfläche A,Gurt = 43,2 cm²

Diagonalen: (Nummerierung von links nach rechts)
Diagonalen werden mit Druckstabausfall berechnet
Diagonalen werden je Feld als Kreuze angeordnet
Diagonalen werden nachfolgend nachgewiesen (s. Pkt. Berechnung/Bemessung)
Eigengewicht der Diagonalen wird nicht angesetzt!

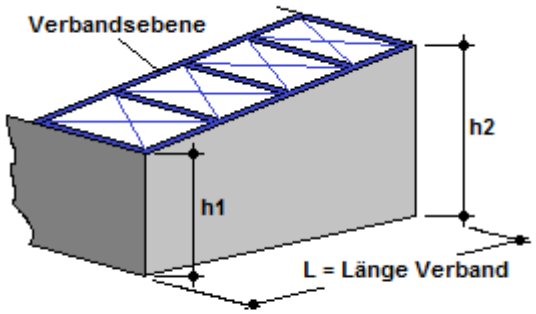
Verbandsfeld	Profil	Material	fyk [N/mm²]	vorgegebene Spannungsfläche A,Sigma [cm²]
1	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52
2	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52
3	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52
4	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52
5	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52
6	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52
7	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52
8	Rundstahl d = 24,0 mm	S235	235,0	4,52

Verbandspfosten: (Nummerierung von links nach rechts)
Pfosten werden nachfolgend nachgewiesen (s. Pkt. Berechnung/Bemessung)
Eigengewicht der Pfosten wird nicht angesetzt!

Pfosten Nr.	Profil	Material	fyk [N/mm²]
1	HEB160	S235	235,0
2	HEB160	S235	235,0
3	HEB160	S235	235,0
4	HEB160	S235	235,0
5	HEB160	S235	235,0
6	HEB160	S235	235,0
7	HEB160	S235	235,0
8	HEB160	S235	235,0
9	HEB160	S235	235,0

Belastung:
Gurtkraft S,d = 1000,00 kN je Binder (Anwendervorgabe)

Windkraft ermittelt aus Geometrie- und Belastungsvorgaben (s. nachfolgend)



Einflussbreite Wind = h1/2 bzw. h2/2

Dachform = Pultdach
Traufhöhe h1 = 7,500 m
Traufhöhe h2 = 5,500 m
Winddruck q = 0,58 kN/m²
cpe,Druckseite = 0,70 [-]
cpe,Sogseite = 0,30 [-]
Windlast auf Verband w,k,li = 2,18 kN/m (links)
Windlast auf Verband w,k,re = 1,60 kN/m (rechts)

Zusatzlast aus Wind w,Z,k = 0,39 kN/m (je Verband)
(Reibung)

Berechnung:
Berechnung nach GEROLD mit konstanter Aussteifungslast q,s
Vorverformung v0 = L/500
Berechnung nach Th.II.Ordnung
Ap,Gurte = 106,0 cm²
Ap,Pfosten = 54,3 cm² (Mittelwert)
Ap,Diagonale = 4,5 cm² (Mittelwert)
S,d,tot = 5000,0 kN (Summe alle Binder)

q,s,d = 3,18 kN/m (je Verband)

Lagerreaktionen (je Verband):
Lagerreaktion F,k aus Wind Lager links = 34,03 kN (für Weiterleitung)
Lagerreaktion F,k aus Wind Lager rechts = 31,26 kN (für Weiterleitung)
Lagerreaktion F,d aus Stabilität Lager links = 45,65 kN
Lagerreaktion F,d aus Stabilität Lager rechts = 45,65 kN
(aus Stabilität i.A. keine weiterzuleitenden Lasten)

Längskräfte N,d / Momente M,d Diagonalen: (Nummerierung von links nach rechts, Druckkräfte negativ)

Verbandsfeld	min.N,d [kN]	max.N,d [kN]	max.M,d [kNm]
1	0,00	94,97	0,00
2	0,00	65,64	0,00
3	0,00	38,88	0,00
4	0,00	11,85	0,00
5	0,00	14,06	0,00
6	0,00	40,21	0,00
7	0,00	65,28	0,00
8	0,00	91,79	0,00

Längskräfte N,d / Momente M,d Pfosten: (Nummerierung von links nach rechts, Druckkräfte negativ)

Pfosten	min.N,d [kN]	max.N,d [kN]	max.M,d [kNm]
1	-96,03	0,00	0,00
2	-86,28	0,00	0,00
3	-58,79	0,00	0,00
4	-34,95	0,00	0,00
5	-23,45	0,00	0,00
6	-36,13	0,00	0,00
7	-58,50	0,00	0,00
8	-83,32	0,00	0,00
9	-91,93	0,00	0,00

Gurtkräfte im Binder aus Verband:
max.Gurtkraft aus LF Wind: |N,k| = 31,88 kN
max.Gurtkraft aus LF Stabilität: |N,d| = 44,58 kN
max.Gurtkraft aus Überlagerung: |N,d| = 92,40 kN

Bemessung nach EC3-1-1:
gM0 = 1,00 [-]
gM1 = 1,10 [-]

Diagonalen: (Nummerierung von links nach rechts)

Verbandsfeld	max.eta,Zug [-]	max.eta,Druck/Knicken-|-y [-]	max.eta,Druck/Knicken-|-z [-]
1	0,89	0,00	0,00
2	0,62	0,00	0,00
3	0,37	0,00	0,00
4	0,11	0,00	0,00
5	0,13	0,00	0,00
6	0,38	0,00	0,00
7	0,61	0,00	0,00

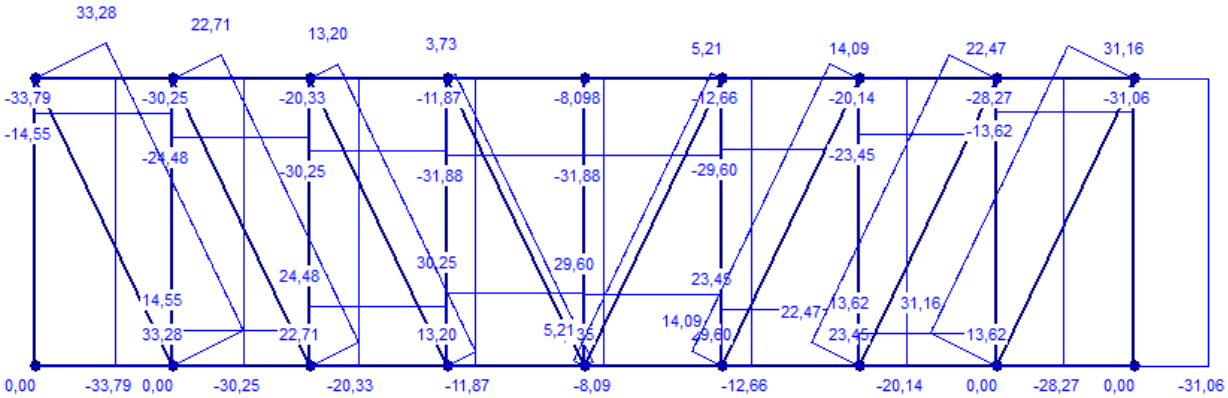
8	0,86	0,00	0,00

*) = bei einseitigen Zuganschlüssen mit Winkeln ist ein Zusatznachweis nach EC3-1-8, 10.3 (2) notwendig!

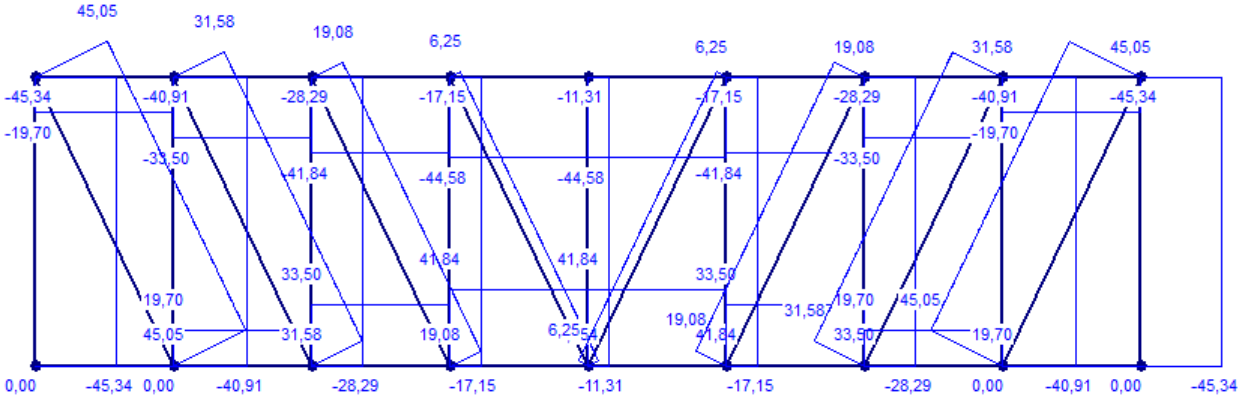
Pfosten: (Nummerierung von links nach rechts)

Pfosten	max.eta,Zug [-]	max.eta,Druck/Knicken-|-y [-]	max.eta,Druck/Knicken-|-z [-]
1	0,00	0,17	0,40
2	0,00	0,15	0,36
3	0,00	0,10	0,25
4	0,00	0,06	0,15
5	0,00	0,04	0,10
6	0,00	0,06	0,15
7	0,00	0,10	0,24
8	0,00	0,14	0,35
9	0,00	0,16	0,38

N_k Wind



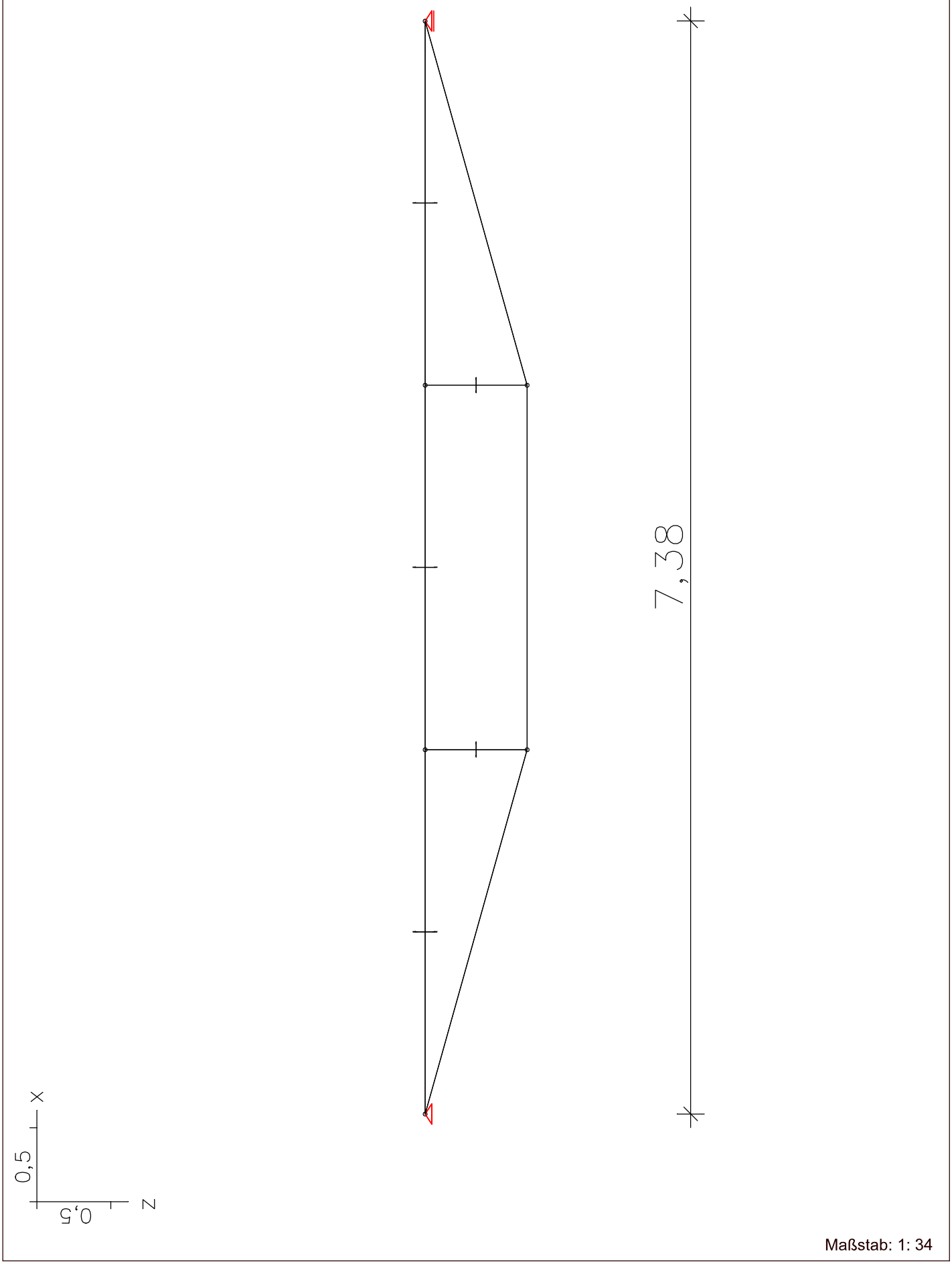
N_d Stabilität



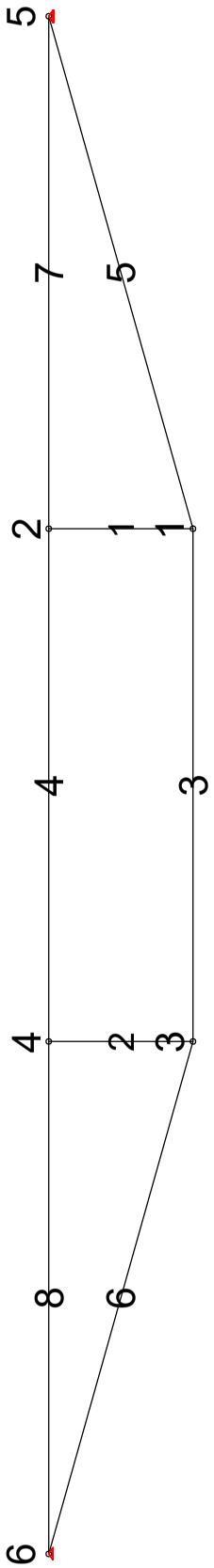
4. Anhang

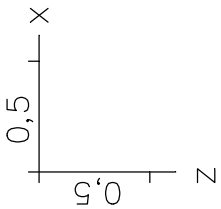
4.1. Anhang A: Pos.6

4.2. Anhang B: Pos.7



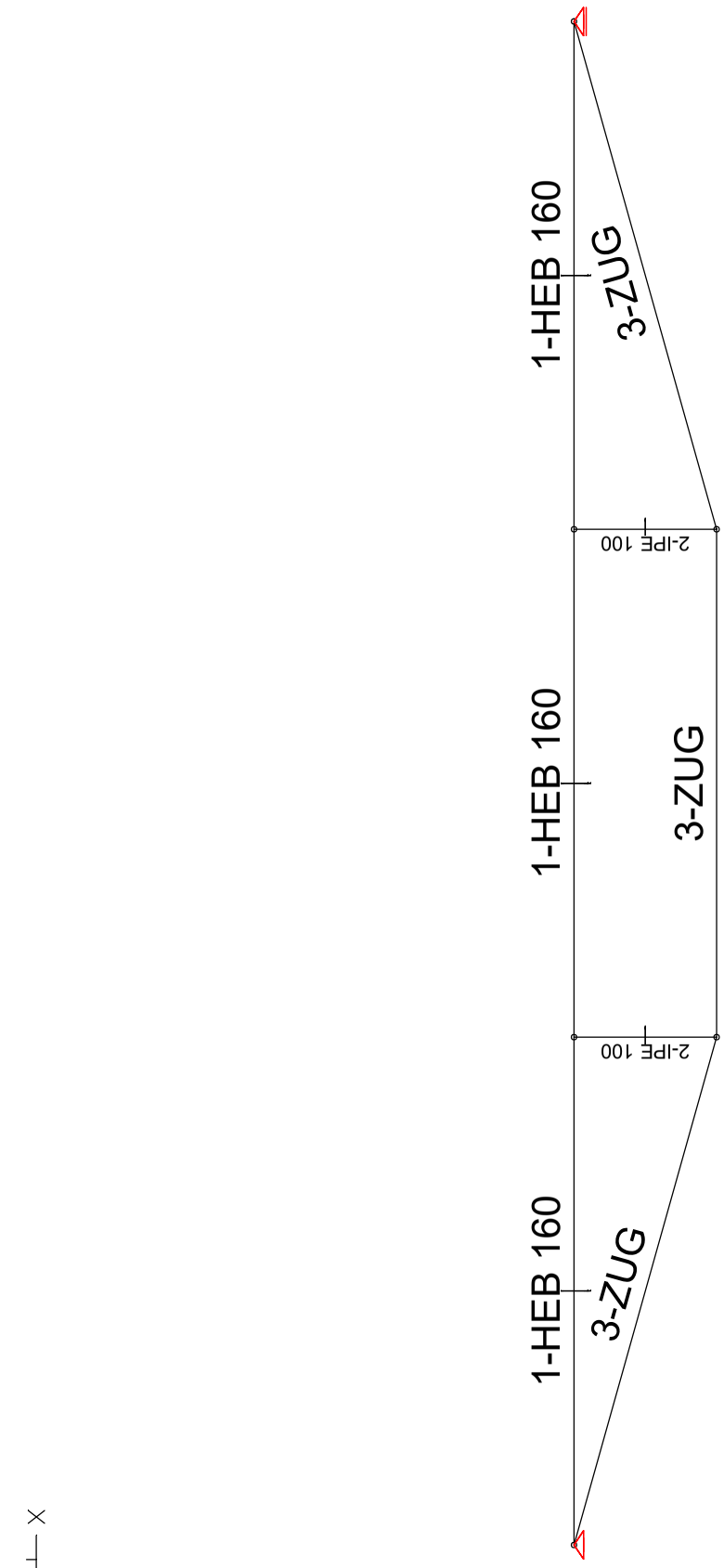
Maßstab: 1: 34

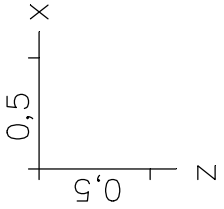




Element- und Knotennummern

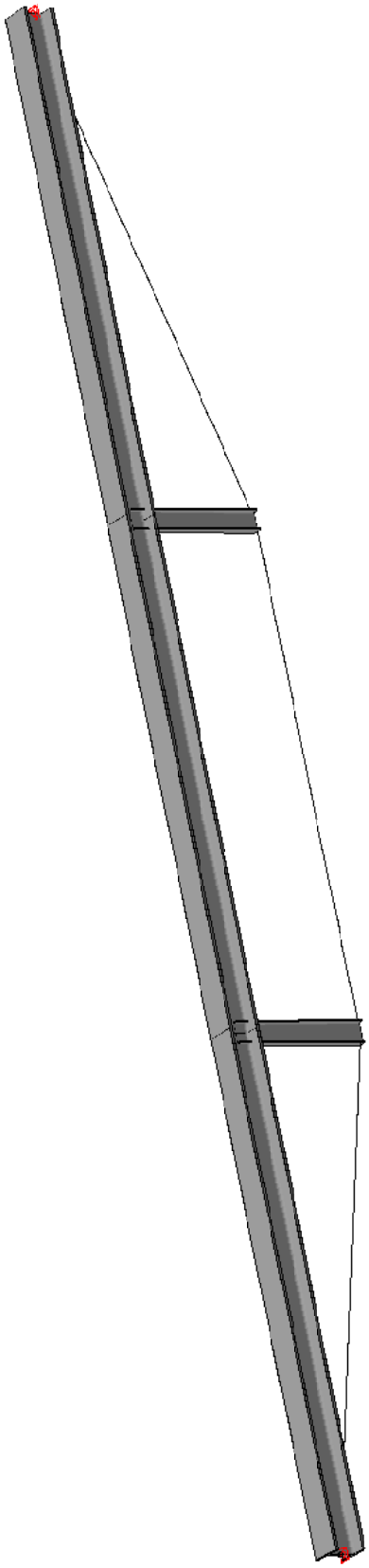
Maßstab: 1: 34





Querschnittsnamen

Maßstab: 1: 34





Maßstab: 1: 30

EN 1993-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

1	G ständige Lasten

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

2	Q PV+Inst.
5	Q Sportgerät

QS - Schnee- und Eislast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Schneelasten - Orte in CEN-Mitgliedsstaaten niedriger als 1000 m ü. NN
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,5 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

3	Qs Schnee

QW - Windlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

4	Qw Wind

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Nutzlast, Verkehrslast
QS	Schnee- und Eislast
QW	Windlast

1. Seltene (charakteristische) Situation

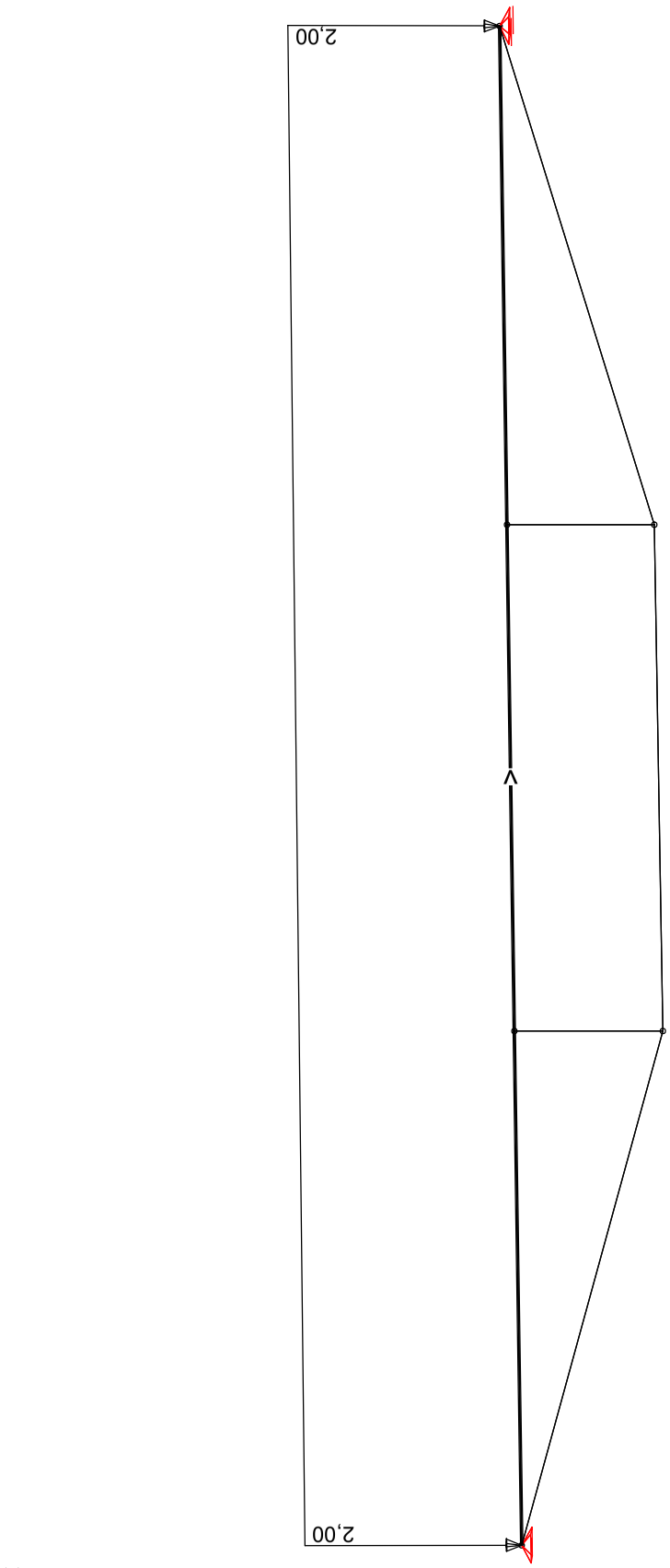
Endzustand

G	Eigenlast
QN	Nutzlast, Verkehrslast
QS	Schnee- und Eislast

QW Windlast

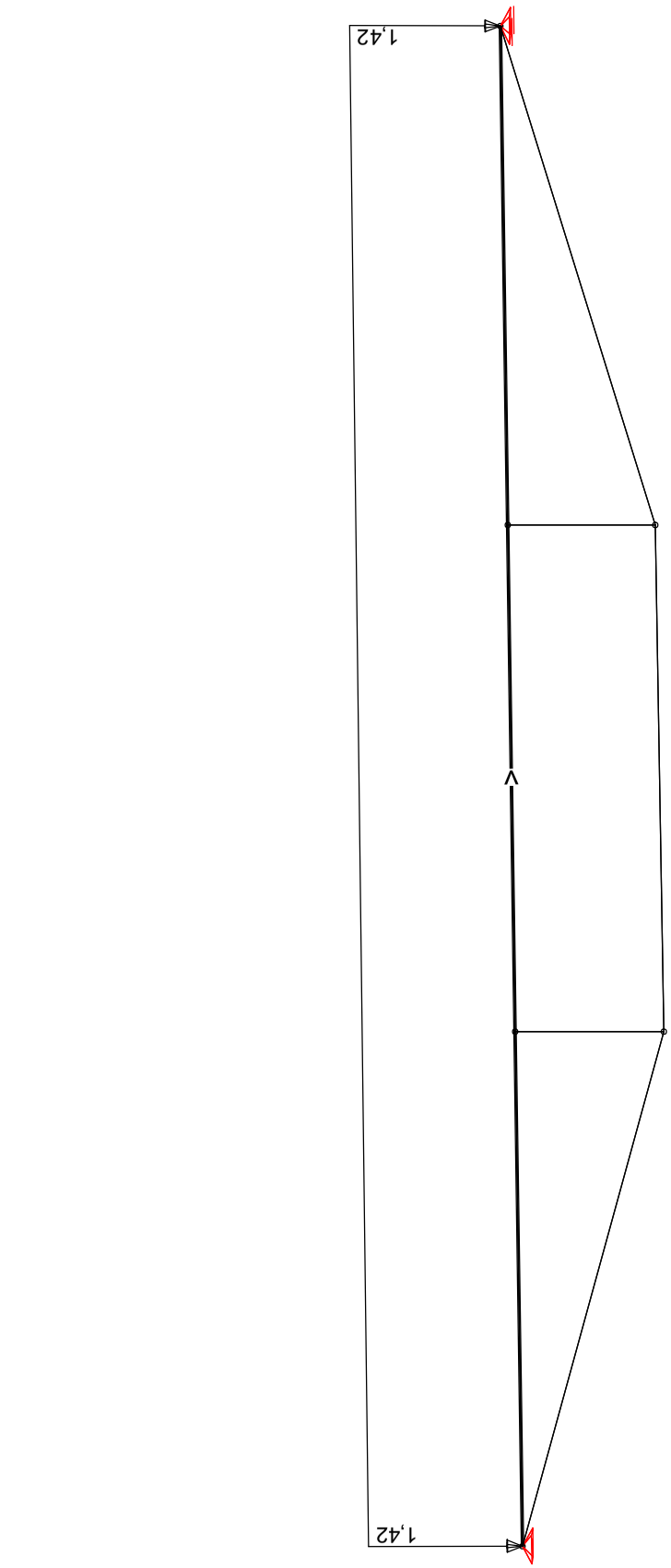
Maßstab: 1:

EIGENLAST



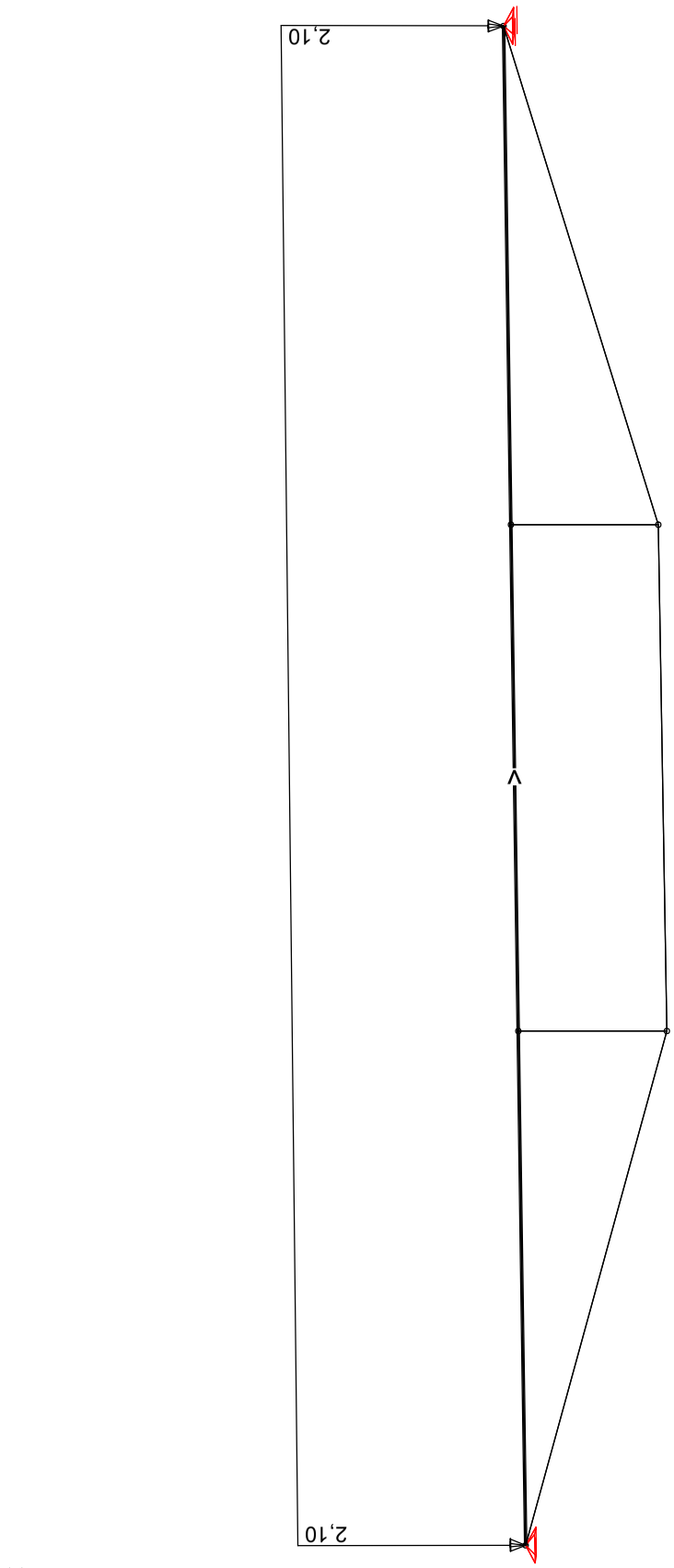
LF 1: Belastung, G ständige Lasten

Maßstab: 1: 30



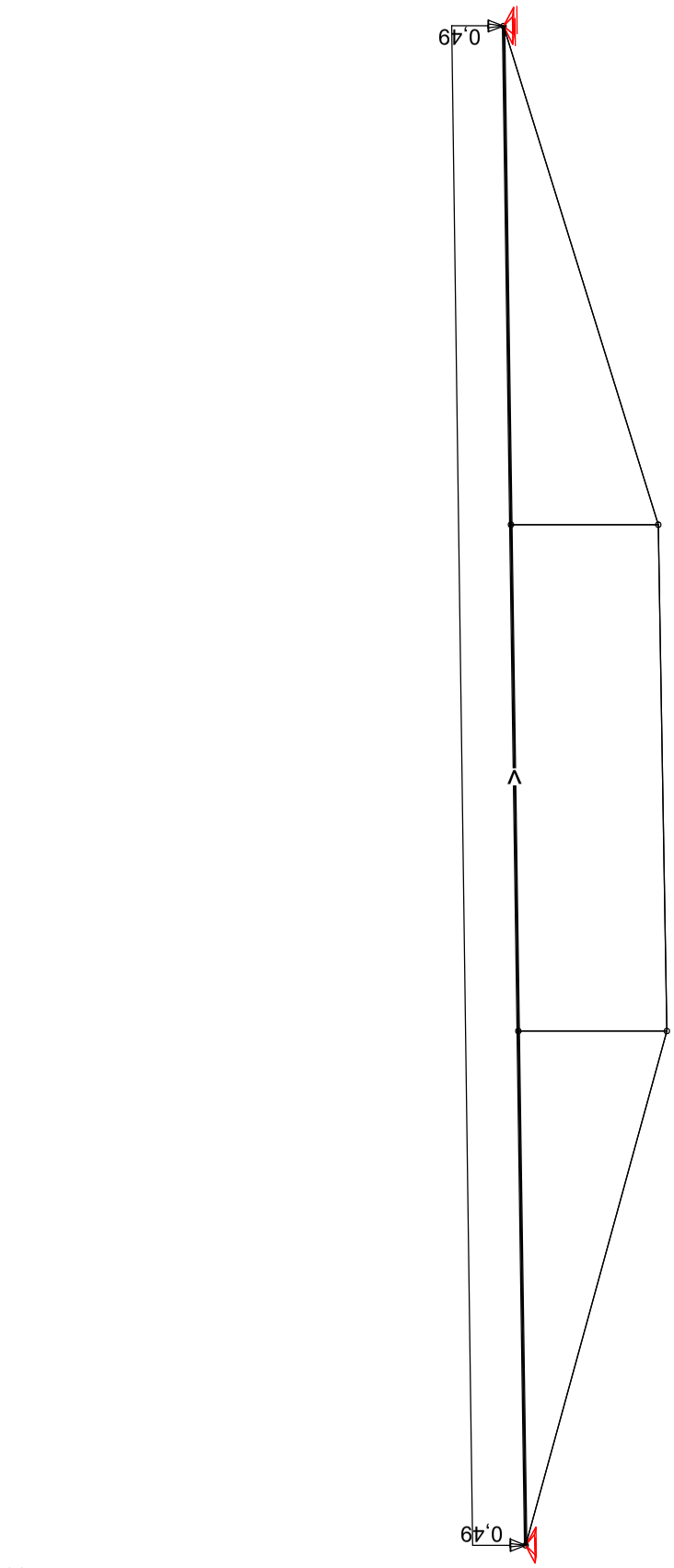
LF 2: Belastung, Q PV+Inst.

Maßstab: 1: 30



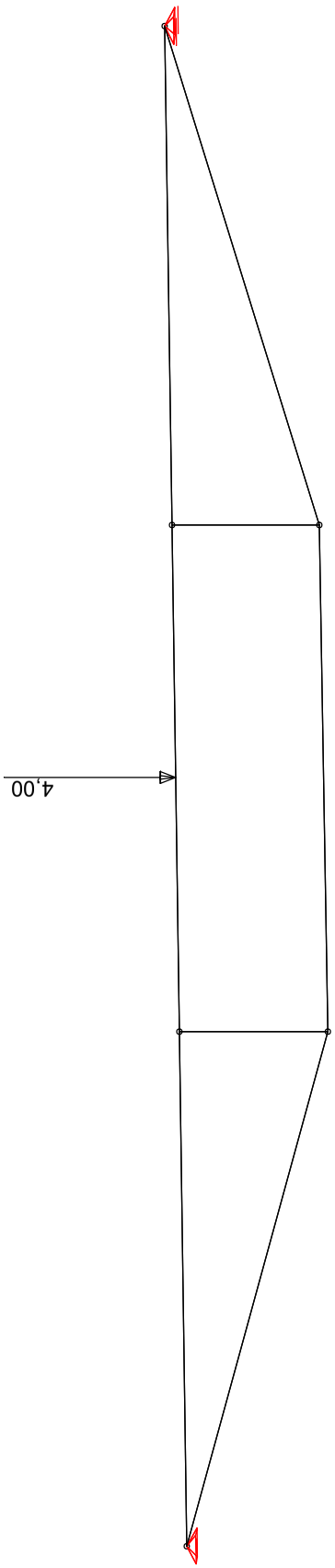
LF 3: Belastung, Qs Schnee

Maßstab: 1: 30



LF 4: Belastung, Qw Wind

Maßstab: 1: 30





LF 5: Belastung, Q Sportgerät

Maßstab: 1: 30

Finite Elemente Vers. 25.00 x64

Materialkennwerte

Nr.	Material-Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul	Querdehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	S235-EN	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
2	S235-EN	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
3	Stahl	210000	81000	0,30	1,200e-05	0,000

Querschnittswerte

```
Nr.   1 HEB 160
        A = 5,430e-03 [m²]
        Ix = 3,140e-07 [m4], Iy = 2,490e-05 [m4], Iz = 8,890e-06 [m4]
Nr.   2 IPE 100
        A = 1,030e-03 [m²]
        Ix = 1,210e-08 [m4], Iy = 1,710e-06 [m4], Iz = 1,590e-07 [m4]
Nr.   3 ZUG
        Tragwirkung: Nur Zugkraft
        A = 5,720e-04 [m²]
        Ix =     -.-   [m4], Iy =     -.-   [m4], Iz =     -.-   [m4]
```

Systemkenngrößen

Knoten	6
Elemente	8
Festhaltungen	2
Unbekannte	36
Bandbreite	0
Steifigkeitsmatrix	3,2 KB
Massenmatrix	3,2 KB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	G ständige Lasten
2	Q PV+Inst.
3	Qs Schnee
4	Qw Wind
5	Q Sportgerät

Lastdaten Lastfall 1 (G ständige Lasten)

```
EG  : Eigengewicht für alle Elemente
      Wichtungsfaktoren:  fx / fy / fz =   0,0000 /   0,000 /   1,000
LG  : Linienlast  (global)
                x [m]    y        z          px [kN/m] py        pz
      Anfang:   0,000    0,000    0,000      0,00      0,00      2,00
      Ende  :   7,380    0,000    0,000      0,00      0,00      2,00
```

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 1

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	18,02
Auflagerkräfte :	0,00	0,00	18,02
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 1

	Rx [kN]	Ry	Rz
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 2 (Q PV+Inst.)

LG : Linienlast (global)

	x [m]	y	z	px [kN/m]	py	pz
Anfang:	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	1,42
Ende :	7,380	0,000	0,000	0,00	0,00	1,42

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 2

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	10,48
Auflagerkräfte :	-0,00	0,00	10,48
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 3 (Qs Schnee)

LG : Linienlast (global)

	x [m]	y	z	px [kN/m]	py	pz
Anfang:	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	2,10
Ende :	7,380	0,000	0,000	0,00	0,00	2,10

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 3

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	15,50
Auflagerkräfte :	0,00	0,00	15,50
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 4 (Qw Wind)

LG : Linienlast (global)

	x [m]	y	z	px [kN/m]	py	pz
Anfang:	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,49
Ende :	7,380	0,000	0,000	0,00	0,00	0,49

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 4

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	3,62
Auflagerkräfte :	0,00	0,00	3,62
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 5 (Q Sportgerät)

PG : Einzellast (global)

x [m]	y	z	Px [kN]	Py	Pz
3,690	0,000	0,000	0,00	0,00	4,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 5

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	4,00
Auflagerkräfte :	0,00	0,00	4,00
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Nachweise nach EN 1993-1-1:2005/A1:2014

Gemäß EN 1993-1-1, Kapitel 6.2.1 wird für die Klassen 1, 2, 3 und 4 die elastische Querschnittstragfähigkeit nachgewiesen.

Für Querschnitte der Klasse 4 erfolgt der Nachweis mit effektiven Querschnittswerten gemäß EN 1993-1-5, Kapitel 4.3.

Die Einwirkungen werden nach EN 1990, Gl. (6.10), mit Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten nach EN 1990:2021 kombiniert.

Der Nachweis erfolgt für alle möglichen Kombinationen der Einwirkungen.

Bezeichnungen im Ausdruck

A : Querschnittsfläche.
Ix,Iy,Iz,Iyz : Trägheitsmomente.

Spannungsermittlung

Die Längs- und Schubspannungen werden für polygonal berandete, homogene Querschnitte infolge Längskraft, Biegemomenten, Querkräften und Torsion berechnet. Die Ermittlung der Schubkenngrößen erfolgt nach der Boundary-Element-Methode. Die Berechnungspunkte für alle Spannungen sind Randpunkte des Querschnitts.

Querschnittsklassifizierung

Die Klassifizierung erfolgt für Listenprofile und Parameterquerschnitte nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2. T-Profile werden wie einseitig gestützte Flansche behandelt. Benutzerdefinierte Polygonquerschnitte werden in Klasse 3 eingestuft, sofern nicht eine abweichende Vorgabe erfolgt.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl

	gamma.M0
Ständige und vorüberg. Komb.	1,00
Außergew. Kombination	1,00

Charakteristische Materialkennwerte

Streckgrenzen für Baustahl nach EN 1993-1-1, Tab. 3.1, für t <= 40 mm [MN/m²].
Grenzspannungen gemäß Gl. (6.19) und Gl. (6.42).

		Ständige K.		Außerg. K.	
Material	fyk	Sigma.Rd	Tau.Rd	Sigma.Rd	Tau.Rd
S235-EN	235	235,00	135,68	235,00	135,68
Stahl	240	240,00	138,56	240,00	138,56

Querschnittswerte

Querschnitt	Material	A[mm²]	Iy[m4] / Iz[m4]	Ix[m4] / Iyz[m4]
1 HEB 160	S235-EN	5430	2,4900e-05	3,1400e-07
			8,8900e-06	0,0000e+00
2 IPE 100	S235-EN	1030	1,7100e-06	1,2100e-08
			1,5900e-07	0,0000e+00
3 ZUG	Stahl 240	572	-.-	-.-

EN 1993-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1    G ständige Lasten
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
2    Q PV+Inst.
5    Q Sportgerät
```

QS - Schnee- und Eislast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Schneelasten - Orte in CEN-Mitgliedsstaaten niedriger als 1000 m ü. NN
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,5 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
3    Qs  Schnee
```

QW - Windlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
4    Qw  Wind
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QS - Schnee- und Eislast
QW - Windlast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QS - Schnee- und Eislast
QW - Windlast
```

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für Stäbe

Die Ergebnisse stellen die Extrema aller Kombinationen dar.

Klasse Maßgebende Querschnittsklasse nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2.
Im elastischen Nachweis sind die Klassen 1 und 2 nicht relevant,
die Einstufung erfolgt deshalb mindestens in Klasse 3.
Ausnutzung Verhältnis der Beanspruchung Ed und der Beanspruchbarkeit Rd.
SK Ständige und vorüberg. Komb.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung elastisch	plastisch
1	2	1	SK.1	3	0,10	.
		2	SK.1	3	0,10	.
		3	SK.1	3	0,10	.
		4	SK.1	3	0,10	.
		5	SK.1	3	0,10	.
		6	SK.1	3	0,10	.
		7	SK.1	3	0,10	.
		8	SK.1	3	0,10	.
		9	SK.1	3	0,10	.
2	2	1	SK.1	3	0,10	.
		2	SK.1	3	0,10	.
		3	SK.1	3	0,10	.
		4	SK.1	3	0,10	.
		5	SK.1	3	0,10	.
		6	SK.1	3	0,10	.
		7	SK.1	3	0,10	.
		8	SK.1	3	0,10	.
		9	SK.1	3	0,10	.
3	3	1	SK.1	3	0,60	.
		2	SK.1	3	0,60	.
		3	SK.1	3	0,60	.
		4	SK.1	3	0,60	.
		5	SK.1	3	0,60	.
		6	SK.1	3	0,60	.
		7	SK.1	3	0,60	.
		8	SK.1	3	0,60	.
		9	SK.1	3	0,60	.
4	1	1	SK.1	3	0,14	.
		2	SK.1	3	0,18	.
		3	SK.1	3	0,22	.
		4	SK.1	3	0,25	.
		5	SK.1	3	0,27	.
		6	SK.1	3	0,25	.
		7	SK.1	3	0,22	.
		8	SK.1	3	0,18	.
		9	SK.1	3	0,14	.
5	3	1	SK.1	3	0,63	.
		2	SK.1	3	0,63	.
		3	SK.1	3	0,63	.
		4	SK.1	3	0,63	.
		5	SK.1	3	0,63	.
		6	SK.1	3	0,63	.
		7	SK.1	3	0,63	.
		8	SK.1	3	0,63	.
		9	SK.1	3	0,63	.
6	3	1	SK.1	3	0,63	.
		2	SK.1	3	0,63	.
		3	SK.1	3	0,63	.
		4	SK.1	3	0,63	.
		5	SK.1	3	0,63	.
		6	SK.1	3	0,63	.
		7	SK.1	3	0,63	.
		8	SK.1	3	0,63	.
		9	SK.1	3	0,63	.
7	1	1	SK.1	3	0,13	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung elastisch	plastisch
		2	SK.1	3	0,16	.
		3	SK.1	3	0,18	.
		4	SK.1	3	0,19	.
		5	SK.1	3	0,19	.
		6	SK.1	3	0,18	.
		7	SK.1	3	0,15	.
		8	SK.1	3	0,12	.
		9	SK.1	3	0,11	.
8	1	1	SK.1	3	0,11	.
		2	SK.1	3	0,12	.
		3	SK.1	3	0,15	.
		4	SK.1	3	0,18	.
		5	SK.1	3	0,19	.
		6	SK.1	3	0,19	.
		7	SK.1	3	0,18	.
		8	SK.1	3	0,16	.
		9	SK.1	3	0,13	.

Max. Querschnittsausnutzung

```
Klasse      Maßgebende Querschnittsklasse nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2.
            Im elastischen Nachweis sind die Klassen 1 und 2 nicht relevant,
            die Einstufung erfolgt deshalb mindestens in Klasse 3.
Ausnutzung  Verhältnis der Beanspruchung Ed und der Beanspruchbarkeit Rd.
x           Abstand vom Stabanfang [m].
SK          Ständige und vorüberg. Komb.
```

Querschnitt	Material	Stab	Ort	x[m]	Komb.	Klasse	Ausnutzung
1 HEB 160	S235-EN	4	5	1,23	SK.1	3	0,27
2 IPE 100	S235-EN	1	1	0,00	SK.1	3	0,10
3 ZUG	Stahl 240	5	1	0,00	SK.1	3	0,63

Auflagerreaktionen aller Lastfälle

Knoten	LF.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
5	1	0,00	0,00	9,01	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	5,24	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	7,75	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	1,81	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
6	1	0,00	0,00	9,01	0,00	0,00	0,00
	2	-0,00	0,00	5,24	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	7,75	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	1,81	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00

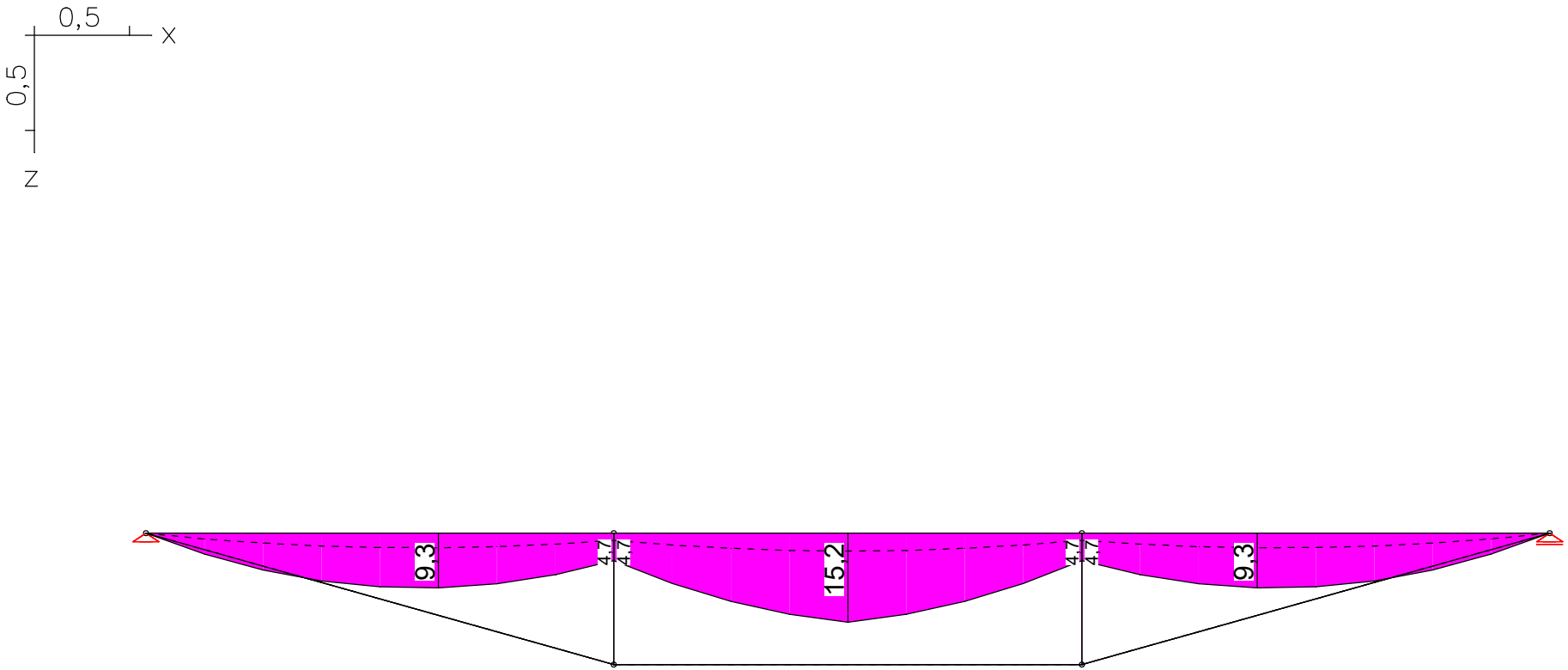
Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	G ständige Lasten	0,000	0,000	18,017
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	18,017
2	Q PV+Inst.	0,000	0,000	10,480
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	10,480
3	Qs Schnee	0,000	0,000	15,498
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	15,498
4	Qw Wind	0,000	0,000	3,616
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3,616
5	Q Sportgerät	0,000	0,000	4,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4,000

Stahlprofil Gesamtgewicht

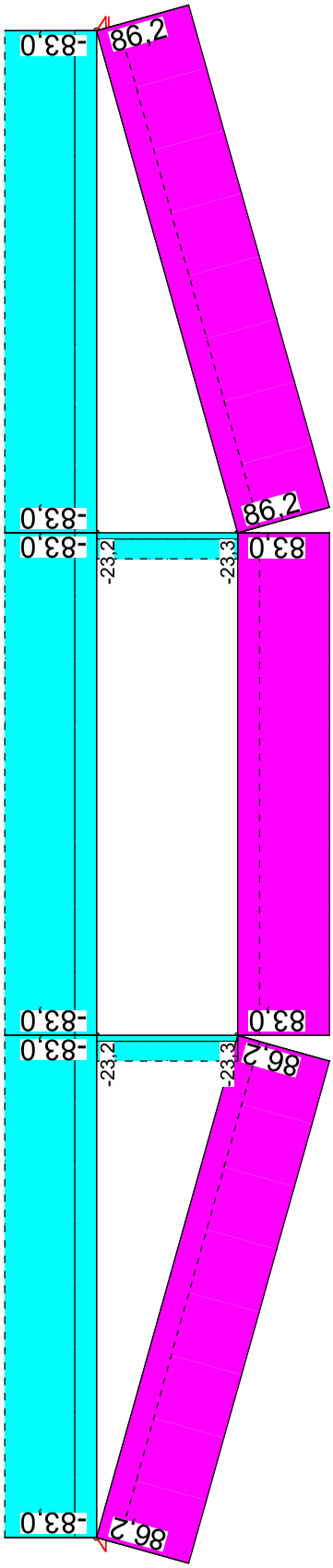
	Querschnitt	Anzahl Stäbe	G-Länge [m]	E-Gewicht [kg/m]	G-Gewicht [t]
1	1 HEB 160 - S235-EN	3	7,380	42,626	0,31
2	2 IPE 100 - S235-EN	2	1,380	8,086	0,01
3	3 ZUG - Stahl	3	7,570	0,000	0,00
4	Summe	8	16,330		0,33

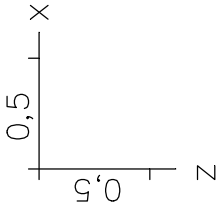
Maßstab: 1:



Maßstab: 1: 34

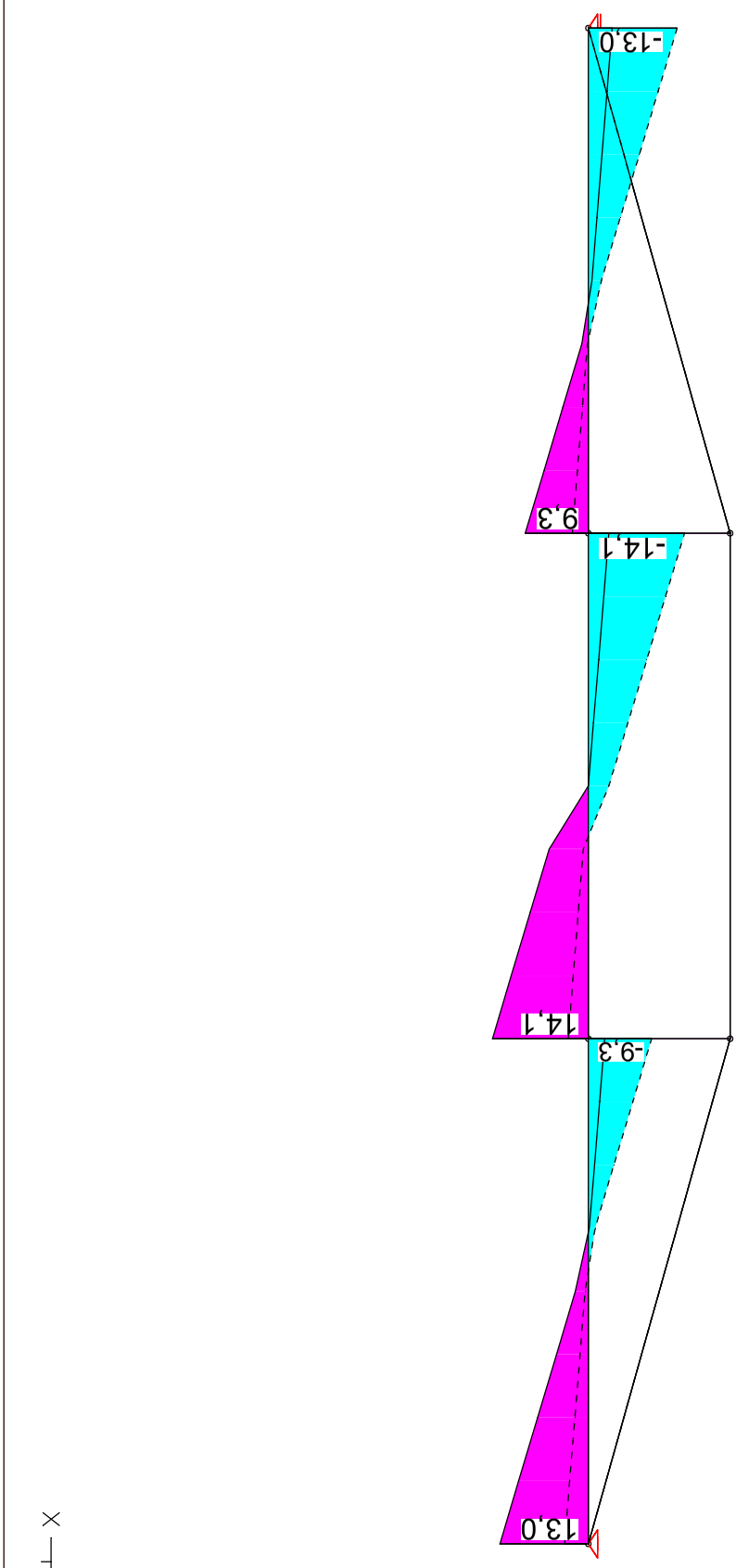
LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max My. 11,10 [kNm] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -0,01/15,20 [kNm]

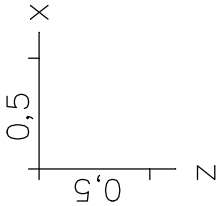




LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max Nx. 62,95 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -83,03/86,24 [kN]

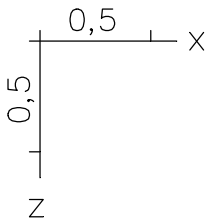
Maßstab: 1: 34

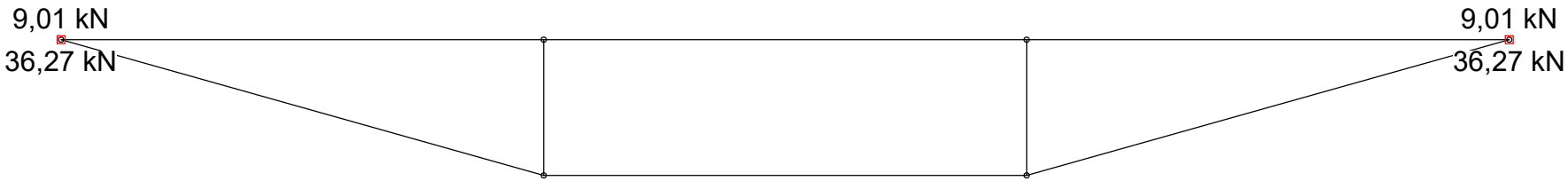




LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max Qz. 10,27 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -14,07/14,07 [kN]

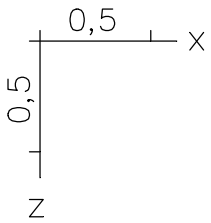
Maßstab: 1: 34

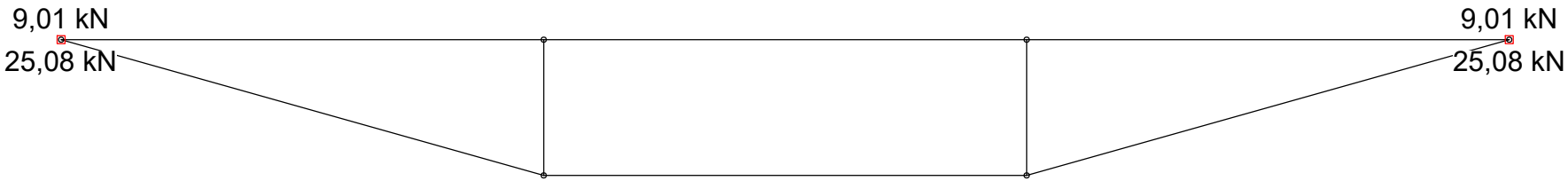




LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rz(l). 0,73 [kN/m] =

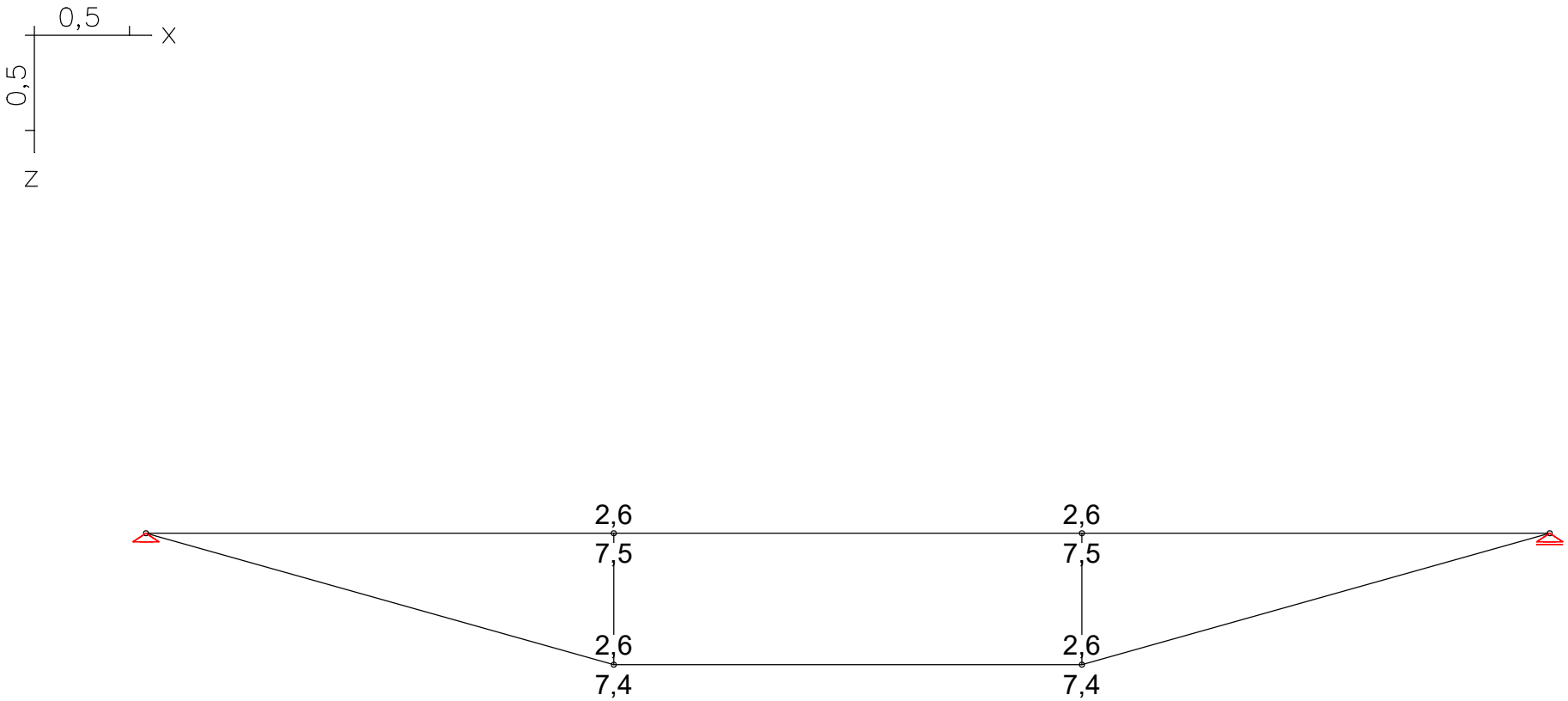
Maßstab: 1: 34





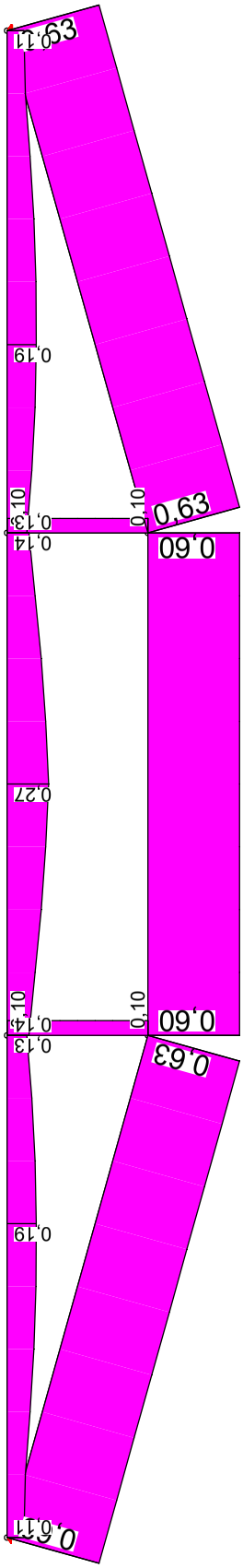
LFK EN1993.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rz(l). 0,73 [kN/m] =

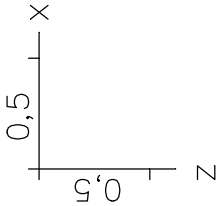
Maßstab: 1: 34



Maßstab: 1: 34

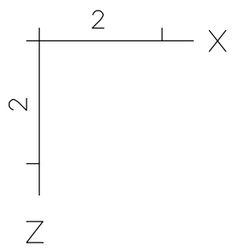
LFK EN1993.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1
Deformationen min,max uz [mm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,000/7,495 [mm]

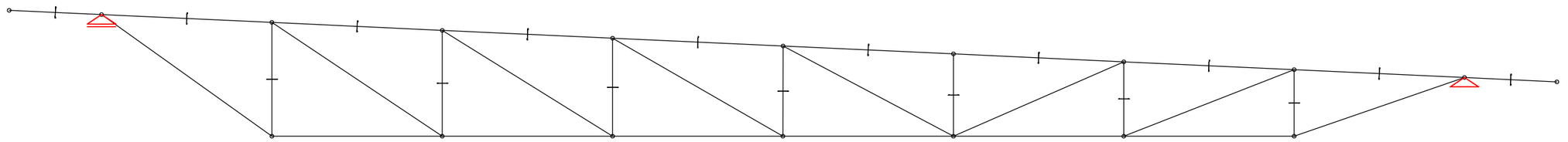


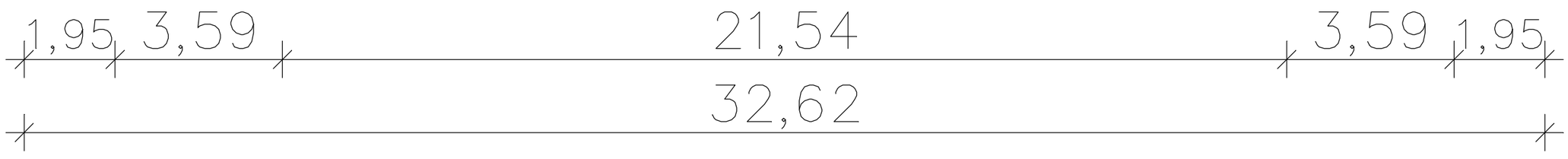


Ausnutzung nach EN 1993-1-1. 0,46 [-] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,10/0,63 [-]

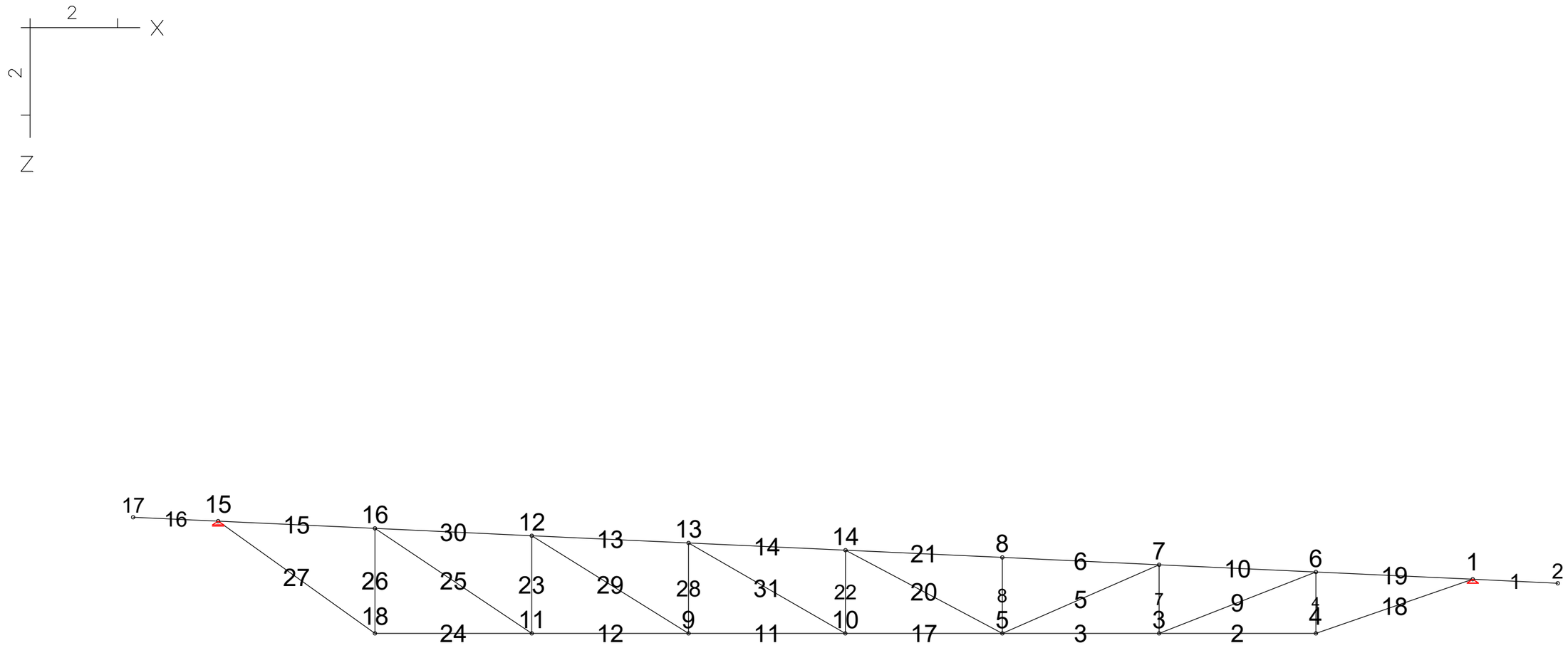
Maßstab: 1: 34





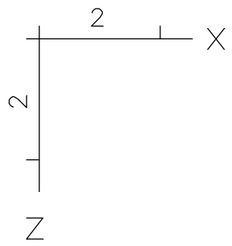


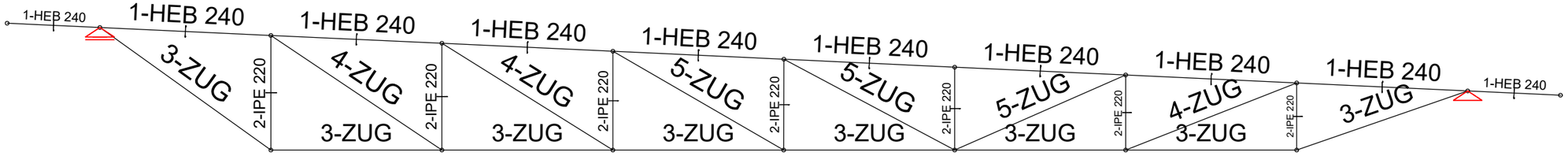
Maßstab: 1: 100



Element- und Knotennummern

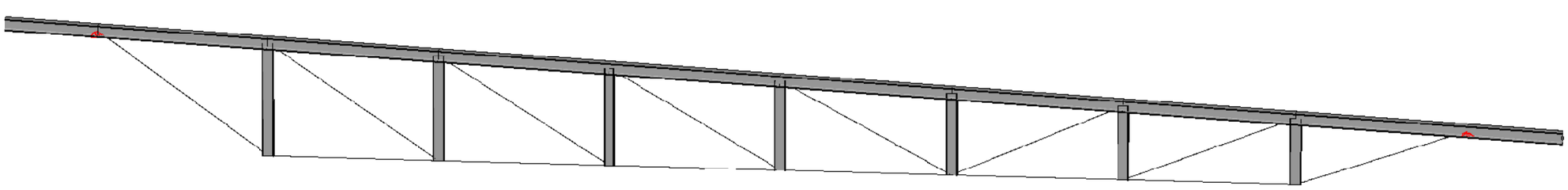
Maßstab: 1: 100





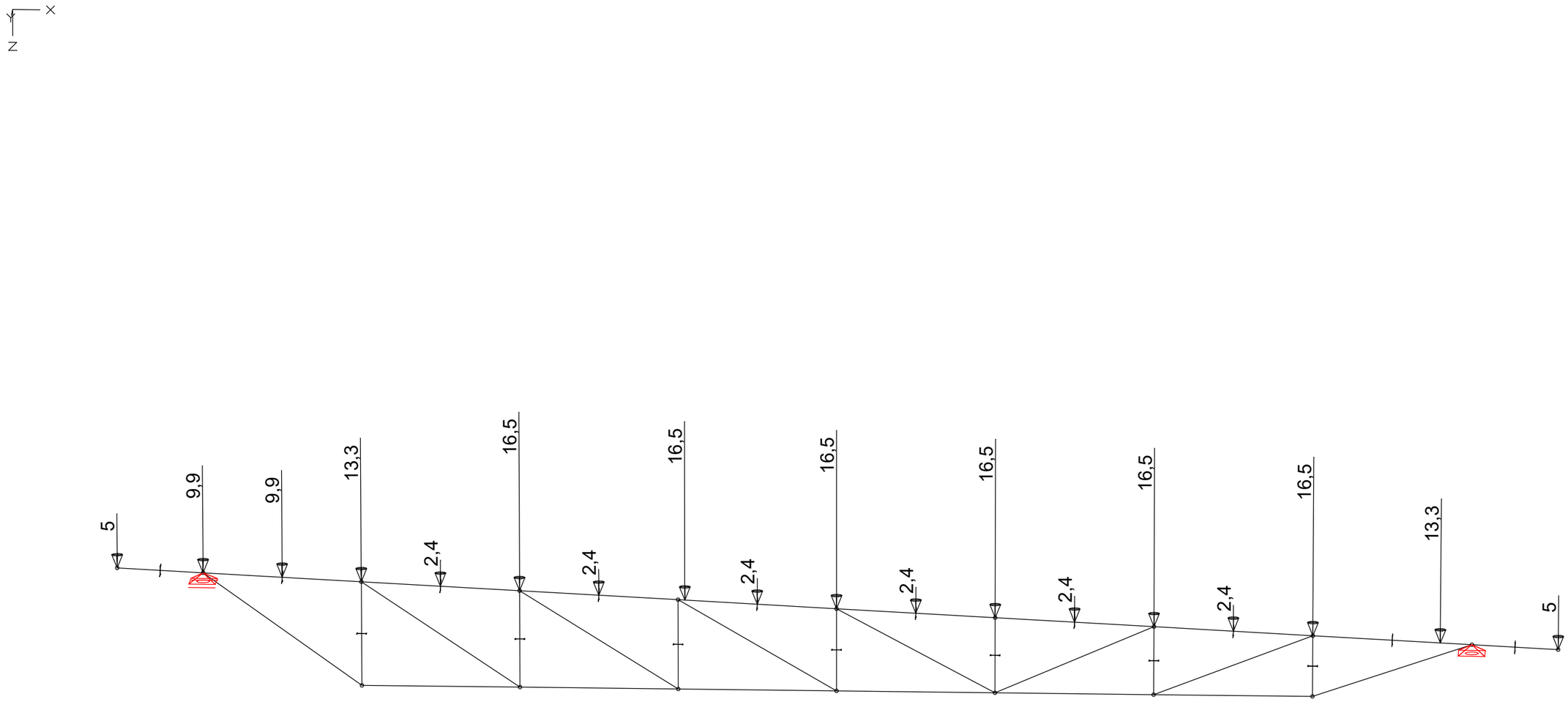
Querschnittsnamen

Maßstab: 1: 101



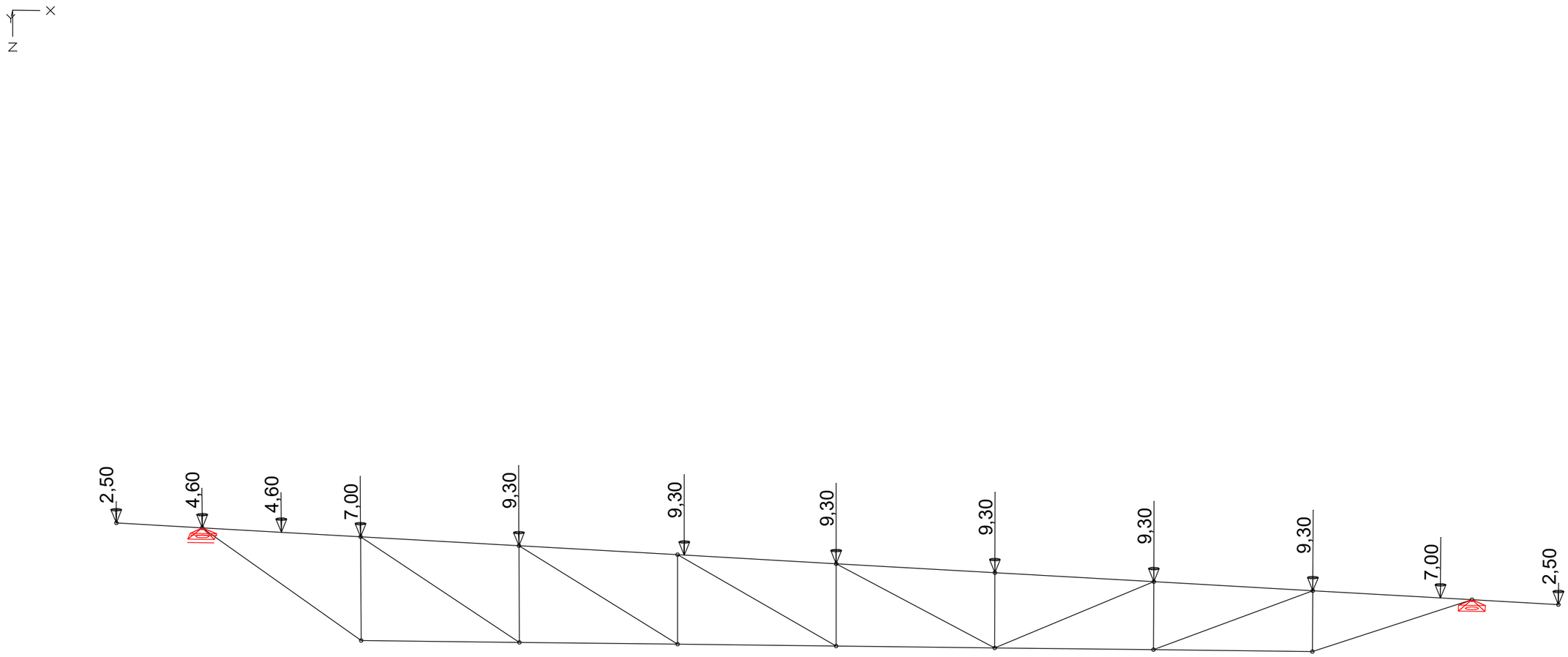
Maßstab: 1: 100

EIGENLAST



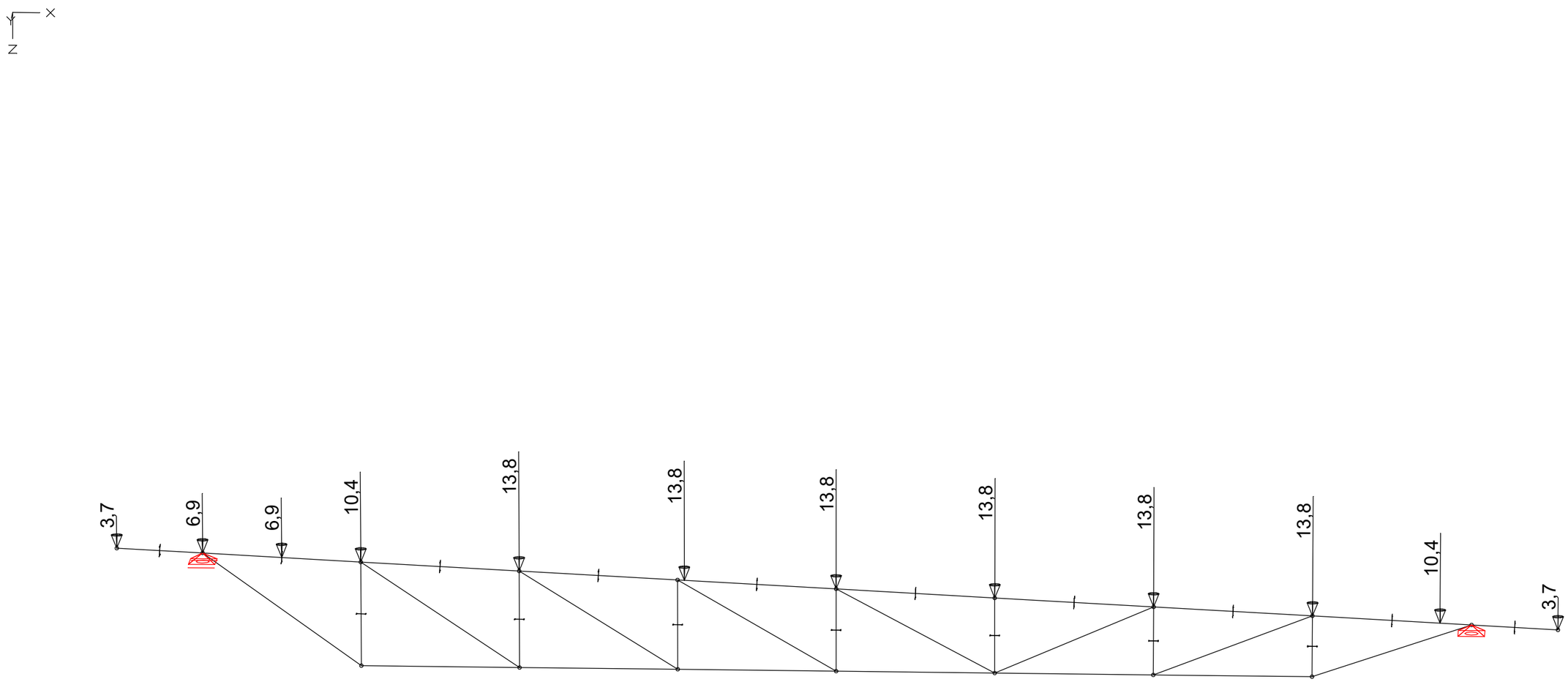
LF 1: Belastung, G ständige Lasten

Maßstab: 1: 100



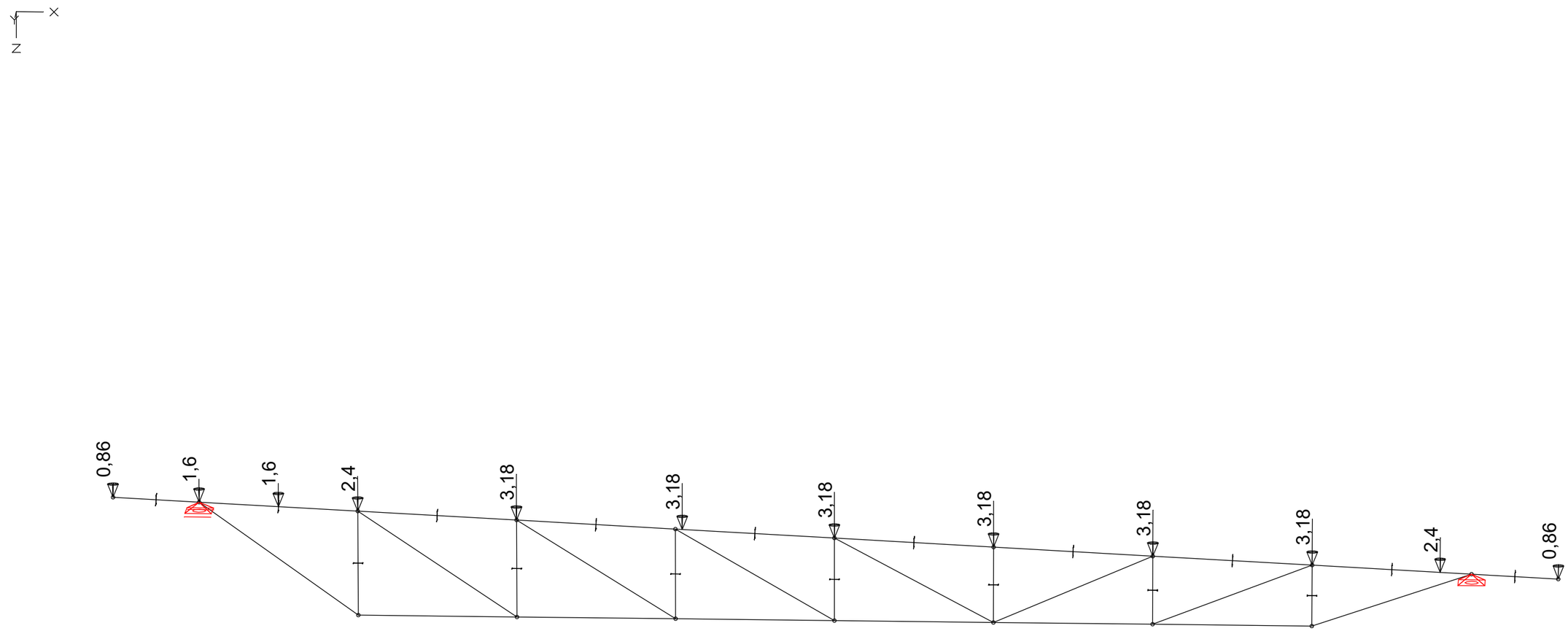
LF 2: Belastung, Q PV+Insta

Maßstab: 1: 100



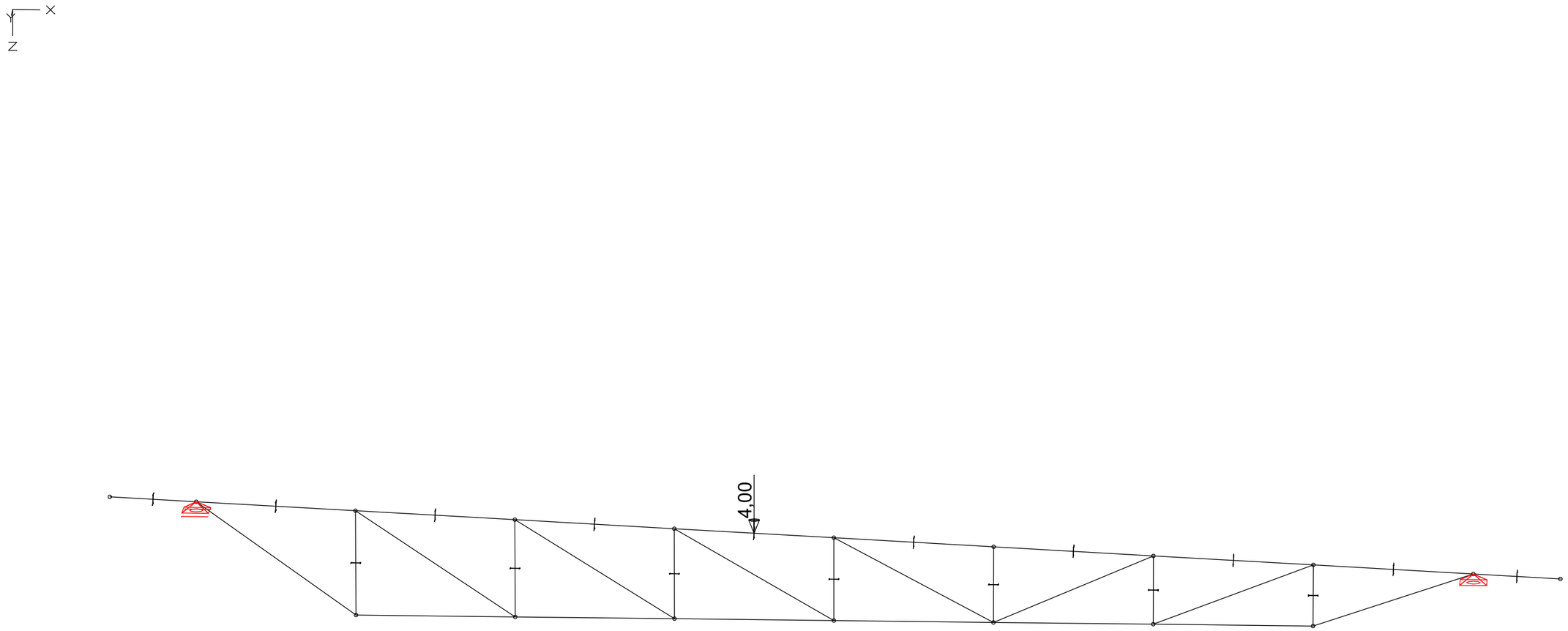
LF 3: Belastung, Qs Schnee

Maßstab: 1: 100



LF 4: Belastung, Qw Wind

Maßstab: 1: 100



LF 5: Belastung, Q Sportgerät

Maßstab: 1: 100

EN 1993-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle

1	G ständige Lasten

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

2	Q PV+Insta
5	Q Sportgerät

QS - Schnee- und Eislast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Schneelasten - Orte in CEN-Mitgliedsstaaten niedriger als 1000 m ü. NN
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,5 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

3	Qs Schnee

QW - Windlast

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

4	Qw Wind

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Nutzlast, Verkehrslast
QS	Schnee- und Eislast
QW	Windlast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G	Eigenlast
QN	Nutzlast, Verkehrslast
QS	Schnee- und Eislast

QW Windlast

Finite Elemente Vers. 25.00 x64

Materialkennwerte

Nr.	Material-Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul	Querdehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	S235-EN	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
2	S235-EN	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
3	Stahl	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
4	Stahl	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
5	Stahl	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500

Querschnittswerte

```
Nr.   1 HEB 240
        A = 1,060e-02 [m²]
        Ix = 1,030e-06 [m4], Iy = 1,126e-04 [m4], Iz = 3,920e-05 [m4]
Nr.   2 IPE 220
        A = 3,340e-03 [m²]
        Ix = 9,100e-08 [m4], Iy = 2,770e-05 [m4], Iz = 2,050e-06 [m4]
Nr.   3 ZUG
        Tragwirkung: Nur Zugkraft
        A = 4,247e-03 [m²]
        Ix =     -.-   [m4], Iy =     -.-   [m4], Iz =     -.-   [m4]
Nr.   4 ZUG
        Tragwirkung: Nur Zugkraft
        A = 1,380e-03 [m²]
        Ix =     -.-   [m4], Iy =     -.-   [m4], Iz =     -.-   [m4]
Nr.   5 ZUG
        Tragwirkung: Nur Zugkraft
        A = 7,060e-04 [m²]
        Ix =     -.-   [m4], Iy =     -.-   [m4], Iz =     -.-   [m4]
```

Systemkenngrößen

Knoten	18
Elemente	31
Festhaltungen	4
Unbekannte	108
Bandbreite	0
Steifigkeitsmatrix	11,7 KB
Massenmatrix	11,7 KB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	G ständige Lasten
2	Q PV+Insta
3	Qs Schnee
4	Qw Wind
5	Q Sportgerät
6	|22| EN1993 1. Ständige und vorübergehende Situation

Lastdaten Lastfall 1 (G ständige Lasten)

```
EG  : Eigengewicht für alle Elemente
      Wichtungsfaktoren:  fx / fy / fz =   0,0000 /   0,000 /   1,000
```

PG : Einzellast (global)

x [m]	y	z	Px [kN]	Py	Pz
12,720	0,000	-2,237	0,00	0,00	16,50
16,464	0,000	-2,064	0,00	0,00	16,50
19,900	0,000	-1,905	0,00	0,00	16,50
23,490	0,000	-1,739	0,00	0,00	16,50
27,080	0,000	-1,573	0,00	0,00	16,50
9,130	0,000	-2,404	0,00	0,00	13,30
30,670	0,000	-1,406	0,00	0,00	16,50
10,925	0,000	-2,320	0,00	0,00	2,40
14,515	0,000	-2,154	0,00	0,00	2,40
18,105	0,000	-1,988	0,00	0,00	2,40
21,695	0,000	-1,822	0,00	0,00	2,40
25,285	0,000	-1,656	0,00	0,00	2,40
28,875	0,000	-1,490	0,00	0,00	2,40
3,590	0,000	-2,660	0,00	0,00	5,00
5,540	0,000	-2,570	0,00	0,00	9,90
7,335	0,000	-2,487	0,00	0,00	9,90
36,210	0,000	-1,150	0,00	0,00	5,00
33,549	0,000	-1,273	0,00	0,00	13,30

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 1

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	212,40
Auflagerkräfte :	-0,00	0,00	212,40
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 2 (Q PV+Insta)

PG : Einzellast (global)

x [m]	y	z	Px [kN]	Py	Pz
12,720	0,000	-2,237	0,00	0,00	9,30
16,464	0,000	-2,064	0,00	0,00	9,30
19,900	0,000	-1,905	0,00	0,00	9,30
23,490	0,000	-1,739	0,00	0,00	9,30
27,080	0,000	-1,573	0,00	0,00	9,30
9,130	0,000	-2,404	0,00	0,00	7,00
30,670	0,000	-1,406	0,00	0,00	9,30
3,590	0,000	-2,660	0,00	0,00	2,50
5,540	0,000	-2,570	0,00	0,00	4,60
7,335	0,000	-2,487	0,00	0,00	4,60
36,210	0,000	-1,150	0,00	0,00	2,50
33,549	0,000	-1,273	0,00	0,00	7,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 2

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	-0,00	0,00	84,00
Auflagerkräfte :	0,00	0,00	84,00
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 3 (Qs Schnee)

PG : Einzellast (global)

x [m]	y	z	Px [kN]	Py	Pz
12,720	0,000	-2,237	0,00	0,00	13,80
16,464	0,000	-2,064	0,00	0,00	13,80

Lastdaten Lastfall 3 (Qs Schnee)

PG : Einzellast (global)

x [m]	y	z	Px [kN]	Py	Pz
19,900	0,000	-1,905	0,00	0,00	13,80
23,490	0,000	-1,739	0,00	0,00	13,80
27,080	0,000	-1,573	0,00	0,00	13,80
9,130	0,000	-2,404	0,00	0,00	10,40
30,670	0,000	-1,406	0,00	0,00	13,80
3,590	0,000	-2,660	0,00	0,00	3,70
5,540	0,000	-2,570	0,00	0,00	6,90
7,335	0,000	-2,487	0,00	0,00	6,90
36,210	0,000	-1,150	0,00	0,00	3,70
33,549	0,000	-1,273	0,00	0,00	10,40

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 3

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	124,80
Auflagerkräfte :	-0,00	0,00	124,80
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 4 (Qw Wind)

PG : Einzellast (global)

x [m]	y	z	Px [kN]	Py	Pz
12,720	0,000	-2,237	0,00	0,00	3,18
16,464	0,000	-2,064	0,00	0,00	3,18
19,900	0,000	-1,905	0,00	0,00	3,18
23,490	0,000	-1,739	0,00	0,00	3,18
27,080	0,000	-1,573	0,00	0,00	3,18
30,670	0,000	-1,406	0,00	0,00	3,18
3,590	0,000	-2,660	0,00	0,00	0,86
5,540	0,000	-2,570	0,00	0,00	1,60
7,335	0,000	-2,487	0,00	0,00	1,60
36,210	0,000	-1,150	0,00	0,00	0,86
33,549	0,000	-1,273	0,00	0,00	2,40
9,130	0,000	-2,404	0,00	0,00	2,40

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 4

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	28,80
Auflagerkräfte :	-0,00	0,00	28,80
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 5 (Q Sportgerät)

PG : Einzellast (global)

x [m]	y	z	Px [kN]	Py	Pz
18,105	0,000	-1,988	0,00	0,00	4,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 5

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	0,00	0,00	4,00
Auflagerkräfte :	-0,00	0,00	4,00
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 6 (|22| EN1993 1. Ständige und vorübergehende Situation)

```
EINF: Lastdaten einfügen
      Lastfall   1  bis   1   Wichtungsfaktor    1,350
      Lastfall   2  bis   2   Wichtungsfaktor    1,500
      Lastfall   3  bis   3   Wichtungsfaktor    0,750
      Lastfall   4  bis   4   Wichtungsfaktor    1,500
      Lastfall   5  bis   5   Wichtungsfaktor    1,500
TH  : Berechnungstheorie 1. Ordnung
```

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 6

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	-0,00	0,00	555,55
Auflagerkräfte :	0,00	0,00	555,55
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	0,00

Nachweise nach EN 1993-1-1:2005/A1:2014

Gemäß EN 1993-1-1, Kapitel 6.2.1 wird für die Klassen 1, 2, 3 und 4 die elastische Querschnittstragfähigkeit nachgewiesen.

Für Querschnitte der Klasse 4 erfolgt der Nachweis mit effektiven Querschnittswerten gemäß EN 1993-1-5, Kapitel 4.3.

Die Einwirkungen werden nach EN 1990, Gl. (6.10), mit Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten nach EN 1990:2021 kombiniert.

Der Nachweis erfolgt für alle möglichen Kombinationen der Einwirkungen.

Bezeichnungen im Ausdruck

```
A               : Querschnittsfläche.
Ix,Iy,Iz,Iyz    : Trägheitsmomente.
```

Spannungsermittlung

Die Längs- und Schubspannungen werden für polygonal berandete, homogene Querschnitte infolge Längskraft, Biegemomenten, Querkräften und Torsion berechnet. Die Ermittlung der Schubkenngrößen erfolgt nach der Boundary-Element-Methode. Die Berechnungspunkte für alle Spannungen sind Randpunkte des Querschnitts.

Querschnittsklassifizierung

Die Klassifizierung erfolgt für Listenprofile und Parameterquerschnitte nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2. T-Profile werden wie einseitig gestützte Flansche behandelt. Benutzerdefinierte Polygonquerschnitte werden in Klasse 3 eingestuft, sofern nicht eine abweichende Vorgabe erfolgt.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl

	gamma.M0
Ständige und vorüberg. Komb.	1,00
Außergew. Kombination	1,00

Charakteristische Materialkennwerte

Streckgrenzen für Baustahl nach EN 1993-1-1, Tab. 3.1, für t <= 40 mm [MN/m²].
Grenzspannungen gemäß Gl. (6.19) und Gl. (6.42).

		Ständige K.		Außerg. K.	
Material	fyk	Sigma.Rd	Tau.Rd	Sigma.Rd	Tau.Rd
S235-EN	235	235,00	135,68	235,00	135,68
Stahl	360	360,00	207,85	360,00	207,85

Querschnittswerte

Querschnitt	Material	A[mm²]	Iy[m4] / Iz[m4]	Ix[m4] / Iyz[m4]
1 HEB 240	S235-EN	10600	1,1260e-04	1,0300e-06
			3,9200e-05	0,0000e+00
2 IPE 220	S235-EN	3340	2,7700e-05	9,1000e-08
			2,0500e-06	0,0000e+00
3 ZUG	Stahl 360	4247	-.-	-.-
4 ZUG	Stahl 360	1380	-.-	-.-
5 ZUG	Stahl 360	706	-.-	-.-

EN 1993-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 1

Lastfälle
---------
1    G ständige Lasten
```

QN - Nutzlast, Verkehrslast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie E: Lagerflächen
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 1 / 0,9 / 0,8

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
2    Q PV+Insta
5    Q Sportgerät
```

QS - Schnee- und Eislast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Schneelasten - Orte in CEN-Mitgliedsstaaten niedriger als 1000 m ü. NN
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,5 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
3    Qs  Schnee
```

QW - Windlast

```
Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten
Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv
-------------------------------
4    Qw  Wind
```

1. Ständige und vorübergehende Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QS - Schnee- und Eislast
QW - Windlast
```

1. Seltene (charakteristische) Situation

```
Endzustand

G  - Eigenlast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QS - Schnee- und Eislast
QW - Windlast
```

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für Stäbe

Die Ergebnisse stellen die Extrema aller Kombinationen dar.

Klasse Maßgebende Querschnittsklasse nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2.
Im elastischen Nachweis sind die Klassen 1 und 2 nicht relevant,
die Einstufung erfolgt deshalb mindestens in Klasse 3.
Ausnutzung Verhältnis der Beanspruchung Ed und der Beanspruchbarkeit Rd.
SK Ständige und vorüberg. Komb.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung elastisch	plastisch
1	1	1	SK.1	3	0,16	.
		2	SK.1	3	0,14	.
		3	SK.1	3	0,12	.
		4	SK.1	3	0,10	.
		5	SK.1	3	0,08	.
		6	SK.1	3	0,07	.
		7	SK.1	3	0,07	.
		8	SK.1	3	0,06	.
		9	SK.1	3	0,06	.
2	3	1	SK.1	3	0,41	.
		2	SK.1	3	0,41	.
		3	SK.1	3	0,41	.
		4	SK.1	3	0,41	.
		5	SK.1	3	0,41	.
		6	SK.1	3	0,41	.
		7	SK.1	3	0,41	.
		8	SK.1	3	0,41	.
		9	SK.1	3	0,41	.
3	3	1	SK.1	3	0,62	.
		2	SK.1	3	0,62	.
		3	SK.1	3	0,62	.
		4	SK.1	3	0,62	.
		5	SK.1	3	0,62	.
		6	SK.1	3	0,62	.
		7	SK.1	3	0,62	.
		8	SK.1	3	0,62	.
		9	SK.1	3	0,62	.
4	2	1	SK.1	3	0,27	.
		2	SK.1	3	0,27	.
		3	SK.1	3	0,27	.
		4	SK.1	3	0,27	.
		5	SK.1	3	0,27	.
		6	SK.1	3	0,27	.
		7	SK.1	3	0,27	.
		8	SK.1	3	0,27	.
		9	SK.1	3	0,27	.
5	5	1	SK.1	3	0,56	.
		2	SK.1	3	0,56	.
		3	SK.1	3	0,56	.
		4	SK.1	3	0,56	.
		5	SK.1	3	0,56	.
		6	SK.1	3	0,56	.
		7	SK.1	3	0,56	.
		8	SK.1	3	0,57	.
		9	SK.1	3	0,57	.
6	1	1	SK.1	3	0,56	.
		2	SK.1	3	0,56	.
		3	SK.1	3	0,57	.
		4	SK.1	3	0,57	.
		5	SK.1	3	0,57	.
		6	SK.1	3	0,57	.
		7	SK.1	3	0,57	.
		8	SK.1	3	0,56	.
		9	SK.1	3	0,56	.
7	2	1	SK.1	3	0,16	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung elastisch	plastisch
		2	SK.1	3	0,16	.
		3	SK.1	3	0,16	.
		4	SK.1	3	0,16	.
		5	SK.1	3	0,16	.
		6	SK.1	3	0,16	.
		7	SK.1	3	0,16	.
		8	SK.1	3	0,16	.
		9	SK.1	3	0,16	.
8	2	1	SK.1	3	0,09	.
		2	SK.1	3	0,09	.
		3	SK.1	3	0,09	.
		4	SK.1	3	0,09	.
		5	SK.1	3	0,09	.
		6	SK.1	3	0,09	.
		7	SK.1	3	0,09	.
		8	SK.1	3	0,09	.
		9	SK.1	3	0,09	.
9	4	1	SK.1	3	0,69	.
		2	SK.1	3	0,69	.
		3	SK.1	3	0,69	.
		4	SK.1	3	0,69	.
		5	SK.1	3	0,69	.
		6	SK.1	3	0,69	.
		7	SK.1	3	0,69	.
		8	SK.1	3	0,69	.
		9	SK.1	3	0,69	.
10	1	1	SK.1	3	0,50	.
		2	SK.1	3	0,50	.
		3	SK.1	3	0,49	.
		4	SK.1	3	0,48	.
		5	SK.1	3	0,47	.
		6	SK.1	3	0,45	.
		7	SK.1	3	0,43	.
		8	SK.1	3	0,41	.
		9	SK.1	3	0,39	.
11	3	1	SK.1	3	0,60	.
		2	SK.1	3	0,60	.
		3	SK.1	3	0,60	.
		4	SK.1	3	0,60	.
		5	SK.1	3	0,60	.
		6	SK.1	3	0,60	.
		7	SK.1	3	0,60	.
		8	SK.1	3	0,60	.
		9	SK.1	3	0,60	.
12	3	1	SK.1	3	0,43	.
		2	SK.1	3	0,43	.
		3	SK.1	3	0,43	.
		4	SK.1	3	0,43	.
		5	SK.1	3	0,43	.
		6	SK.1	3	0,43	.
		7	SK.1	3	0,43	.
		8	SK.1	3	0,43	.
		9	SK.1	3	0,43	.
13	1	1	SK.1	3	0,47	.
		2	SK.1	3	0,46	.
		3	SK.1	3	0,46	.
		4	SK.1	3	0,45	.
		5	SK.1	3	0,44	.
		6	SK.1	3	0,43	.
		7	SK.1	3	0,41	.
		8	SK.1	3	0,39	.
		9	SK.1	3	0,37	.
14	1	1	SK.1	3	0,50	.
		2	SK.1	3	0,49	.
		3	SK.1	3	0,52	.
		4	SK.1	3	0,55	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung elastisch	plastisch
		5	SK.1	3	0,58	.
		6	SK.1	3	0,58	.
		7	SK.1	3	0,59	.
		8	SK.1	3	0,59	.
		9	SK.1	3	0,59	.
15	1	1	SK.1	3	0,31	.
		2	SK.1	3	0,26	.
		3	SK.1	3	0,21	.
		4	SK.1	3	0,18	.
		5	SK.1	3	0,17	.
		6	SK.1	3	0,15	.
		7	SK.1	3	0,17	.
		8	SK.1	3	0,20	.
		9	SK.1	3	0,22	.
16	1	1	SK.1	3	0,06	.
		2	SK.1	3	0,06	.
		3	SK.1	3	0,07	.
		4	SK.1	3	0,07	.
		5	SK.1	3	0,08	.
		6	SK.1	3	0,10	.
		7	SK.1	3	0,12	.
		8	SK.1	3	0,14	.
		9	SK.1	3	0,16	.
17	3	1	SK.1	3	0,68	.
		2	SK.1	3	0,68	.
		3	SK.1	3	0,68	.
		4	SK.1	3	0,68	.
		5	SK.1	3	0,68	.
		6	SK.1	3	0,68	.
		7	SK.1	3	0,68	.
		8	SK.1	3	0,68	.
		9	SK.1	3	0,68	.
18	3	1	SK.1	3	0,43	.
		2	SK.1	3	0,43	.
		3	SK.1	3	0,43	.
		4	SK.1	3	0,43	.
		5	SK.1	3	0,43	.
		6	SK.1	3	0,43	.
		7	SK.1	3	0,43	.
		8	SK.1	3	0,43	.
		9	SK.1	3	0,43	.
19	1	1	SK.1	3	0,26	.
		2	SK.1	3	0,26	.
		3	SK.1	3	0,26	.
		4	SK.1	3	0,26	.
		5	SK.1	3	0,26	.
		6	SK.1	3	0,25	.
		7	SK.1	3	0,25	.
		8	SK.1	3	0,34	.
		9	SK.1	3	0,41	.
20	5	1	SK.1	3	0,14	.
		2	SK.1	3	0,14	.
		3	SK.1	3	0,14	.
		4	SK.1	3	0,14	.
		5	SK.1	3	0,14	.
		6	SK.1	3	0,14	.
		7	SK.1	3	0,14	.
		8	SK.1	3	0,14	.
		9	SK.1	3	0,14	.
21	1	1	SK.1	3	0,61	.
		2	SK.1	3	0,61	.
		3	SK.1	3	0,61	.
		4	SK.1	3	0,60	.
		5	SK.1	3	0,60	.
		6	SK.1	3	0,59	.
		7	SK.1	3	0,58	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung elastisch	plastisch
		8	SK.1	3	0,57	.
		9	SK.1	3	0,56	.
22	2	1	SK.1	3	0,09	.
		2	SK.1	3	0,09	.
		3	SK.1	3	0,09	.
		4	SK.1	3	0,09	.
		5	SK.1	3	0,09	.
		6	SK.1	3	0,09	.
		7	SK.1	3	0,09	.
		8	SK.1	3	0,09	.
		9	SK.1	3	0,09	.
23	2	1	SK.1	3	0,25	.
		2	SK.1	3	0,25	.
		3	SK.1	3	0,25	.
		4	SK.1	3	0,25	.
		5	SK.1	3	0,25	.
		6	SK.1	3	0,25	.
		7	SK.1	3	0,25	.
		8	SK.1	3	0,25	.
		9	SK.1	3	0,25	.
24	3	1	SK.1	3	0,24	.
		2	SK.1	3	0,24	.
		3	SK.1	3	0,24	.
		4	SK.1	3	0,24	.
		5	SK.1	3	0,24	.
		6	SK.1	3	0,24	.
		7	SK.1	3	0,24	.
		8	SK.1	3	0,24	.
		9	SK.1	3	0,24	.
25	4	1	SK.1	3	0,72	.
		2	SK.1	3	0,72	.
		3	SK.1	3	0,72	.
		4	SK.1	3	0,72	.
		5	SK.1	3	0,72	.
		6	SK.1	3	0,72	.
		7	SK.1	3	0,72	.
		8	SK.1	3	0,72	.
		9	SK.1	3	0,72	.
26	2	1	SK.1	3	0,33	.
		2	SK.1	3	0,33	.
		3	SK.1	3	0,33	.
		4	SK.1	3	0,33	.
		5	SK.1	3	0,33	.
		6	SK.1	3	0,33	.
		7	SK.1	3	0,33	.
		8	SK.1	3	0,33	.
		9	SK.1	3	0,33	.
27	3	1	SK.1	3	0,29	.
		2	SK.1	3	0,29	.
		3	SK.1	3	0,29	.
		4	SK.1	3	0,29	.
		5	SK.1	3	0,29	.
		6	SK.1	3	0,29	.
		7	SK.1	3	0,29	.
		8	SK.1	3	0,29	.
		9	SK.1	3	0,29	.
28	2	1	SK.1	3	0,20	.
		2	SK.1	3	0,20	.
		3	SK.1	3	0,20	.
		4	SK.1	3	0,20	.
		5	SK.1	3	0,20	.
		6	SK.1	3	0,20	.
		7	SK.1	3	0,20	.
		8	SK.1	3	0,20	.
		9	SK.1	3	0,20	.
29	4	1	SK.1	3	0,60	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung elastisch	plastisch
		2	SK.1	3	0,60	.
		3	SK.1	3	0,60	.
		4	SK.1	3	0,60	.
		5	SK.1	3	0,60	.
		6	SK.1	3	0,60	.
		7	SK.1	3	0,60	.
		8	SK.1	3	0,60	.
		9	SK.1	3	0,60	.
30	1	1	SK.1	3	0,34	.
		2	SK.1	3	0,31	.
		3	SK.1	3	0,28	.
		4	SK.1	3	0,28	.
		5	SK.1	3	0,30	.
		6	SK.1	3	0,32	.
		7	SK.1	3	0,34	.
		8	SK.1	3	0,35	.
		9	SK.1	3	0,37	.
31	5	1	SK.1	3	0,60	.
		2	SK.1	3	0,60	.
		3	SK.1	3	0,60	.
		4	SK.1	3	0,60	.
		5	SK.1	3	0,60	.
		6	SK.1	3	0,60	.
		7	SK.1	3	0,60	.
		8	SK.1	3	0,60	.
		9	SK.1	3	0,60	.

Maßstab: 1:

Max. Querschnittsausnutzung

```
Klasse      Maßgebende Querschnittsklasse nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2.
            Im elastischen Nachweis sind die Klassen 1 und 2 nicht relevant,
            die Einstufung erfolgt deshalb mindestens in Klasse 3.
Ausnutzung  Verhältnis der Beanspruchung Ed und der Beanspruchbarkeit Rd.
x           Abstand vom Stabanfang [m].
SK          Ständige und vorüberg. Komb.
```

Querschnitt	Material	Stab	Ort	x[m]	Komb.	Klasse	Ausnutzung
1 HEB 240	S235-EN	21	1	0,00	SK.1	3	0,61
2 IPE 220	S235-EN	26	1	0,00	SK.1	3	0,33
3 ZUG	Stahl 360	17	1	0,00	SK.1	3	0,68
4 ZUG	Stahl 360	25	1	0,00	SK.1	3	0,72
5 ZUG	Stahl 360	31	1	0,00	SK.1	3	0,60

Auflagerreaktionen aller Lastfälle

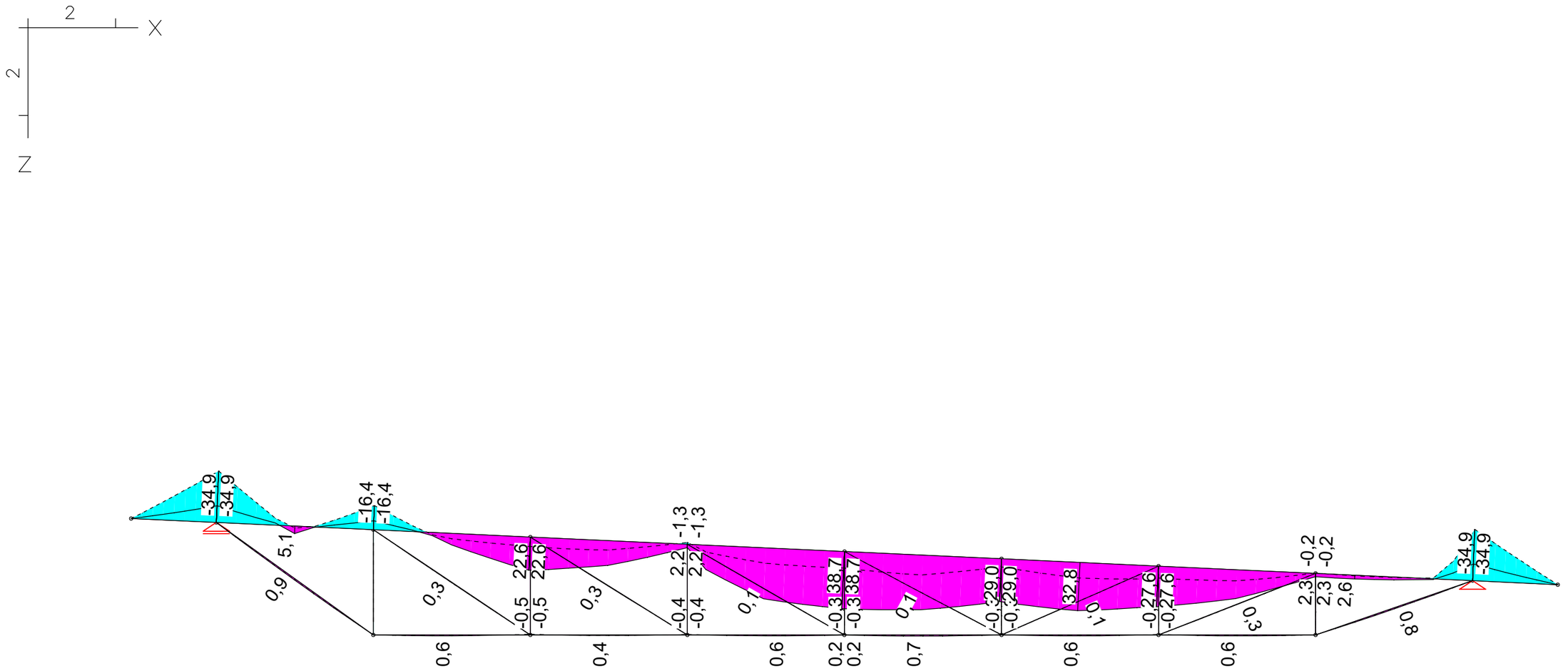
Knoten	LF.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	1	-0,00	0,00	104,23	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	41,93	0,00	0,00	0,00
	3	-0,00	0,00	62,22	0,00	0,00	0,00
	4	-0,00	0,00	14,35	0,00	0,00	0,00
	5	-0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00
4	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	1	0,00	0,00	108,18	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	42,07	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	62,58	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	14,45	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	2,25	0,00	0,00	0,00
18	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	G ständige Lasten	0,000	0,000	212,404
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	212,404
2	Q PV+Insta	-0,000	0,000	84,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	84,000
3	Qs Schnee	0,000	0,000	124,800
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	124,800
4	Qw Wind	0,000	0,000	28,800
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	28,800
5	Q Sportgerät	0,000	0,000	4,000
	Auflagerreaktionen	-0,000	0,000	4,000

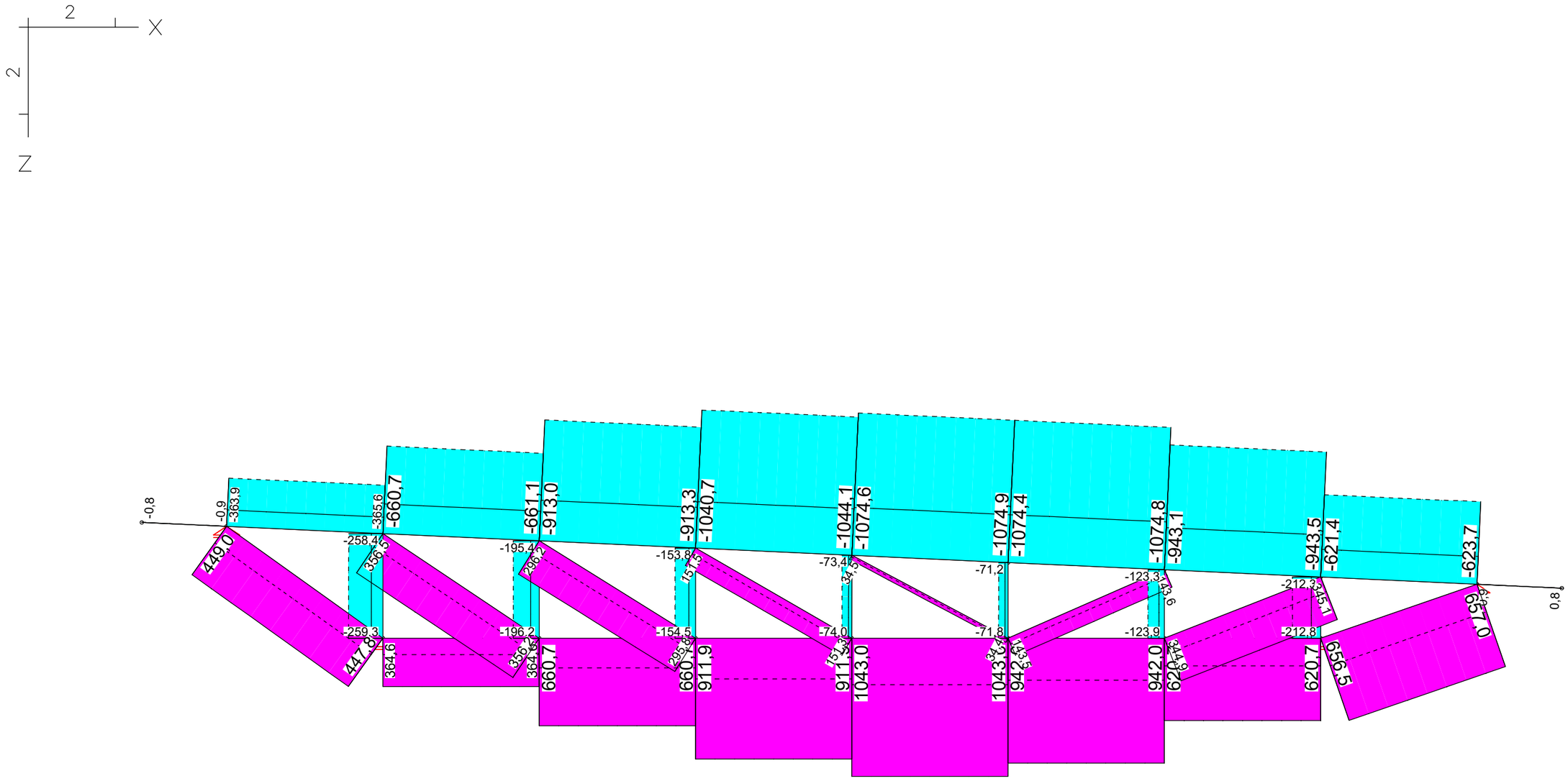
Stahlprofil Gesamtgewicht

	Querschnitt	Anzahl Stäbe	G-Länge [m]	E-Gewicht [kg/m]	G-Gewicht [t]
1	1 HEB 240 - S235-EN	10	32,655	83,210	2,72
2	2 IPE 220 - S235-EN	7	13,335	26,219	0,35
3	3 ZUG - Stahl	8	29,753	33,339	0,99
4	4 ZUG - Stahl	3	12,406	10,833	0,13
5	5 ZUG - Stahl	3	12,128	5,542	0,07
6	Summe	31	100,277		4,26



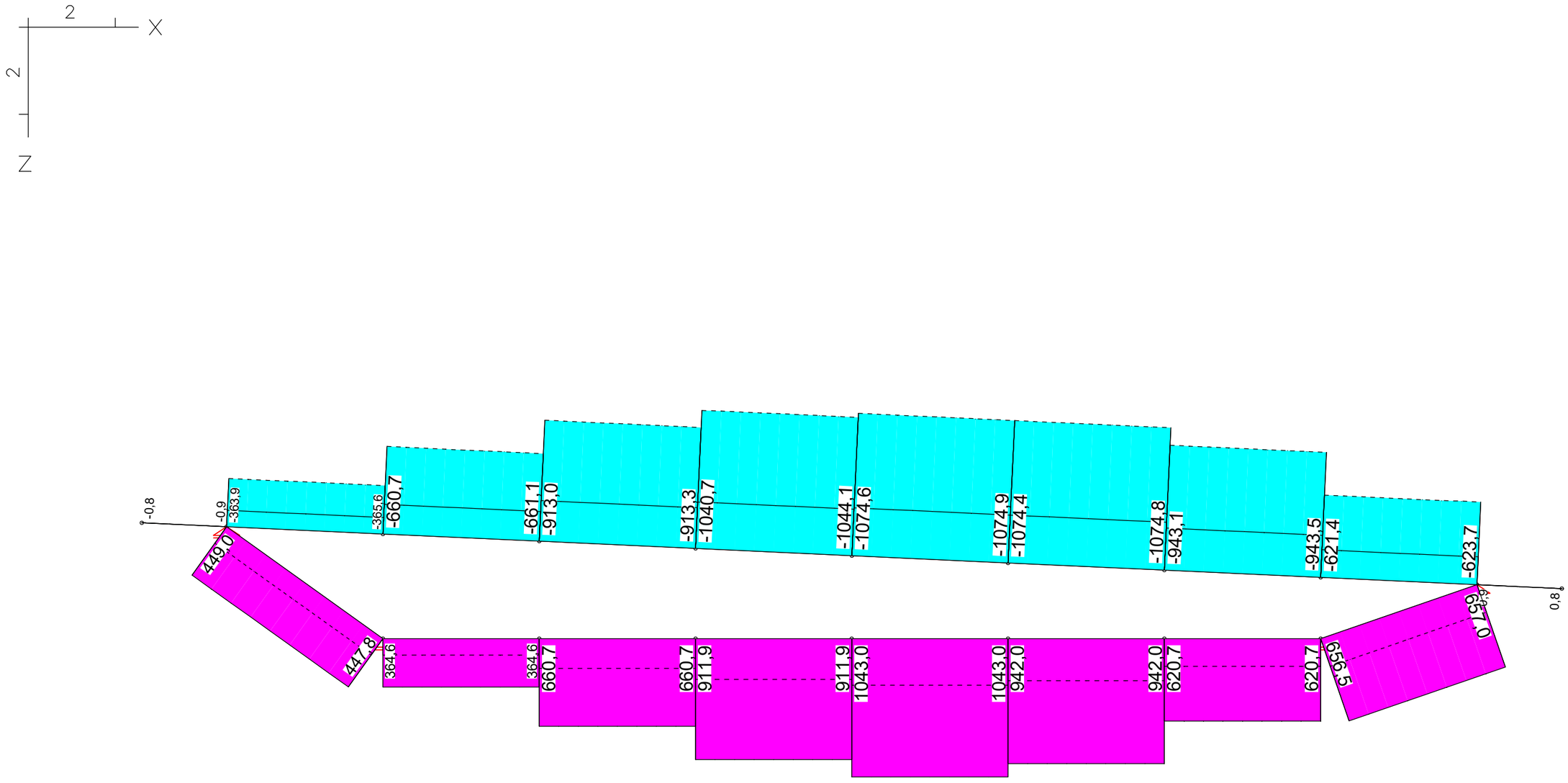
LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max My. 29,72 [kNm] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -34,94/38,72 [kNm]

Maßstab: 1: 100



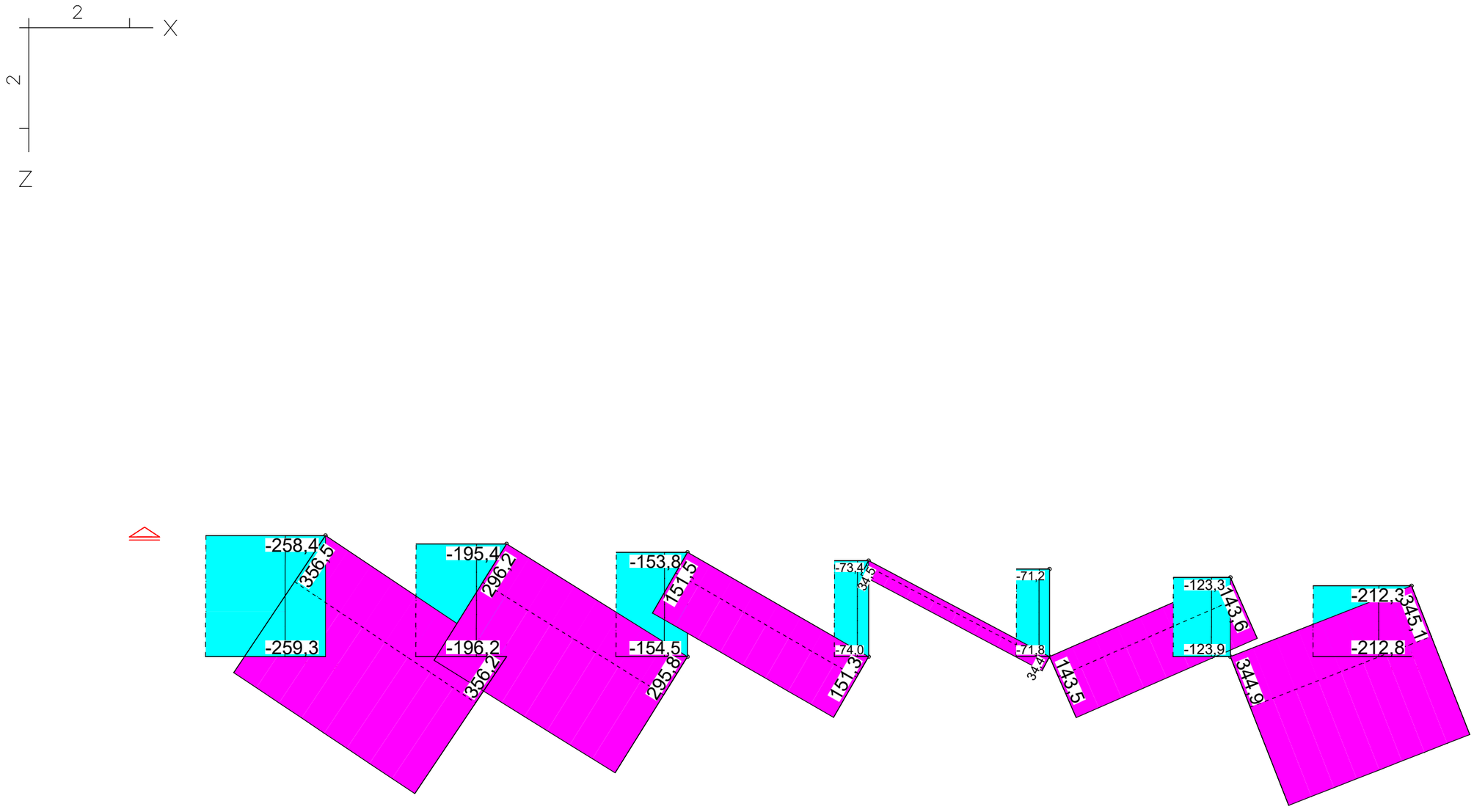
LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max Nx. 332,84 [kN] =⊢——⊣
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -1074,95/1043,04 [kN]

Maßstab: 1: 101



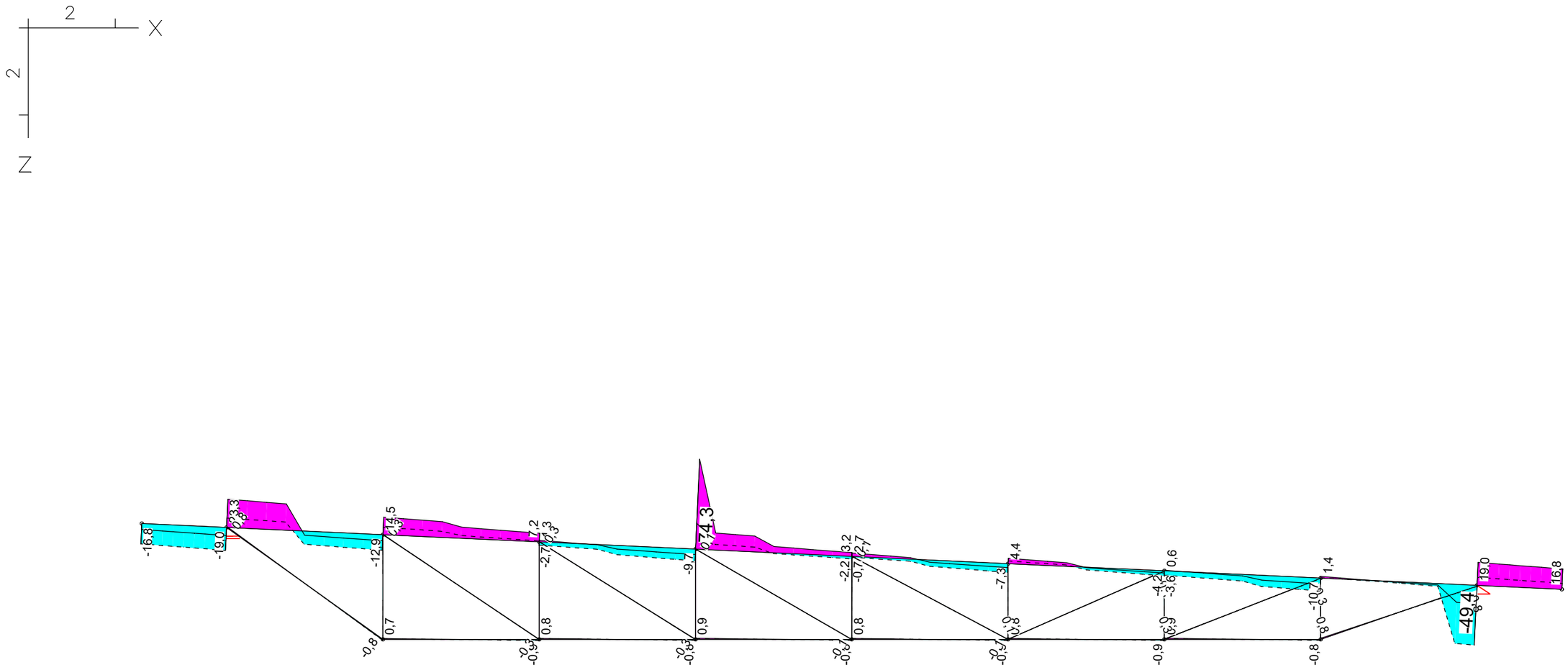
LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max Nx. 332,84 [kN] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -1074,95/1043,04 [kN]

Maßstab: 1: 101



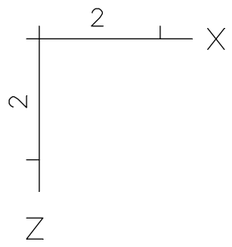
LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max Nx. 97,19 [kN] =
Wertebereich (Teilsystem, min/max): -259,28/356,51 [kN]

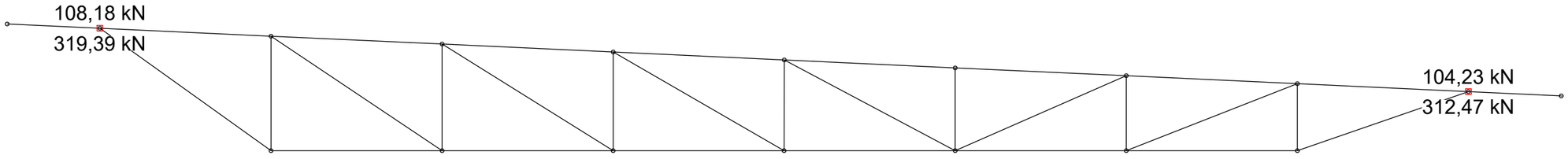
Maßstab: 1: 89



LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Schnittgrößen min,max Qz. 36,47 [kN] =⊢——⊣
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -49,40/74,31 [kN]

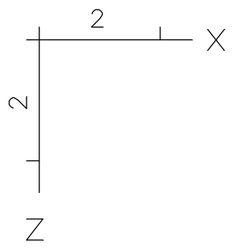
Maßstab: 1: 101

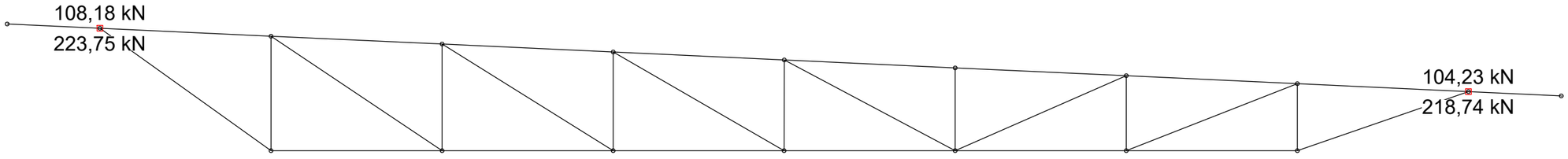




LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rz(l). 0,49 [kN/m] =

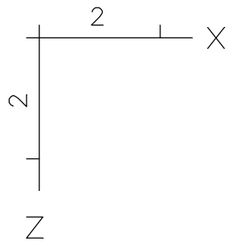
Maßstab: 1: 101

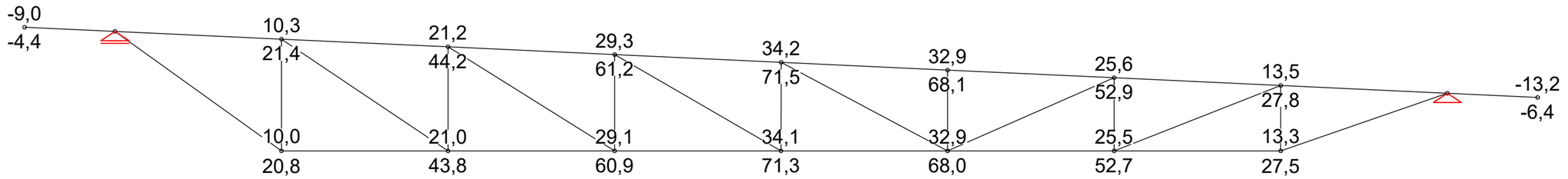




LFK EN1993.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien min,max Rz(l). 0,49 [kN/m] =

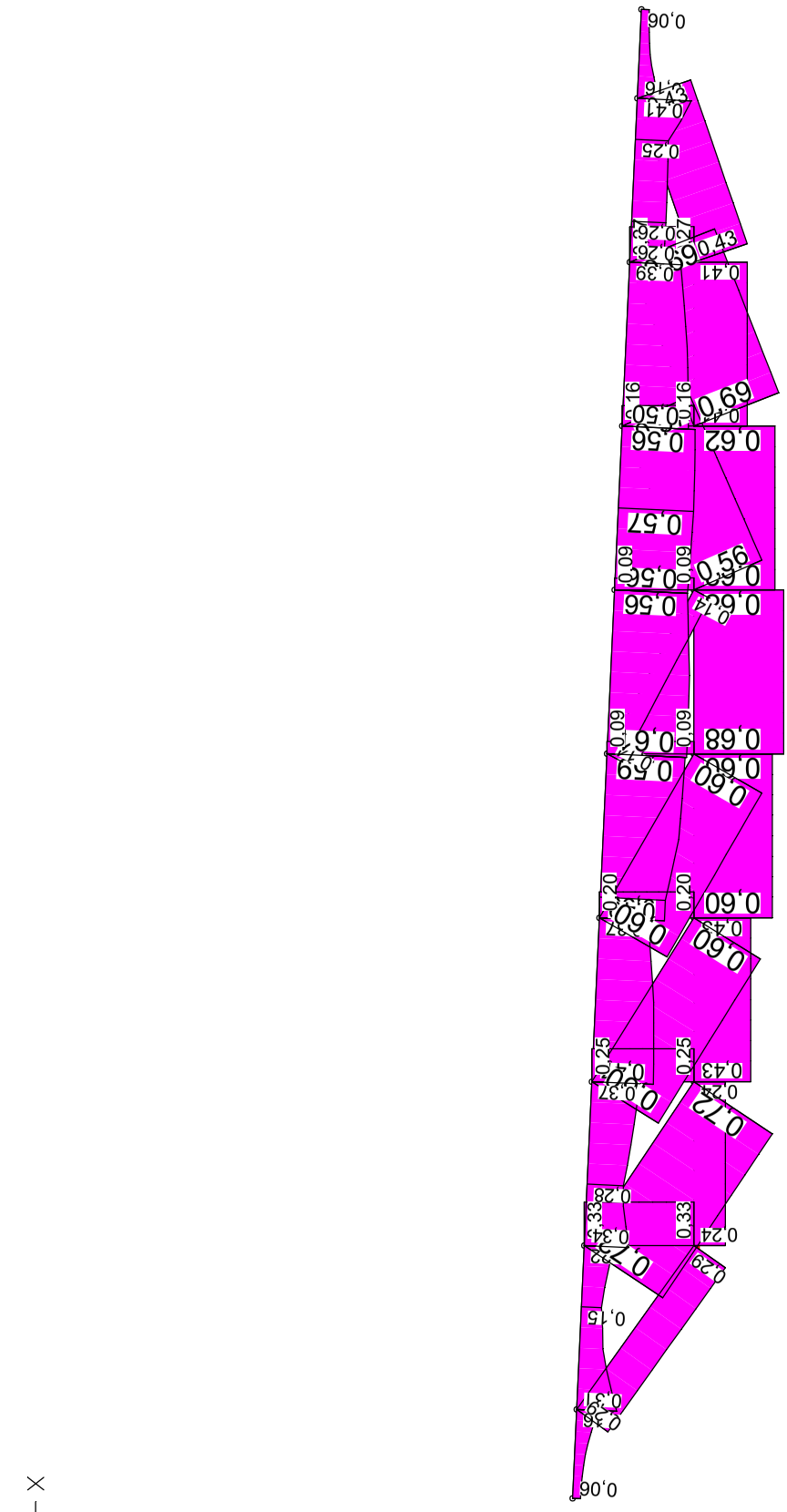
Maßstab: 1: 101





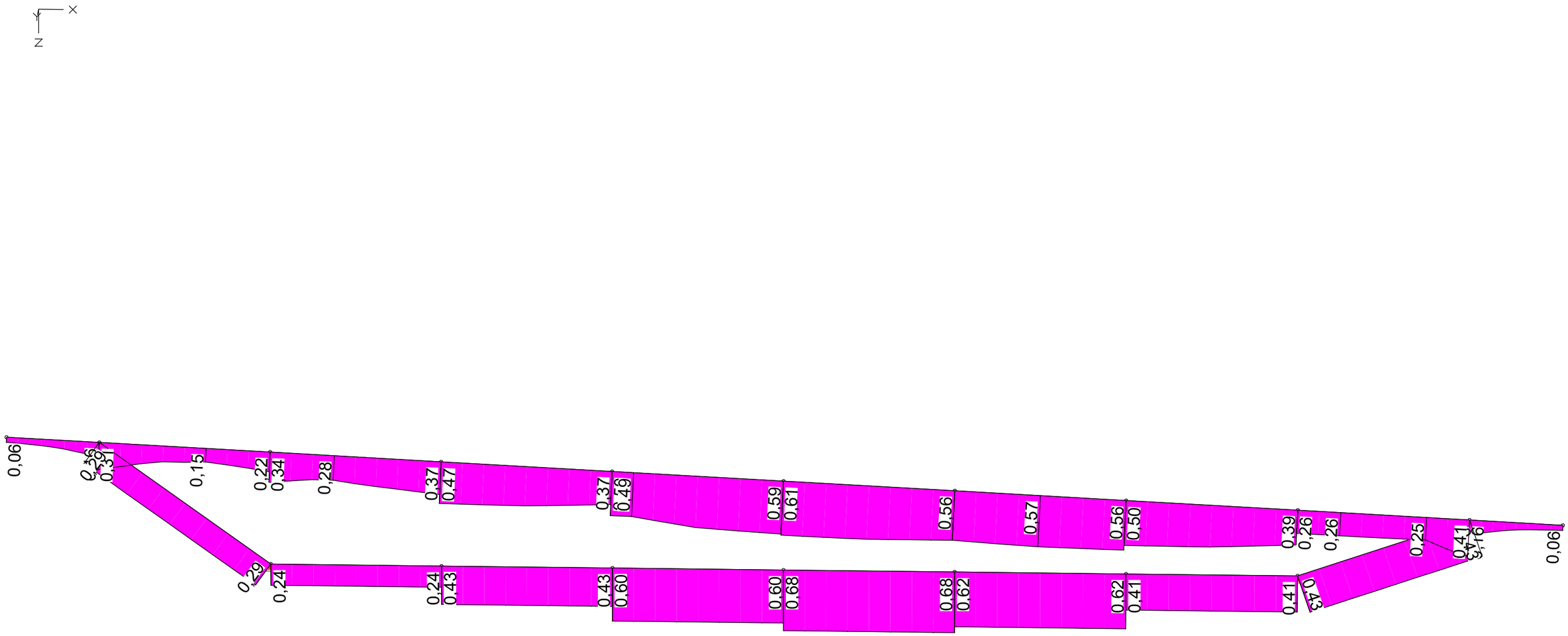
LFK EN1993.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, EN 1993-1-1
Deformationen min,max uz [mm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -13,235/71,480 [mm]

Maßstab: 1: 101



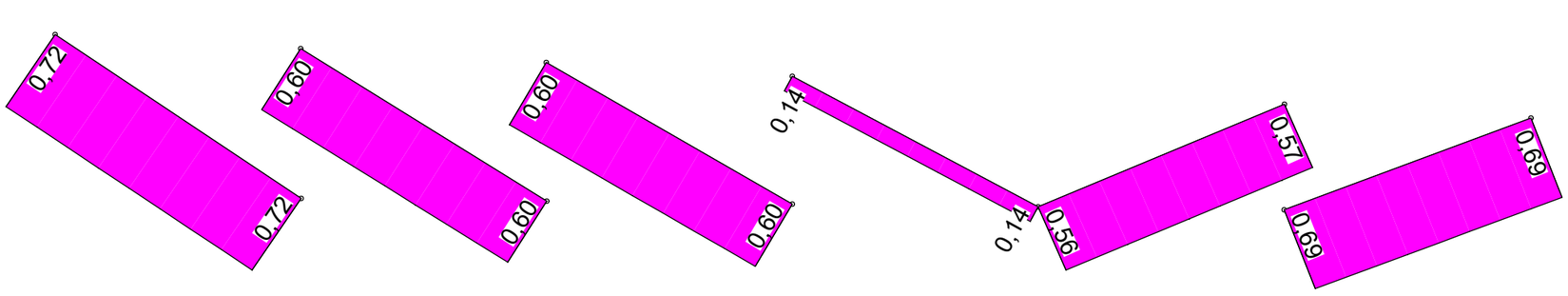
Ausnutzung nach EN 1993-1-1. 0,52 [-] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,06/0,72 [-]

Maßstab: 1: 151



Ausnutzung nach EN 1993-1-1 [-]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,06/0,68 [-]

Maßstab: 1: 85



Ausnutzung nach EN 1993-1-1 [-]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0,14/0,72 [-]

Maßstab: 1: 85

5. Aufsteller

Aufgestellt: Warendorf, 17.06.2026

INGENIEURBÜRO EGGERSMANN GmbH
Dipl.-Ing. Benedikt Eggersmann
Beratender Ingenieur VBI - BDB
Amselweg 1 48231 Warendorf
Tel. 02581 9334-0 Fax 9334-99
info@ib-eggersmann.de

Dipl.-Ing. Matthias Lütke Hündfeld