

# 77K Stahlbau: Mehrfeldstütze (zweiachsig)



(Stand: 20.11.2013)

Das Programm dient zur Bemessung einer ein- oder zweiachsig belasteten Mehrfeld-Stahlstütze entsprechend DIN EN 1993-1-1 (EC 3).

## Leistungsumfang

### Material

- Stahl nach DIN EN 1993, Tab. 3.1
- bzw. EN 10025-2, -3, -4, -5, -6, EN 10210-1, EN 10219-1 EN 10088-2, -3.

### System

- Ein- und Mehrfeldstütze
- Eingabe als ein- oder zweiachsiges System
- An den Auflagern sind Weg- und Drehfedern möglich.

### Querschnitte

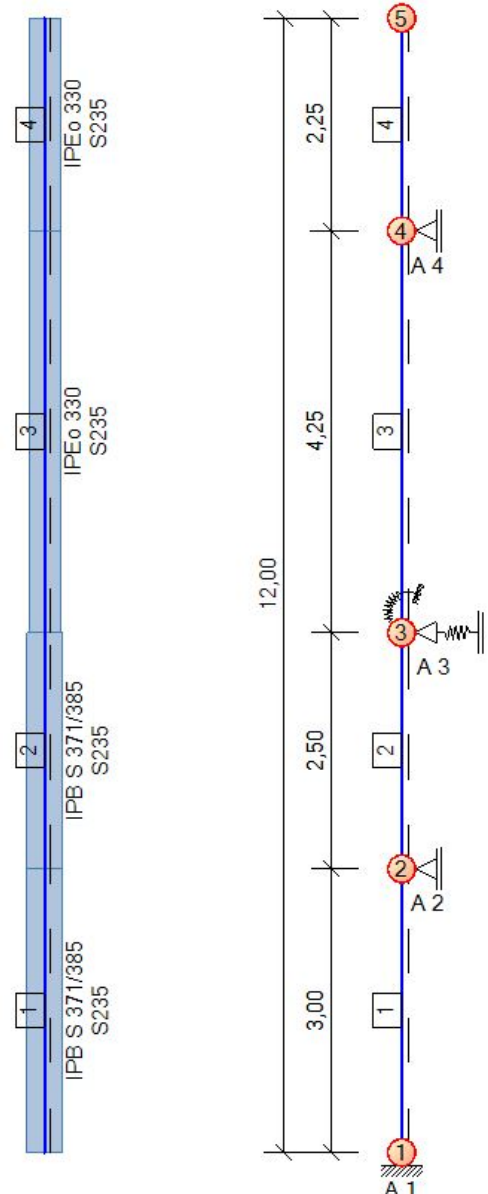
- I – Querschnitte IPE ..., HEA...
- Stahl – Hohlprofile: Rechteck, Quadrat, Stahlrohr

### Einwirkungen

- Streckeneinwirkungen  $q_x$ ,  $q_z$  und  $q_y$  (Gleichstreckenlast, Trapezlast, Dreieckslast) feldübergreifend über die gesamte Stütze oder auf einem begrenzten Stützenabschnitt
- Einzeleinwirkungen an beliebiger Stelle auf dem Stab (Einzelkräfte  $F_x$ ,  $F_z$ ,  $F_y$  und Momente  $M_y$ ,  $M_z$ )
- Optional: Bildung von Lastfällen über die Einwirkungsgruppen
- Lastübernahme aus anderen Positionen und Lastweiterleitung
- Ansatz von Imperfektionen (Schiefstellung und Vorkrümmungen)

### Schnittgrößen

- Theorie II. Ordnung
- Einwirkungskombinationen nach EC 0 (DIN EN 1990) für folgende Bemessungssituationen:
  - Ständig und vorübergehend (P/T)
  - Außergewöhnlich (A)
  - Erdbeben (AE)
  - Brand (AB)
- Grafische Darstellung und Druckausgabe der Schnittkräfte, Verformungen und Auflagerkräfte.



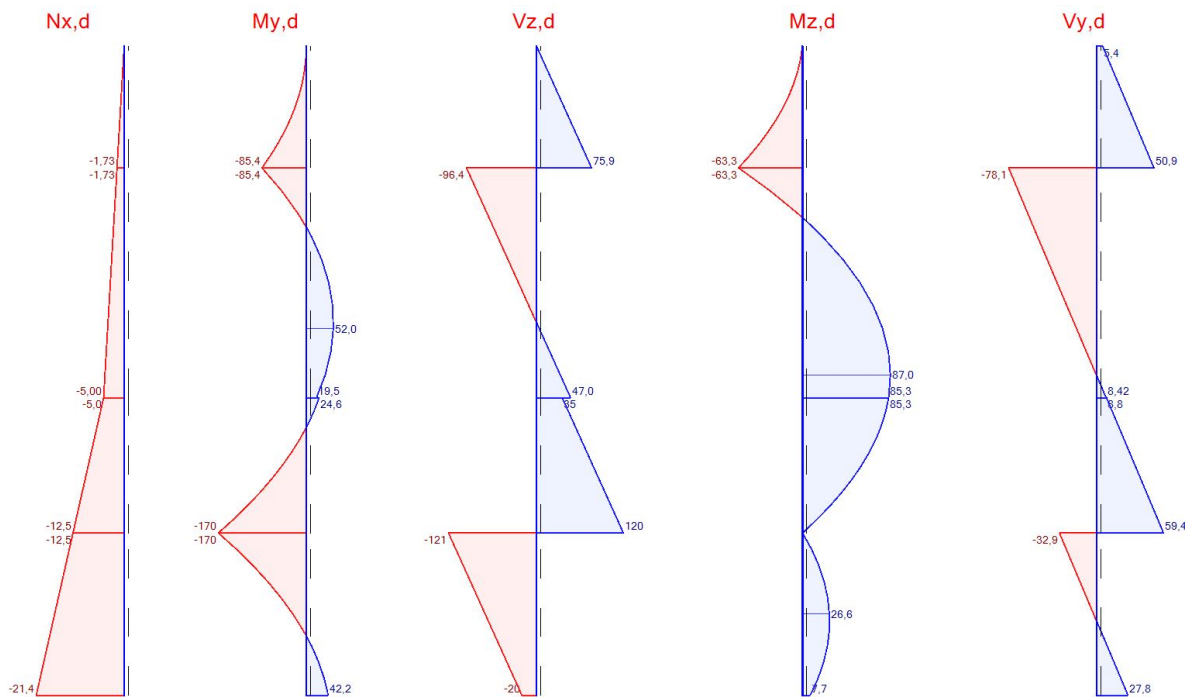
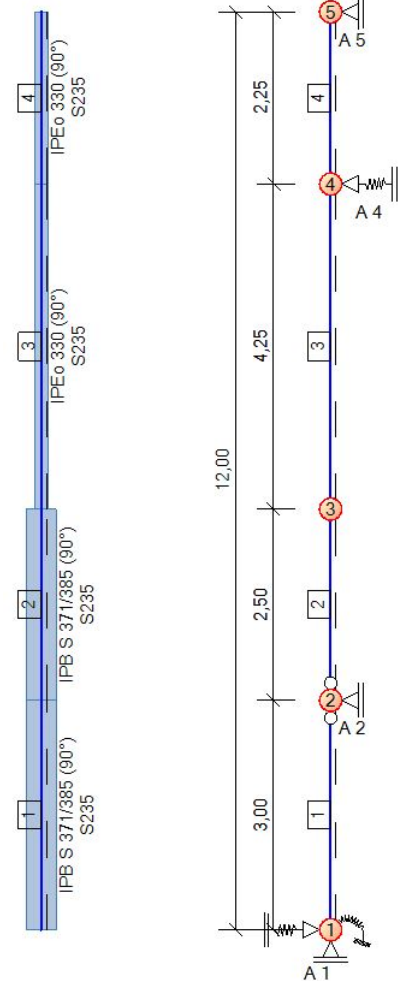
### ➡ Nachweise Stahlbau nach EC3

(DIN EN 1993-1-1/NA: 2010-12)

- Vereinfachter Nachweis nach TH II. Ordnung, Tragnachweis elastisch oder plastisch mit Ansatz der Imperfektionen Schiefstellung und Vorkrümmung
- Elastischer Spannungsnachweis
- Plastische Querschnittsausnutzung
- Schubbeulprüfung ( $h/t$  – Nachweis)
- Stabilitätsnachweis nach dem Ersatzstabverfahren (Biegedrillknicken z.Zt. nur für I – Profile)
- Wahlweise Berücksichtigung der Feuerwiderstandsklassen R30, R60, R90 für das gewählte Profil (ohne Berücksichtigung eines konstruktiven Brandschutzes).
- Verformungen

### ➡ Optimierung der Querschnitte

- Iterative Bemessung nicht ausreichender Profile
- Iterative Optimierung auf die kleinstmöglichen Profile



## Allgemeines

### Die Programmoberfläche



#### WICHTIGER HINWEIS:

Für die Handhabung der neuen Programmoberfläche und für allgemeine Programmteile wie z.B. **Grunddaten** / **Einwirkungsgruppen** / **Lastübernahme** / **Quicklast** / **Ausgabe** und **Beenden** steht

<HIER> [eine gesonderte Beschreibung zur Verfügung](#).

Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle neuen Programme und wird Ihnen die Einarbeitung erleichtern.

## System

### System

Systemeingabe

Stützhöhe h =  m  2-achsig  beide Achsen gleich

<< | 2 | >> von 4 |

	Höhe [m]	Lagertyp System z-Richtung	Cw,z [kN/cm]	Cd,z [kN/cm/m]	Lagertyp System y-Richtung	Cw,y [kN/cm]	Cd,y [kN/cm/m]
	8,00	Kragarm	-	-	Kragarm	-	-
▶	5,00	Lager verschieblich	-	-	Lager verschieblich	-	-
	3,25	Lager (cW + cD)	800,0	550,0	Lager verschieblich	-	-
	0,00	Lager unten unverschieblich	-	-	Einspannung unten	-	-

## Systemparameter

In diesem Abschnitt wird das System der Stütze definiert. Es wird die Gesamthöhe der Stütze, die Achsigkeit des Systems und die Option, ob bei zweiachsigen Systemen gleiche Lagerungen angesetzt werden sollen, eingegeben.

In der Tabelle werden die Lagerorte, Lagerarten und, falls erforderlich, Weg und Drehfederwerte für die Lagerfedern definiert.

Cw,z = Wegfeder in z-Richtung  
 Cw,y = Wegfeder in y-Richtung  
 Cd,z = Drehfeder um die y-Achse  
 Cd,y = Drehfeder um die z-Achse

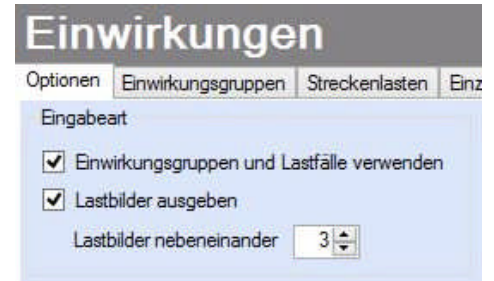
## Einwirkungen

Es erfolgt generell die Eingabe charakteristischer Lasten. Aus diesen automatisch alle Kombinationen gebildet, die sich aus den verwendeten Kategorien ergeben können.

### Optionen

Die Eingabeart legt zunächst fest, ob mit Einwirkungsgruppen (EWG) Lastfälle gebildet werden sollen.

Für die Grafikanzeige kann gewählt werden, wie viele Lastbilder nebeneinander angezeigt werden sollen. Dies gilt sowohl zur Eingabekontrolle auf dem Bildschirm, als auch im späteren Ausdruck.



### Einwirkungsgruppen

Zu Einwirkungsgruppen und Lastfällen siehe [diese gesonderte Beschreibung](#). Dort wird auch die Lastübernahme aus anderen Positionen und die Quicklast – Funktion erläutert.

### Streckenlasten

	Bezeichnung	Typ	Kat.	EWG	Ortsangabe	Anfang	Länge	Wert.k unten	Wert.k oben	Einheit	Alpha	Faktor
▶	Wind von links	qz	Q,W	3	Länge [m]	0,000	8,000	0,85	0,85	kN/m	-	1,00
	Wind von vorne	qy	Q,W	4	Länge [m]	0,000	8,000	0,85	0,85	kN/m	-	1,00
	Profileigengewicht	qx	G	0	Länge [m]	0,000	3,250	2,48	2,48	kN/m	-	1,00
	Profileigengewicht	qx	G	0	Länge [m]	3,250	1,750	0,61	0,61	kN/m	-	1,00
	Profileigengewicht	qx	G	0	Länge [m]	5,000	3,000	0,61	0,61	kN/m	-	1,00

Mögliche Lasttypen für Streckenlasten:

**qx** = vertikal (in Stabrichtung),

**qz** = horizontal (quer zur Stabrichtung in Haupttragrichtung bzw. z-Richtung)

**qy** = horizontal (quer zur Stabrichtung in y-Richtung)

Durch Auswahl der Combobox „Kat.“ Wird die Lastkategorie der anzusetzenden Last ausgewählt.

Falls Lastfälle gebildet werden sollen, dann muss jede Eingabezeile einer Einwirkungsgruppe zugeordnet werden, siehe dazu die Programmpunkte „Optionen“ und „Einwirkungsgruppen“.

Mit einem Doppelklick kann für die entsprechende Zeile eine Eingabehilfe aufgerufen werden:

Die Lastlänge kann optional „relativ“ eingegeben werden. Dabei sind „0“ = Systemanfang und „1“ = Systemende. Demzufolge ist „0,5“ die Systemmitte.

Dies erspart dem Anwender das Ausrechnen der Koordinaten und sorgt für eine automatische Anpassung, wenn sich die Systemlänge ändern sollte.

Mit einem Doppelklick kann für die entsprechende Zeile eine Eingabehilfe aufgerufen werden, in der alle Eingaben für die anzusetzende Last in Dialogform eingegeben werden können:

### Abminderungen:

Lastabminderungen (und Erhöhungen) sind über einen Faktor frei wählbar oder für Verkehrslasten aufgrund der Lasteinzugsfläche bzw. der Geschoßanzahl ermittelbar. Wahlweise kann auch eine Berechnung des Abminderungsfaktors erfolgen.

Der Button „berechnen“ ist bei den Kategorien „Q,A1“ bis „Q,E11“ und „Q,Z“ aktiv.



### Einzellasten

Optionen	Einwirkungsgruppen	Streckenlasten	Einzellasten	Kategorien	Lastfälle			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>2 von 2</span> <span>Pos Quick</span> </div>								
Bezeichnung	Typ	Kat.	Ortsangabe	Ort	Wert,k	Einheit	Alpha	Faktor
Horizontalkraft aus Wind	Fx	Q,W	Länge [m]	3,000	1,00	kN	-	1,00
Pos.3.Aufl. 1 LF 1	Fz	G	Länge [m]	4,000	3,80	kN	-	1,00

Abminderung: A = über die Einzugsfläche, n = über die Geschoßzahl, R = nur für die Weiterleitung

Mögliche Lasttypen für Streckenlasten:

**Fx** = Einzellast vertikal in Stabrichtung (positive Richtung von oben nach unten),

**Fz** = Einzellast horizontal, (positive Richtung nach rechts)

**Fy** = Einzellast horizontal, (positive Richtung in Bildebene)

**My** = Moment um die y-Achse (positive Richtung im Uhrzeigersinn)

**Mz** = Moment um die z-Achse (positive Richtung entgegen dem Uhrzeigersinn)

Falls Lastfälle gebildet werden sollen, dann muss jede Eingabezeile einer Einwirkungsgruppe zugeordnet werden, siehe dazu die Programmpunkte „Optionen“ und „Einwirkungsgruppen“. Mit einem Doppelklick kann für die entsprechende Zeile eine Eingabehilfe aufgerufen werden (vgl. Streckenlasten).

### Kategorien

Optionen	Einwirkungsgruppen	Streckenlasten	Einzellasten	Kategorien	Lastfälle
Kategorien für die Kombinatorik					
Kat.	Beschreibung	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	
G	Ständige Einwirkungen	0,00	0,00	0,00	
Q,A	Wohnfläche	0,70	0,50	0,30	
Q,W	Windlasten	0,60	0,20	0,00	

Die bei der Lasteingabe verwendeten Last-Kategorien werden aufgelistet, so dass die  $\Psi$ -Werte bei Bedarf geändert werden können.

## Lastfälle

Zu Einwirkungsgruppen und Lastfällen siehe [diese gesonderte Beschreibung](#). Dort wird auch die Lastübernahme aus anderen Positionen und die Quicklast – Funktion erläutert.

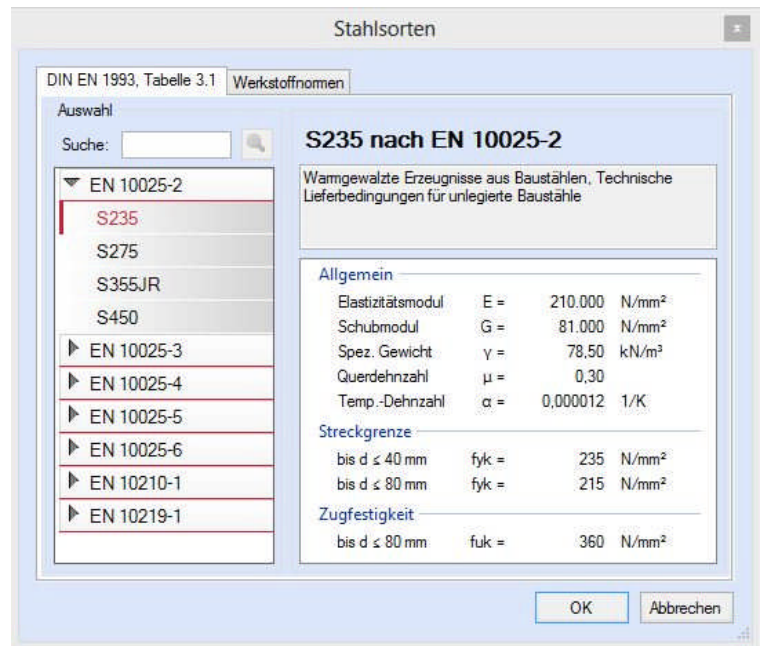
## Bemessung

### Material

Als Vorgabe ist Stahl S235 eingestellt. Im Programmpunkt Material kann dies geändert werden.

Es gibt die Auswahl zwischen verschiedenen

- Stahlsorten:
- Stahl nach DIN EN 1993, Tab. 3.1 bzw.
- EN 10025-2, -3, -4, -5, -6, EN 10210-1,
- EN 10219-1 EN 10088-2, -3.



### Parameter

Die Bemessungsparameter können, wie im Bild ersichtlich, eingestellt werden.



## Vorgaben

Die Bemessungsvorgaben können, wie im Bild ersichtlich, eingestellt werden.

Die grau hinterlegten Werte (z.B. die Stablängen) sind informativ und nicht veränderbar.

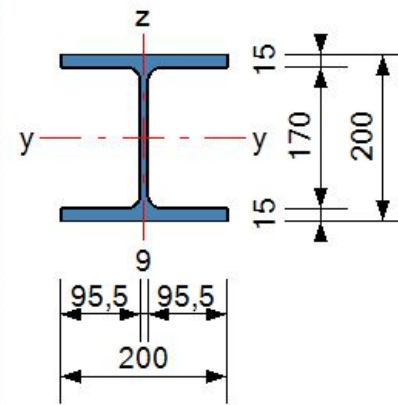


Ein kurzes Verweilen auf der ersten Tabellenspalte führt zur Anzeige eines „Quickinfos“, dass die Bedeutung des jeweiligen Parameters beschreibt.

Bemessung			
Material	Parameter	Vorgaben	Querschnitte
			1 2 3
▶	l.feld [m]	3,250	1,750 3,000
	ky [-]	1,000	1,000 1,000
	kz [-]	1,000	1,000 1,000
	k [-]	1,000	1,000 1,000
	kw [-]	1,000	1,000 1,000
	seitl. Halterung [-]	2	2 2
	Lastangriff [-]	Obergurt	Obergurt Obergurt
	zul.w [-]	l/300	l/300 l/300

## Querschnitte

Bemessung				
Material	Parameter	Vorgaben	Querschnitte	Imperfektionen
	Ort	Querschnitt	ey [cm]	ez [cm]
▶	5.00 - 8.00 m	HE-B 200	0,0	0,0
	3.25 - 5.00 m	HE-B 200	0,0	0,0
	0.00 - 3.25 m	HE-M 340	0,0	0,0



Allgemein	
Fläche	A = 78,08 cm <sup>2</sup>
Umfang	U = 115,11 cm
Gewicht	g = 0,20 kN/m
Höhe	h = 200,0 mm
Breite	b = 200,0 mm

Querschnittswerte	
Widerstandsmomente	Wy = 569,62 cm <sup>3</sup> Wz = 200,34 cm <sup>3</sup>
Trägheitsmomente	Iy = 5.696,20 cm <sup>4</sup> Iz = 2.003,37 cm <sup>4</sup> Ip = 7.699,57 cm <sup>4</sup>
Trägheitsradien	iy = 8,54 cm <sup>2</sup> iz = 5,07 cm <sup>2</sup>
Flächenmoment 1.Grades	Sy = 321,28 cm <sup>3</sup> Sz = -152,91 cm <sup>3</sup>

Im Dialog „Querschnitte“ erfolgt die Zuordnung der Stahlprofile zu den sich aus der Systemeingabe ergebenden Stababschnitten.

Ein Doppelclick auf die zweite Spalte „Querschnitt“ öffnet den nebenstehenden Dialog. Dort kann aus der PBS-Datenbank das gewünschte Stahlprofil für den jeweiligen Stababschnitt gewählt werden.

„Eigene Profile“ können vom Anwender über unsere Profilverwaltung (Programm 30L) in eine eigene Datenbank eingetragen werden.

Für unterschiedliche, aneinanderstoßende Profile besteht die Möglichkeit einen exzentrischen Anschluss zu definieren. Hierzu sind die gewünschten Exzentrizitäten in den Spalten „ey“ und „ez“ einzugeben. Werden diese Daten nicht gesetzt, erfolgt eine zentrische Anordnung der Profile.

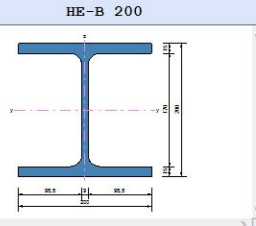
Stahlprofil-Auswahl

PBS-Datenbank | Eigene Profile

HE-B, warmgefertigt

- HE-B 100
- HE-B 120
- HE-B 140
- HE-B 160
- HE-B 180
- HE-B 200**
- HE-B 220
- HE-B 240
- HE-B 260
- HE-B 280
- HE-B 300
- HE-B 320
- HE-B 340
- HE-B 360
- HE-B 400
- HE-B 450
- HE-B 500
- HE-B 550
- HE-B 600

Sortierung: Gewicht



Allgemein	
Fläche	A = 78,08 cm <sup>2</sup>
Umfang	U = 115,11 cm
Gewicht	g = 0,20 kN/m
Höhe	h = 200,0 mm
Breite	b = 200,0 mm

Querschnittswerte	
Widerstandsmomente	Wy = 569,62 cm <sup>3</sup> Wz = 200,34 cm <sup>3</sup>
Trägheitsmomente	Iy = 5.696,20 cm <sup>4</sup> Iz = 2.003,37 cm <sup>4</sup> Ip = 7.699,57 cm <sup>4</sup>
Trägheitsradien	iy = 8,54 cm <sup>2</sup> iz = 5,07 cm <sup>2</sup>
Flächenmoment 1.Grades	Sy = 321,28 cm <sup>3</sup> Sz = -152,91 cm <sup>3</sup>

OK Abbrechen

### Imperfektionen

Für den in diesem Programm angewendeten vereinfachten Nachweis nach TH II. Ordnung mit getrenntem Nachweis für Biegedrillknicken sind Imperfektionen für Schiefstellung und Vorkrümmung anzusetzen.

Die für die Imperfektionen anzusetzenden Werte werden bei einer neuen Position vorgegeben, können aber vom Benutzer (auf eigene Verantwortung) manipuliert werden. Bei Querschnittsänderungen werden für das neue Profil wiederum die Vorgabewerte gemäß DIN EN 1993 Tabelle 5.1 oder Tabelle NA.1 angesetzt.

Schiefstellungen werden nur in den Stababschnitten angesetzt, wenn das System diese dort zulässt, d.h. nur dort, wo Lager- und Systembedingungen eine Schiefstellung auch tatsächlich ermöglichen.

Bemessung									
Material	Parameter	Vorgaben	Querschnitte	Imperfektionen					
	Bereich	m,z	$\Phi_z$	e0,z el.	e0,z pl.	m,y	$\Phi_y$	e0,y el.	e0,y pl.
	5.00 - 8.00 m	1	1/283	1/250	1/250	1	1/283	1/200	1/150
▶	3.25 - 5.00 m	1	1/283	1/250	1/250	-	-	1/200	1/150
	0.00 - 3.25 m	1	1/283	1/300	1/250	-	-	1/250	1/200

### Schnittgrößen

Die Schnittgrößenberechnung mit automatisch anschließender Nachweisführung [im weiteren: „Berechnung“] startet spätestens beim Anklicken des Programmabschnittes „Schnittgrößen“ oder bei dessen Erreichen mit der „Weiter“ – Funktion.

### Kombinationen

Hier werden alle untersuchten Kombinationen für die Grenzzustände:

#### STR

– Versagen oder übermäßige Verformung des Tragwerks

#### GZG

– Gebrauchstauglichkeit aufgelistet, sofern die Nachweise nicht unter Bemessung / Parameter deaktiviert wurden.

Schnittgrößen				
Kombinationen	Schnittkräfte-Verlauf (design)	Verformungen	Auflagerkräfte (design)	Auflagerkräfte (charakt)
KNr.	LF	Situation	Kombination	
<b>STR - Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks</b>				
1	1	Ständig und vorübergehend	Gsup	
2	1	Ständig und vorübergehend	Ginf	
3	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,W	
4	1	Ständig und vorübergehend	Ginf + Q,W	
<b>GZG - Gebrauchstauglichkeit</b>				
5	1	Charakteristisch	G	
6	1	Charakteristisch	G + Q,W	
7	1	Häufig	G	
8	1	Häufig	G + Q,W	
9	1	Quasi ständig	G	
10	1	Quasi ständig	G + (Q,W)	

### Schnittkräfte-Verlauf (design)

Der Verlauf der maximalen Schnittkräfte über die Stablänge wird hier für folgende Untersuchungsstellen angezeigt:

- Auflager
- Zehntelpunkte innerhalb eines Feldes
- Extremalstellen
- Unstetigkeitsstellen (z.B. Lasteintragstellen)

Die Maximalwerte jeder Spalte werden feldweise farblich hervorgehoben.

Schnittgrößen										
Kombinationen	Schnittkräfte-Verlauf (design)	Verformungen	Auflagerkräfte (design)	Auflagerkräfte (charakt)						
<input type="checkbox"/> nur Endwerte   Spalten ▾										
x [m]	max.Nx [kN]	min.Nx [kN]	max.My [kNm]	min.My [kNm]	max.Mz [kNm]	min.Mz [kNm]	max.Vy [kN]	min.Vy [kN]	max.Vz [kN]	min.Vz [kN]
6,082	-501,170	-676,579	1,287	-0,273	0,000	0,000	0,000	0,000	43,695	4,703
5,900	-501,281	-676,729	0,080	-8,705	0,000	0,000	0,000	0,000	51,811	5,684
5,890	-501,287	-676,738	0,006	-9,289	0,000	0,000	0,000	0,000	52,249	5,738
5,889	-501,288	-676,738	0,000	-9,347	0,000	0,000	0,000	0,000	52,293	5,743
5,600	-501,464	-676,976	-1,881	-26,227	0,000	0,000	0,000	0,000	64,952	7,281
5,300	-501,647	-677,223	-4,301	-47,643	0,000	0,000	0,000	0,000	77,762	8,849
5,000	-501,830	-677,471	-7,187	-72,844	0,000	0,000	0,000	0,000	-9,613	-120,661
5,000	-501,830	-677,471	-7,187	-72,844	0,000	0,000	0,000	0,000	90,175	10,385
4,500	-502,415	-678,260	-2,780	-17,665	0,000	0,000	0,000	0,000	-8,012	-99,994



## Verformungen

Die Verformungen werden ebenfalls an relevanten Ausgabestellen angezeigt. Die Maximalwerte jeder Spalte werden feldweise farblich hervorgehoben.

wx: Verformung in Stabrichtung (negative Werte bedeuten Stauchung)

wz, wy: Verformung quer zum Stab.

Schnittgrößen						
Kombinationen	Schnittkräfte-Verlauf (design)		Verformungen		Auflagerkräfte (design)	
<input type="checkbox"/> nur Endwerte						
x [m]	max.wz [cm]	min.wz [cm]	max.wy [cm]	min.wy [cm]	max.wx [cm]	min.wx [cm]
8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,172	-0,172
8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,172	-0,172
7,700	0,026	0,006	0,000	0,000	-0,163	-0,163
7,400	0,045	0,012	0,000	0,000	-0,154	-0,154

## Auflagerkräfte (design) / Auflagerkräfte (charakteristisch)

Die Auflagerkräfte werden als Bemessungswerte (design) und Weiterleitungswerte (charakteristisch) angezeigt.

Schnittgrößen						
Kombinationen	Schnittkräfte-Verlauf (design)		Verformungen		Auflagerkräfte (design)	
Gehe zu Lager-Nr: <input type="text"/>						
Lager	max.Ax [kN]	min.Ax [kN]	max.Az [kN]	min.Az [kN]	max.My [kNm]	min.My [kNm]
1	685,368	507,680	79,731	-1,948		
2			188,850	3,833		
3			32,885	-3,246		

Schnittgrößen						
Kombinationen	Schnittkräfte-Verlauf (design)		Verformungen		Auflagerkräfte (design)	
Gehe zu Lager-Nr: <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Extrema aller LF anzeigen						
Lager	LF	Kraft	G	Q,W	Summe	
1	1	FX	-1,437	54,186	52,749	
		FZ	507,680		507,680	
2	1	FX	3,833	122,171	126,004	
3	1	FX	-2,396	23,643	21,248	

Optional können die Extremwerte (min / max) aller Lastfälle und Lastkategorien angezeigt werden.

## Nachweise

### Übersicht

Folgende Nachweise werden gemäß DIN EN 1993-1-1 für die einzelnen Profiltypen erbracht:

Profil	Schubbeulprüfung	Traglastnachweis		Stabilität	
		elastisch	plastisch	Knicken	Drillknicken <sup>1)</sup>
I-Profil	x	x	x	x	x
Rohr-Hohl	x	x	x	x	nicht erf.
Rechteck-Hohl	x	x	x	x	nicht erf.
Quadrat-Hohl	x	x	x	x	nicht erf.

<sup>1)</sup> Nachweis Biegedrillknicken analog DIN EN 1993-1-1 Abs. 6.3.2.3

## Ausnutzung

Nachweise						<input type="button" value="zurück"/> <input type="button" value="weiter"/>
Ausnutzung						
Details						<input checked="" type="checkbox"/> max. Ausnutzung = 0,9
Nur Überschreitungen anzeigen						
Ort	Nachweis	Komb.-Nr.	Gleichung	Zwischenwerte / Details	Ausnutzung	
Stab 1	<input checked="" type="checkbox"/> Schubbeulen	1	6.22	Nachweis: $h/t = 18.91 < 60.00$ in z-Richtung $h = 208 \text{ mm}; t = 11 \text{ mm}; \eta = 1.2$	0,315	
			6.22	Nachweis: $h/t = 6.18 < 60.00$ in y-Richtung $h = 117.5 \text{ mm}; t = 19 \text{ mm}; \eta = 1.2$	0,103	
	<input checked="" type="checkbox"/> Vergleichssp. (el.)	3	6.1	Nachweis: $-0.45^2 + 3 \cdot 0.00^2$ $\text{Sigma}_{\text{max}} = -105 \text{ N/mm}^2; \text{Tau} = 0 \text{ N/mm}^2; \text{zul. Sigma} = 235 \text{ N/mm}^2; \text{Nachweispunkt } P(y) = -150 \text{ mm}$ $\text{Nachweispunkt } P(z) = -150 \text{ mm}$	0,200	
	<input type="checkbox"/>			Nachweis: Querschnittsklasse 1		
	<input checked="" type="checkbox"/> Normalspannung (el.)		6.42	Nachweis: $105.12 / 235.00$ $\text{Sigma}_{\text{max}} = 105 \text{ N/mm}^2; \text{zul. Sigma} = 235 \text{ N/mm}^2; \text{Nachweispunkt } P(y) = 150 \text{ mm}; \text{Nachweispunkt } P(z) = -150 \text{ mm}$	0,447	
	<input type="checkbox"/>			Nachweis: Querschnittsklasse 1		
	<input checked="" type="checkbox"/> Schubspannung (el.)		6.19	Nachweis: $38.45 / 135.68$ $\text{Tau}_{\text{Ed}} = 38 \text{ N/mm}^2; \text{zul. Tau} = 136 \text{ N/mm}^2; \text{Nachweispunkt } P(y) = 0 \text{ mm}; \text{Nachweispunkt } P(z) = 0 \text{ mm}$	0,283	
	<input type="checkbox"/>			Nachweis: Querschnittsklasse 1		
	<input checked="" type="checkbox"/> Biegedrillknicken		6.61	Nachweis: $0.30 + 0.26 + 0.00$ $\text{Lambda}_{\text{y strich}} = 0.41; \text{Alpha}_{\text{y}} = 0.34; \text{Phi}_{\text{y}} = 0.62; \text{Chi}_{\text{y}} = 0.922$ $\text{N}_{\text{yb,Rd}} = 2937 \text{ kN}; \text{k}_{\text{yy}} = 0.96; \text{M}_{\text{cr}} = 1007.22 \text{ kNm}; \text{Lambda}_{\text{LT}} = 0.66$ $\text{Alpha}_{\text{LT}} = 0.34; \text{Phi}_{\text{LT}} = 0.708; \text{Chi}_{\text{LT}} = 0.889; \text{Chi}_{\text{LT Mod}} = 0.926$ $\text{M}_{\text{b,Rd}} = 369.73 \text{ kNm}; \text{k}_{\text{yz}} = 0.68; \text{M}_{\text{z,Rd}} = 185.89$	0,490	
	<input checked="" type="checkbox"/>		6.62	Nachweis: $0.30 + 0.26 + 0.00$ $\text{Lambda}_{\text{z strich}} = 0.702; \text{Alpha}_{\text{z}} = 0.49; \text{Phi}_{\text{z}} = 0.87; \text{Chi}_{\text{z}} = 0.723$ $\text{N}_{\text{zb,Rd}} = 2303.11 \text{ kN}; \text{k}_{\text{zy}} = 0.97; \text{M}_{\text{cr}} = 1007.22 \text{ kNm}; \text{Lambda}_{\text{LT}} = 0.66$ $\text{Alpha}_{\text{LT}} = 0.34; \text{Phi}_{\text{LT}} = 0.708; \text{Chi}_{\text{LT}} = 0.889; \text{Chi}_{\text{LT Mod}} = 0.926$ $\text{M}_{\text{b,Rd}} = 369.73 \text{ kNm}; \text{k}_{\text{zz}} = 1.13; \text{M}_{\text{z,Rd}} = 185.89 \text{ kNm}$	0,557	
	<input checked="" type="checkbox"/> Verformung z-Richtung	6		Nachweis: $0.30/1.67$ $x = 2.5 \text{ m}; \text{zul. } w(l/300) = 1.67 \text{ cm}$	0,183	

Unter Nachweise / Ausnutzung werden alle geführten Nachweise mit ihrer jeweils maximalen Ausnutzung angezeigt. Die insgesamt maximale Ausnutzung wird immer rechts außen über der Tabelle angezeigt. Falls Nachweise überschritten sind (Ausnutzung > 1), dann können Sie die Schaltfläche „Nur Überschreitungen anzeigen“ betätigen. Überschrittene Nachweise werden rot hervorgehoben.

Beim Klicken auf die Anzeige „max. Ausnutzung = ...“ springt die Tabellenansicht in die entsprechende Zeile.

## Optimierung

Wenn die Nachweise für ein oder mehrere der gewählten Profile nicht erfüllt sind, besteht die Möglichkeit einer Optimierung.

Der Button

„nicht ausreichende Profiltypen bemessen“

startet die Iteration bei den jeweils nicht ausreichenden Profilen und wählt die nächst größeren Profile, bis die Nachweise erfüllt sind.

Der Button

„auf kleinstmögliche Profile optimieren“

startet die Iteration bei dem jeweils kleinsten Profil des gewählten Profiltyps. Sortierkriterium für die Profilvereinfolge bei der Iteration ist der Trägheitsmoment der Profile um die starke Achse (y-Achse).

### Nachweise

Mögliche Optimierungsaktionen

**ACHTUNG!**

Bei Neuwahl eines Profiles gehen eigene Vorgaben für die Imperfektionen verloren und werden durch die für das betreffende Profil erforderlichen Werte aus der Norm ersetzt!

## Ausgabe

Der Ausgabeumfang (Text und Grafik) kann individuell eingestellt werden.

### Ausgabe

Optionen

<b>Allgemein</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Systembilder</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Lastbilder<ul style="list-style-type: none"><li>Bilder nebeneinander <input type="text" value="3"/></li></ul></li><li><input checked="" type="checkbox"/> Extremale Schnittgrößen-Detailbild</li><li><input type="checkbox"/> nur extremale Schnittgrößen und Verformungen</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Querschnittskennwerte</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Querschnitt-Detailbild</li></ul>	<b>Nachweise</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> maßgebende Nachweise des gesamten Systems</li><li><input checked="" type="radio"/> maßgebende Nachweise jedes Feldes</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Zwischenwerte</li></ul>	<b>Weiterleitung</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Weiterleitungsdaten</li><li><input checked="" type="checkbox"/> lastfallweise</li></ul>
---	---	--

## Literatur

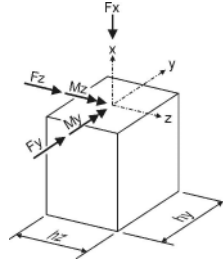
- [1] DIN EN 1990:2010-12 mit DIN EN 1990/NA:2010-12 [Grundlagen der Tragwerksplanung]
- [2] DIN EN 1991-1-1:2010-12 mit DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 [Lastannahmen]
- [3] DIN EN 1993-1-1:2010-12 mit DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12 [Stahlbau]
- [4] DIN EN 1993-1-2:2010-12 mit DIN EN 1993-1-2/NA:2010-12 [Brandschutz Stahlbau]
- [5] DIN EN 13501-2:2010-2 [Feuerwiderstandsklassen]

## POS. 312 STAHLMEHRFELDDSTÜTZE

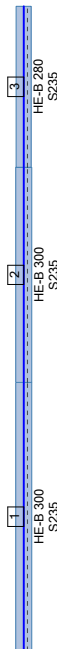
Programm: 077K, Vers: 01.00.000 11/2013

Grundlagen: DIN EN 1990/NA: 2010-12  
DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12  
DIN EN 1993-1-1/NA: 2010-12

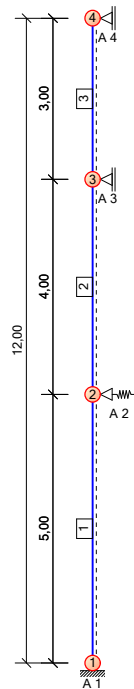
### System:



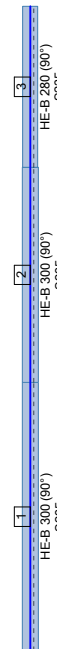
Querschnitte z-Richtung



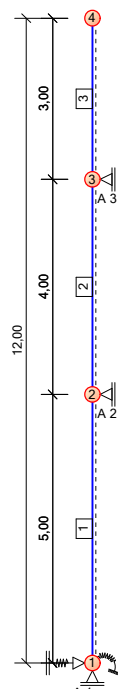
System z-Richtung



Querschnitte y-Richtung



System y-Richtung



Gesamthöhe = 12.00 m, Bemessung 2-achsig

Erläuterung:  $C_d/C_w$  = Dreh-/wegfedersteifigkeit in (kNm/cm/m) bzw. (kN/cm)

Höhen		-- Federwerte --	
[m]	Auflagerbezeichnung (System in z-Richtung)	$C_w$	$C_d$
12.00	Lager oben verschieblich	-	-
9.00	Lager verschieblich	-	-
5.00	elastisches Lager ( $C_w$ )	300.00	-
0.00	Einspannung unten	-	-

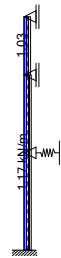
Höhen		-- Federwerte --	
[m]	Auflagerbezeichnung (System in y-Richtung)	$C_w$	$C_d$
12.00	Kragarm	-	-
9.00	Lager verschieblich	-	-
5.00	Lager verschieblich	-	-
0.00	Lager unten ( $C_w + C_d$ )	300.00	500.00

Nachweisparameter:

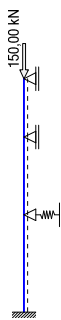
- Elastischer Nachweis
- Plastischer Nachweis (wenn dieser zulässig ist)
- Schubbeulprüfung (h/t-Nachweis)
- Biegedrillknicken
- Verformungen
- Kein Brandnachweis

**Einwirkungen**

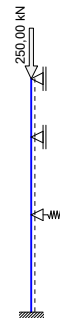
Einwirkungen in z-Ri...  
EWG 000 - Eigengewicht  
Kat.G - Ständige Einwirkungen



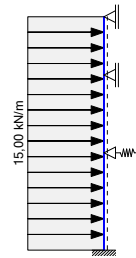
EWG 001 - Ständige Einwirku...  
Kat.G - Ständige Einwirkungen



EWG 002 - Schnee  
Kat.Q,S1 - Schnee-Eislasten: ...



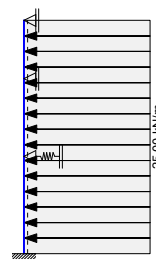
EWG 003 - Wind links  
Kat.Q,W - Windlasten



EWG 005 - Verkehrslast  
Kat.Q,1 - Sonstige Nutz-u.Ver...

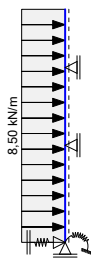


EWG 006 - Wind rechts  
Kat.Q,W - Windlasten

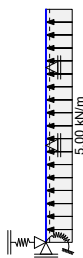


Einwirkungen in y-Ri...

EWG 004 - Wind vorn  
Kat.Q,W - Windlasten



EWG 007 - Wind hinten  
Kat.Q,W - Windlasten



EWG Einwirkungsgruppe

- 1 Ständige Einwirkungen
- 2 Schnee
- 3 wind links
- 4 wind vorn
- 5 Verkehrslast
- 6 wind rechts
- 7 wind hinten

Erläuterungen zu den Einwirkungen

- Fx = Lokale Einzellast in x-Richtung
- qx = Lokale Streckenlast in x-Richtung
- qy = Lokale Streckenlast in y-Richtung
- qz = Lokale Streckenlast in z-Richtung
- a = vertikaler Abstand [m] von UK-Wand
- c = vertikale Lastlänge [m]



Streckeneinwirkungen [kN/m]

Einwirkung aus	Typ	Kat.	EWG	a	c	Betrag, k		Abmin. Alpha
				[m]	[m]	li.	re.	
<neue Einwirkung>	qz	Q,W	3	0.00	12.00	15.00	15.00	-
	qy	Q,W	4	0.00	12.00	8.50	8.50	-
	qz	Q,W	6	0.00	12.00	-25.0	-25.0	-
	qy	Q,W	7	0.00	12.00	-5.00	-5.00	-
Profileigengewicht	qx	G	0	0.00	5.00	-1.17	-1.17	-
	qx	G	0	5.00	4.00	-1.17	-1.17	-
	qx	G	0	9.00	3.00	-1.03	-1.03	-

Einzeleinwirkungen [kN]

Einwirkung aus	Typ	Kat.	EWG	a[m]	Betrag, k	Abmin.
<neue Einwirkung>	Fx	G	1	12.00	-150.00	-
	Fx	Q,S1	2	12.00	-250.00	-
	Fx	Q,1	5	12.00	-125.00	-

Kategorien und Kombinationsbeiwerte

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte		
		Psi0	Psi1	Psi2
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-
Q,1	Sonstige Nutz-u.Verkehrslasten 1	0.80	0.70	0.50
Q,S1	Schnee-,Eislasten: Höhe <= NN +1000 m	0.50	0.20	-
Q,W	Windlasten	0.60	0.20	-

Nachweis	Situation	-- Teilsicherheitsbeiwerte --				
		G,inf	G,sup	Q1	Qi	A
STR	Ständig und vorübergehend	1.00	1.35	1.50	1.50	-
GZG	Quasi ständig	1.00	1.00	1.00	1.00	-
	Häufig	1.00	1.00	1.00	1.00	-
	Charakteristisch	1.00	1.00	1.00	1.00	-

STR = Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks

GZG = Gebrauchstauglichkeit

Lastfälle:

Nr.	Bezeichnung	EWG
1	Eigengewicht + Ständige Einwirkungen + wind rechts + ..hinten	0,1,6,7
2	Eigengewicht + Ständige Einwirkungen + Schnee	0-2
3	Eigengewicht + Ständige Einwirkungen + Verkehrslast	0,1,5
4	Eigengewicht + Ständige Einwirkungen + wind rechts	0,1,6
5	Eigengewicht + Ständige Einwirkungen + wind links + ..vorn	0,1,3,4

Kombinationen

KNr.	LF	Bem.-Situation	Kombination
3	1	STR, P/T	Gsup + Q,W
19	5	STR, P/T	Gsup + Q,W
1	1	STR, P/T	Gsup
46	5	GZG, char	G + Q,W

KNr.	LF	Bem.-Situation	Kombination
40	4	GZG, char	G + Q,W
22	1	GZG, char	G + Q,W

Nachweise:

GZG : Gebrauchstauglichkeit

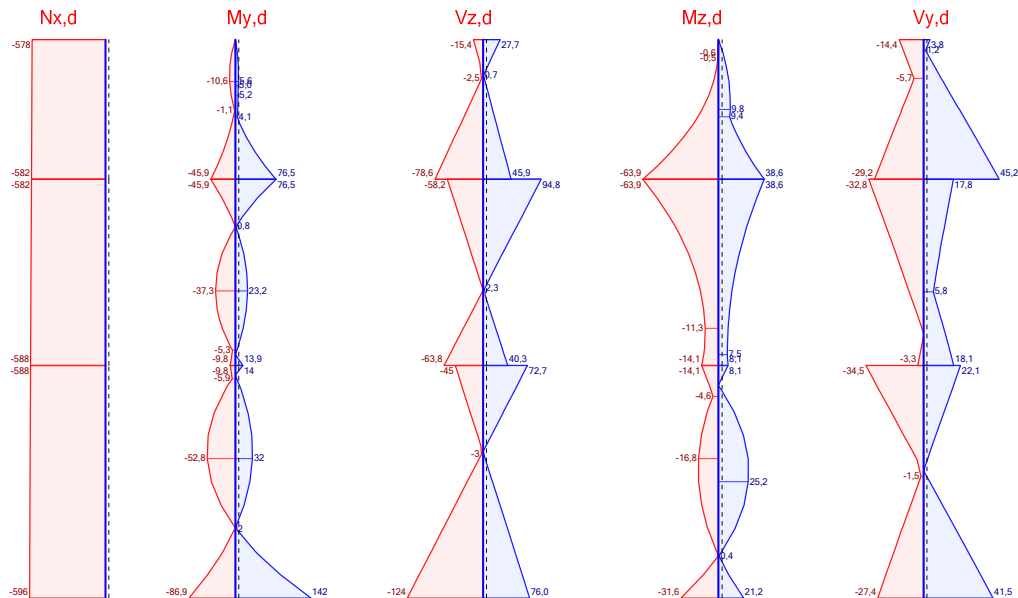
STR : Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks

Bemessungssituationen:

char : Charakteristisch

P/T : Ständig und vorübergehend

### Schnittgrößen

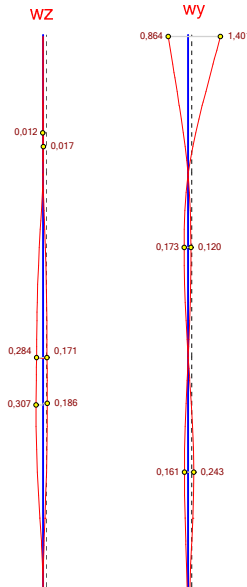


### Schnittgrößen (Design)

		h [m]	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]
Nx	min	0.00	-595.9	-86.93	-31.56	-27.43	-123.7
	max	12.00	-	-	-	3.77	27.73
My	min	0.00	-595.9	-86.93	-31.56	-27.43	-123.7
	max	0.00	-163.6	142.30	21.18	41.52	75.98
Mz	min	9.00	-581.7	-45.87	-63.87	-29.22	-78.57
	max	9.00	-153.1	76.51	38.55	45.25	45.90
Vy	min	5.00	-588.0	-9.79	-14.11	-34.45	-45.34
	max	9.00	-153.1	76.51	38.55	45.25	45.90
Vz	min	0.00	-595.9	-86.93	-31.56	-27.43	-123.7
	max	9.00	-153.1	76.51	38.55	17.78	94.84

### Auflagerkräfte (Design)

Lager	min					max				
	Az [kN]	Ay [kN]	Ax [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Az [kN]	Ay [kN]	Ax [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
4	-30.74	-	-	-	-	18.46	-	-	-	-
3	-173.0	-45.18	-	-	-	103.74	76.28	-	-	-
2	-127.9	-24.78	-	-	-	77.09	42.82	-	-	-
1	-118.7	-20.71	163.62	-86.93	-31.56	71.02	34.75	595.89	142.30	21.18



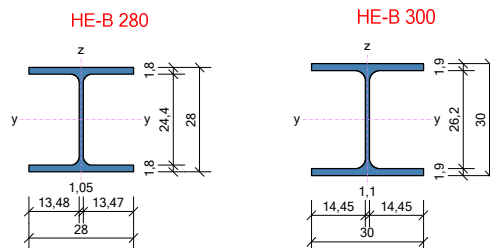
Verformungen (charak.)

		h	wz	wy	wx		h	wz	wy	wx
		[m]	[cm]	[cm]	[cm]		[m]	[cm]	[cm]	[cm]
wz	min	12.00	-	-0.864	-0.161	max	0.00	-	0.077	-
wy	min	12.00	-	-0.864	-0.161	max	12.00	-	1.401	-0.062
wx	min	4.00	-0.307	-0.094	-0.053	max	4.00	0.186	0.138	-0.021

**Werkstoff: Baustahl S235 (EN 10025-2)**

 Kennwerte: E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm<sup>2</sup>, spez. Gewicht = 78.5 kN/m<sup>3</sup>  
 Erzeugnisdicke t ≤ 40 mm, fyk = 235 N/mm<sup>2</sup>, fuk = 360 N/mm<sup>2</sup>  
 t ≤ 80 mm, fyk = 215 N/mm<sup>2</sup>, fuk = 360 N/mm<sup>2</sup>

### Querschnitte



Bereich [m]	Profil	ez [mm]	ey [mm]
9.00 - 12.00	HE-B 280	-	-
5.00 - 9.00	HE-B 300	-	-
0.00 - 5.00	HE-B 300	-	-

Kennwerte:

Querschnitt	A	g	wy	wz	Iy	Iz
	[cm <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]
HE-B 280	131.37	1.031	1376.45	471.04	19270	6595
HE-B 300	149.08	1.170	1677.72	570.86	25166	8563

### Imperfektionen



m = Anzahl Stützen gemäß DIN EN 1993-1-1:2010-12 5.3.2  
 phi = Schiefstellung  
 eo = Vorkrümmung (el. = elastisch, pl. = plastisch)

Bereich [m]	z-Richtung				y-Richtung			
	m	phi	e0,el.	e0,pl.	m	phi	e0,el	e0,pl
9.00 - 12.00	-	keine	1/1	1/200	1	1/300	1/1	1/150
5.00 - 9.00	1	1/300	1/1	1/200	-	keine	1/1	1/150
0.00 - 5.00	1	1/300	1/1	1/200	1	1/300	1/1	1/150

### Vorgaben:

#### Erläuterungen zu den Stabvorgaben:

ky = Knicklängenbeiwert Knicken um die y-Achse (Ausweichen z-Richtung)  
 kz = Knicklängenbeiwert Knicken um die z-Achse (Ausweichen y-Richtung)  
 k = Verdrehbarkeit der Auflager um z-Achse (0.5 = starr, 1.0 = frei)  
 kw = Verwölbbarkeit der Stabenden (0.5 = starr, 1.0 = frei)  
 Halter = Anzahl der seitlichen Halterungen (Gabellagerungen) die gleichmäßig über die Stablänge verteilt sind. Bei 2 Halterungen sind nur die Stabenden gehalten.  
 Ort = Lastangriffspunkt (Obergurt, Untergurt, Schubmittelpunkt)  
 zul.w = zulässige Durchbiegung

Stab	l [m]	ky	kz	k	kw	Halter	Ort	zul.w
1	5.00	1.000	1.000	1.000	1.000	2	OG.	1/200
2	4.00	1.000	1.000	1.000	1.000	2	OG.	1/200
3	3.00	1.000	1.000	1.000	1.000	2	OG.	1/200

### Grenzzustand der Tragfähigkeit

#### Spannungsnachweis

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 1	3	6.41	M-Beanspruchung (pl) $0.324^2 \cdot 2.000 + 0.104 \cdot 1.000$ MEd,y = 142.3 kNm; MRd,y = 439.14 kNm alpha = 2; MEd,z = 21.18 kNm MRd,z = 204.48 kNm; Beta = 1 Querschnittsklasse 1	0.209
Stab 2	19	6.41	M-Beanspruchung (pl) $0.104^2 \cdot 2.000 + 0.312 \cdot 1.000$ MEd,y = -45.85 kNm; MRd,y = 439.14 kNm alpha = 2; MEd,z = -63.87 kNm MRd,z = 204.48 kNm; Beta = 1 Querschnittsklasse 1	0.323
Stab 3	19	6.41	M-Beanspruchung (pl) $0.127^2 \cdot 2.000 + 0.379 \cdot 1.000$ MEd,y = -45.85 kNm; MRd,y = 360.59 kNm alpha = 2; MEd,z = -63.87 kNm MRd,z = 168.63 kNm; Beta = 1 Querschnittsklasse 1	0.395

#### Schubbeulprüfung

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 1	1	6.22	h/t = 18.91 < 60.00 in z-Richtung h = 208 mm; t = 11 mm; eta = 1.2	0.315
Stab 1		6.22	h/t = 6.18 < 60.00 in y-Richtung h = 117.5 mm; t = 19 mm; eta = 1.2	0.103



Schubbeulprüfung

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 2	1	6.22	$h/t = 18.91 < 60.00$ in z-Richtung $h = 208 \text{ mm}; t = 11 \text{ mm}; \eta = 1.2$	0.315
Stab 2		6.22	$h/t = 6.18 < 60.00$ in y-Richtung $h = 117.5 \text{ mm}; t = 19 \text{ mm}; \eta = 1.2$	0.103
Stab 3	1	6.22	$h/t = 18.67 < 60.00$ in z-Richtung $h = 196 \text{ mm}; t = 10.5 \text{ mm}; \eta = 1.2$	0.311
Stab 3		6.22	$h/t = 6.15 < 60.00$ in y-Richtung $h = 110.8 \text{ mm}; t = 18 \text{ mm}; \eta = 1.2$	0.103

Stabilitätsnachweis

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 1	3	6.61	Biegedrillknicken $0.08 + 0.12 + 0.03$ $\lambda_{y, \text{strich}} = 0.41; \alpha_y = 0.34$ $\phi_y = 0.62; \chi_y = 0.922; N_{y,Rd} = 2937 \text{ kN}$ $k_{yy} = 0.41; M_{cr} = 2048.03 \text{ kNm}$ $\lambda_{LT'} = 0.463; \alpha_{LT} = 0.34$ $\phi_{LT} = 0.591; \chi_{LT} = 0.975$ $\chi_{LT, \text{Mod}} = 1.184; M_{b,Rd} = 472.71 \text{ kNm}$ $k_{yz} = 0.26; M_{z,Rd} = 185.89$	0.227
Stab 1		6.62	$0.10 + 0.29 + 0.05$ $\lambda_{z, \text{strich}} = 0.702; \alpha_z = 0.49$ $\phi_z = 0.87; \chi_z = 0.723$ $N_{z,Rd} = 2303.11 \text{ kN}; k_{zy} = 0.96$ $M_{cr} = 2048.03 \text{ kNm}; \lambda_{LT'} = 0.463$ $\alpha_{LT} = 0.34; \phi_{LT} = 0.591$ $\chi_{LT} = 0.975; \chi_{LT, \text{Mod}} = 1.184$ $M_{b,Rd} = 472.71 \text{ kNm}; k_{zz} = 0.43$ $M_{z,Rd} = 185.89 \text{ kNm}$	0.432
Stab 2	19	6.61	Biegedrillknicken $0.07 + 0.05 + 0.10$ $\lambda_{y, \text{strich}} = 0.328; \alpha_y = 0.34$ $\phi_y = 0.575; \chi_y = 0.954$ $N_{y,Rd} = 3037.77 \text{ kN}; k_{yy} = 0.48$ $M_{cr} = 2145.64 \text{ kNm}; \lambda_{LT'} = 0.452$ $\alpha_{LT} = 0.34; \phi_{LT} = 0.586$ $\chi_{LT} = 0.979; \chi_{LT, \text{Mod}} = 1.139$ $M_{b,Rd} = 454.73 \text{ kNm}; k_{yz} = 0.3; M_{z,Rd} = 185.89$	0.219
Stab 2		6.62	$0.08 + 0.10 + 0.17$ $\lambda_{z, \text{strich}} = 0.562; \alpha_z = 0.49$ $\phi_z = 0.747; \chi_z = 0.808$ $N_{z,Rd} = 2572.33 \text{ kN}; k_{zy} = 0.98$ $M_{cr} = 2145.64 \text{ kNm}; \lambda_{LT'} = 0.452$ $\alpha_{LT} = 0.34; \phi_{LT} = 0.586$ $\chi_{LT} = 0.979; \chi_{LT, \text{Mod}} = 1.139$ $M_{b,Rd} = 454.73 \text{ kNm}; k_{zz} = 0.5$ $M_{z,Rd} = 185.89 \text{ kNm}$	0.349

### Stabilitätsnachweis

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 3	3	6.61	Biegedrillknicken $0.08 + 0.08 + 0.06$ $\lambda_{y, \text{strich}} = 0.264$ ; $\alpha_y = 0.34$ $\phi_y = 0.546$ ; $\chi_y = 0.977$ $N_{y,Rd} = 2742.66 \text{ kN}$ ; $k_{yy} = 0.4$ $M_{cr} = 5221.37 \text{ kNm}$ ; $\lambda_{LT'} = 0.263$ $\alpha_{LT} = 0.34$ ; $\phi_{LT} = 0.503$ ; $\chi_{LT} = 1$ $\chi_{LT \text{ Mod}} = 1.112$ ; $M_{b,Rd} = 364.47 \text{ kNm}$ $k_{yz} = 0.25$ ; $M_{z,Rd} = 153.3$	0.222
Stab 3		6.62	$0.08 + 0.20 + 0.10$ $\lambda_{z, \text{strich}} = 0.451$ ; $\alpha_z = 0.49$ $\phi_z = 0.663$ ; $\chi_z = 0.87$ $N_{z,Rd} = 2441.79 \text{ kN}$ ; $k_{zy} = 0.97$ $M_{cr} = 5221.37 \text{ kNm}$ ; $\lambda_{LT'} = 0.263$ $\alpha_{LT} = 0.34$ ; $\phi_{LT} = 0.503$ ; $\chi_{LT} = 1$ $\chi_{LT \text{ Mod}} = 1.112$ ; $M_{b,Rd} = 364.47 \text{ kNm}$ $k_{zz} = 0.41$ ; $M_{z,Rd} = 153.3 \text{ kNm}$	0.392

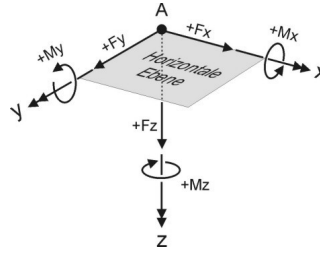
### Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### Nachweis der Verformung

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 1	46		Verformung y-Richtung $0,24/2,50$ $x = 2.5 \text{ m}$ ; $zul.w(l/200) = 2.5 \text{ cm}$	0.097
Stab 1	40		Verformung z-Richtung $0,31/2,50$ $x = 3.97 \text{ m}$ ; $zul.w(l/200) = 2.5 \text{ cm}$	0.123
Stab 2	22		Verformung z-Richtung $0,28/2,00$ $x = 0 \text{ m}$ ; $zul.w(l/200) = 2 \text{ cm}$	0.142
Stab 2	46		Verformung y-Richtung $0,17/2,00$ $x = 2.4 \text{ m}$ ; $zul.w(l/200) = 2 \text{ cm}$	0.086
Stab 3	40		Verformung z-Richtung $0,02/1,50$ $x = 0.6 \text{ m}$ ; $zul.w(l/200) = 1.5 \text{ cm}$	0.012
Stab 3	46		Verformung y-Richtung $1,40/1,50$ $x = 3 \text{ m}$ ; $zul.w(l/200) = 1.5 \text{ cm}$	0.934

### Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.)

Die Kraftartrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten  $F$  in [kN].



Lager	Kraftart	Kategorie	Maximal	Minimal	volllast
1	FX	G	-0.46	-0.46	-0.46
		Q,1	-	-0.35	-0.35
		Q,S1	-0.71	-0.71	-0.71
		Q,W	47.74	-79.56	-79.56
		Summe, k	46.57	-81.08	-81.08
	FY	G	-0.70	-0.70	-0.70
		Q,1	-	-0.54	-0.54
		Q,S1	-1.08	-1.08	-1.08
		Q,W	22.47	-13.22	22.47
		Summe, k	20.69	-15.53	20.15
	FZ	G	163.62	163.62	163.62
		Q,1	125.00	-	125.00
		Q,S1	250.00	250.00	250.00
		Q,W	538.62	413.62	538.62
		Summe, k	538.62	413.62	538.62
	MY	G	-2.87	-2.87	-2.87
		Q,1	-	-2.19	-2.19
		Q,S1	-4.38	-4.38	-4.38
		Q,W	92.11	-55.27	92.11
		Summe, k	84.86	-64.71	82.67
MZ	G	-3.00	-3.00	-3.00	
	Q,1	-	-2.29	-2.29	
	Q,S1	-4.58	-4.58	-4.58	
	Q,W	9.59	-16.31	-16.31	
	Summe, k	2.00	-26.18	-26.18	
2	FX	G	-	-	0.00
		Q,1	-	-0.02	-0.02
		Q,S1	-0.05	-0.05	-0.05
		Q,W	50.63	-84.38	-84.38
		Summe, k	50.58	-84.46	-84.46
	FY	G	1.23	1.23	1.23
		Q,1	0.96	-	0.96
		Q,S1	1.97	1.97	1.97
		Q,W	30.03	-17.66	30.03
		Summe, k	34.18	-14.46	34.18
3	FX	G	1.15	1.15	1.15
		Q,1	0.94	-	0.94
		Q,S1	1.89	1.89	1.89
		Q,W	69.34	-115.57	-115.57
		Summe, k	73.33	-112.52	-111.58
	FY	G	-0.53	-0.53	-0.53
		Q,1	-	-0.42	-0.42
		Q,S1	-0.89	-0.89	-0.89
		Q,W	49.51	-29.12	49.51
		Summe, k	48.09	-30.96	47.66
4	FX	G	-0.69	-0.69	-0.69
		Q,1	-	-0.57	-0.57
		Q,S1	-1.14	-1.14	-1.14
		Q,W	12.29	-20.49	-20.49



---

Lager	Kraftart	Kategorie	Maximal	Minimal	volllast
		Summe,k	10.47	-22.89	-22.89