

77J Stahlbau: Mehrfeldträger allgemein



(Stand: 08.07.2014)

Das Programm dient zur Bemessung eines ein- oder zweiachsig belasteten Mehrfeld-Stahlträgers 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 Mehrfeldträger (bis zu 20 Felder) wahlweise mit Kragarmen
- Eingabe als Stabtragwerk oder Flächentragwerk (mit Berücksichtigung des Trägerabstandes)
- Am Auflager sind Eingaben von Weg- und Drehfedern möglich.

➡ Querschnitte

- I – Querschnitte IPE ..., HEA...
- Stahl – Hohlprofile: Rechteck, Quadrat, Stahlrohr
- U / L / Z / C / T – Profile [alle Profile aus einer PBS-Datenbank oder Anwender-Datenbank (Prog. 30L)]

➡ Einwirkungen

- Streckeneinwirkungen q_x , q_z und q_y (Gleichstreckenlast, Trapezlast, Dreieckslast) feldübergreifend über die gesamte Stablänge oder auf einem begrenzten Stababschnitt
- Einzeleinwirkungen an beliebiger Stelle auf dem Stab (Einzelkräfte F_x , F_z , F_y und Momente M_y , M_z)
- Berücksichtigung von Temperatureinwirkungen oder Temperaturdifferenz oben / unten möglich
- Optional: Bildung von Lastfällen über die Einwirkungsgruppen
- Lastübernahme aus anderen Positionen und Lastweiterleitung

➡ Schnittgrößen

- Theorie I. 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)

- Elastischer Spannungsnachweis
- Plastische Querschnittsausnutzung
- Schubbeulprüfung (h/t – Nachweis)
- Stabilitätsnachweis nach dem Ersatzstabverfahren (Biegeknicken; Biegedrillknicken z.Zt. nur für I – Profile)
- Wahlweise Berücksichtigung der Feuerwiderstandsklassen R30, R60, R90 für das gewählte Profil (ohne Berücksichtigung eines konstruktiven Brandschutzes).
- Lagesicherheit
- Verformungen

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

Systemparameter

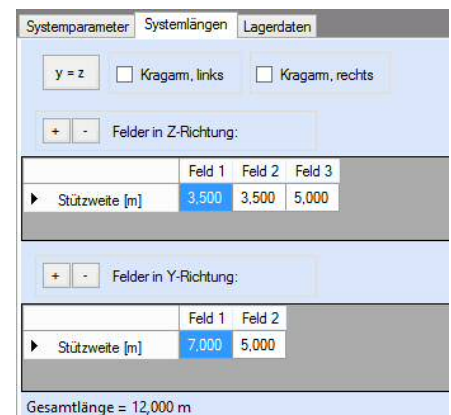
In diesem Abschnitt kann zwischen „Stabtragwerk“ und „Flächentragwerk“ unterschieden werden. Beim Flächentragwerk wird der Trägerabstand einer Trägerlage bei der Schnittkraftermittlung berücksichtigt. Hierbei werden alle Strecken- und Einzellasten mit dem Trägerabstand (Einflussbreite in [m]) multipliziert.



Systemlängen

Hier erfolgt die Eingabe der Feldanzahl und Feldlängen getrennt nach Stützweiten in Z- und Y-Richtung. Die Gesamtlänge des Trägers ergibt sich aus der Eingabe des Systems in Z-Richtung.

Weiterhin besteht hier die Möglichkeit der Eingabe von Kragarmen.



Lagerdaten

Die Auflagerart und Auflagerbreiten werden festgelegt. Dabei ist es möglich Federwerte einzugeben.

		z-Richtung	y-Richtung
Auflagerart		Länge [cm]	Länge [cm]
▶ 1	Kugellagerung	20,0	20,0
2	Vz-Lager	20,0	20,0
3	Vz-Hy-Lager	20,0	20,0
4	Vz-Hy-Lager	20,0	20,0

Lagerdatentabelle ohne Federn

		Auflager z-Richtung			Auflager y-Richtung			
Auflagerart		Länge [cm]	Cw,z [kN/cm]	Cw,x [kN/cm]	Cd,y [kNm/cm/m]	Länge [cm]	Cw,y [kN/cm]	Cd,z [kNm/cm/m]
1	Kugellagerung	20,0	fest	fest	-	20,0	fest	-
2	Vz-Lager	20,0	fest	-	-	20,0	-	-
3	Vz-Hy-Lager	20,0	fest	-	-	20,0	fest	-
▶ 4	Feder	20,0	120,0	-	540,0	20,0	fest	-

Lagerdatentabelle mit Federn

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



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.	Ortsangabe	Anfang	Länge	Wert.k links	Wert.k rechts	Einheit	Alpha	Faktor
Eigengewicht	qz	G	Länge [m]	0,000	8,000	1,00	1,00	kN/m	-	1,00
Windlast	qy	Q,W	Länge [m]	0,000	8,000	0,70	0,70	kN/m	-	1,00

Mögliche Lasttypen für Streckenlasten:

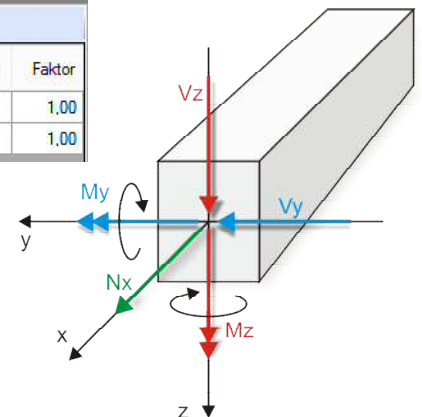
qz = vertikal,

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

qx = horizontal (in Stabrichtung),

T = Temperaturveränderung über den ganzen Stabquerschnitt

Td = Temperaturdifferenz Stab oben / Stab unten



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.

Abminderungen:

Lastabminderungen (und Erhöhungen) sind über einen Faktor frei wählbar oder für Verkehrslasten aufgrund der Lastezugsfläche bzw. der Geschoßanzahl ermittelbar.

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

Einzellasten

Optionen Einwirkungsgruppen Streckenlasten Einzellasten Kategorien Lastfälle									
2 von 2									
Bezeichnung	Typ	Kat.	Ortsangabe	Ort	Wert,k	Einheit	Alpha	Faktor	
Eigengewicht aus Pos. 3	Fz	G	Länge [m]	6,000	1,00	kN	-	1,00	
Nutzlast aus Pos. 3	Fz	Q,A2	Länge [m]	6,000	4,00	kN	-	1,00	

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

Mögliche Lasttypen für Streckenlasten:

Fz = Einzellast vertikal

Fy = Einzellast horizontal, (quer zur Stabrichtung in y-Richtung)

Fx = Einzellast horizontal [in Stabrichtung],

My = Moment um die y-Achse

Mz = Moment um die z-Achse

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	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_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 Ψ -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.

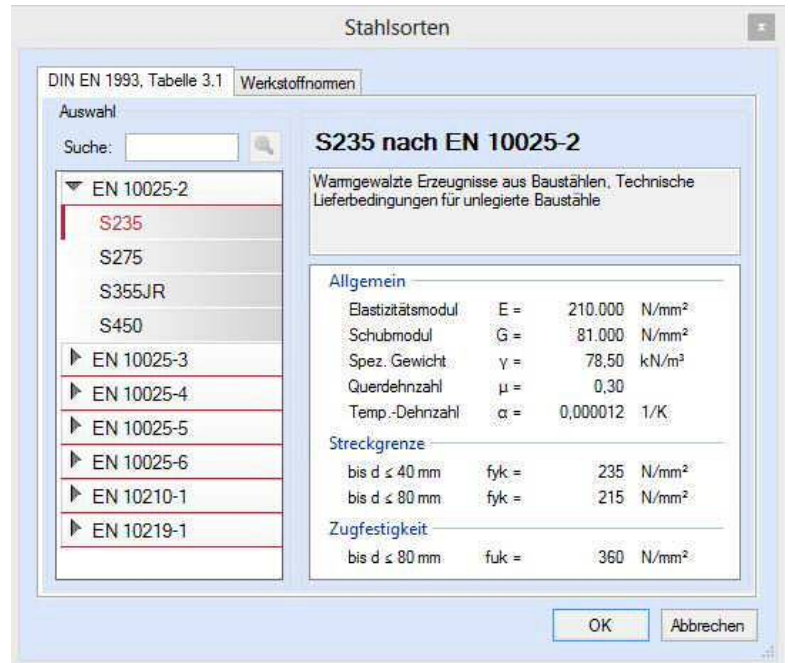
Bemessung

Material

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

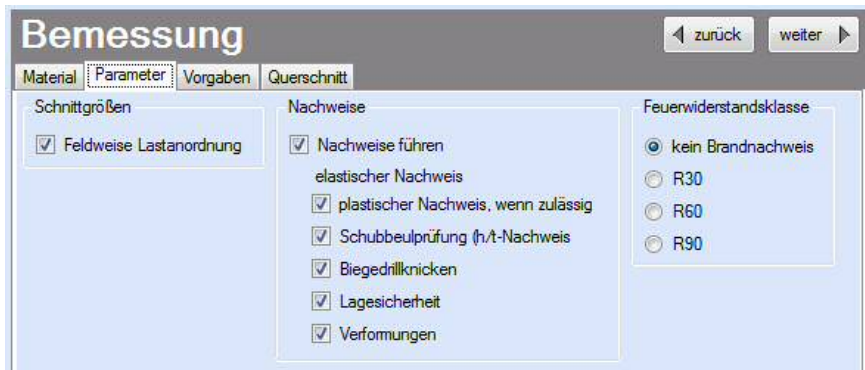
Es gibt die Auswahl zwischen verschiedenen Stahlsorten:

- 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.



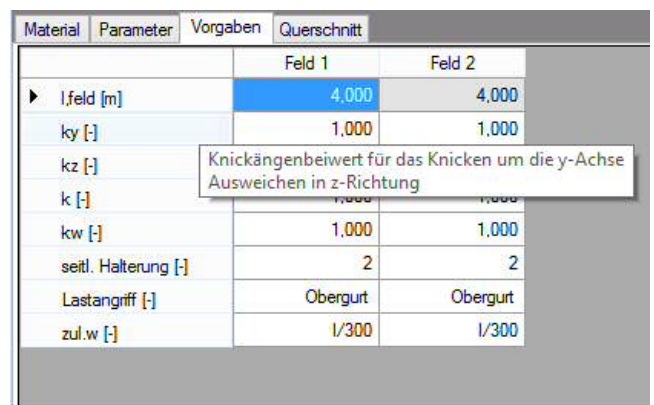
Vorgaben

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

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



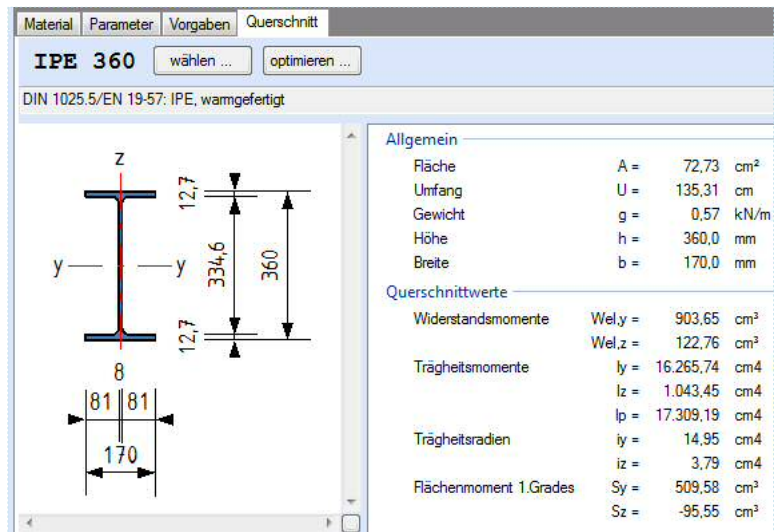
Wenn man die Maus auf der Zeilenbezeichnung kurz still hält, dann wird die Bedeutung des Wertes angezeigt, wie hier am Beispiel des Knicklängenbeiwertes k_y deutlich wird.



Querschnitt

Im Dialog „Querschnitte“ erfolgt die Wahl eines Stabquerschnittes. Verwenden Sie dazu den Button „wählen“.

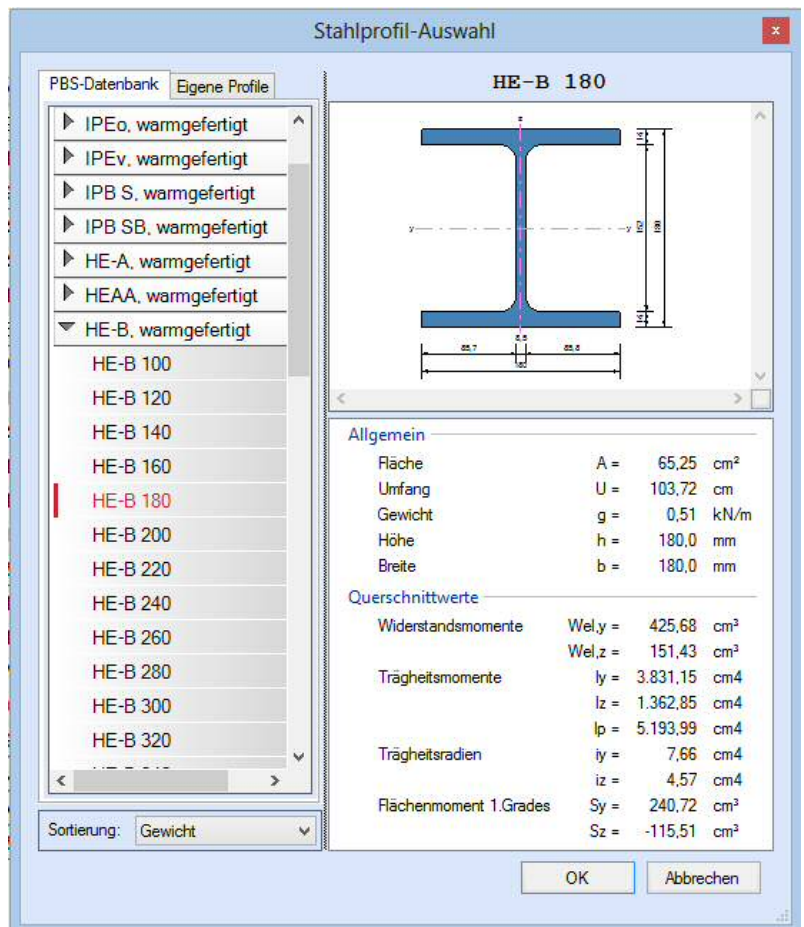
Mit dem Button „optimieren“ können Sie einen optimalen Querschnitt der eingestellten Profilart ermitteln lassen.



Für die Stahlprofil – Auswahl gibt es eine „PBS – Datenbank“.



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



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.

Wenn man bereits unter Bemessung / Querschnitt die Option „Optimieren“ gewählt hatte, dann wurde danach bereits die Schnittgrößenberechnung mit automatisch anschließender Nachweisführung [Berechnung] gestartet.

Kombinationen

Hier werden alle untersuchten Kombinationen für die Grenzzustände:

EQU

– Verlust der Lagesicherheit

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	Laststellung	
EQU - Verlust der Lagesicherheit					
1	1	Ständig und vorübergehend	Gsup		max. Vollast
2	1	Ständig und vorübergehend	Ginf		max. Vollast
3	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,A		max. Vollast
4	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,A		min. Vollast
5	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,A		gerade Felder
6	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,A		ungerade Felder
7	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,A		Stz. 1
8	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,A		Stz. 2
9	1	Ständig und vorübergehend	Gsup + Q,A		Stz. 3
10	1	Ständig und vorübergehend	Ginf + Q,A		max. Vollast
11	1	Ständig und vorübergehend	Ginf + Q,A		min. Vollast

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. Lasteintragsstellen)

Die Maximalwerte jeder Spalte werden feldweise farblich hervorgehoben.

Schnittkräfte-Verlauf (design)											
Kombinationen	Schnittkräfte-Verlauf (design)	Verformungen	Auflagerkräfte (design)	Auflagerkräfte (charakt)							
Gehe zu Feld:		<input type="checkbox"/> nur Endwerte	Spalten ▾		Extrema Nachweis STR						
Feld	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]
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,576	0,000	7,237	4,250
	0,400	0,000	0,000	2,787	1,620	0,546	0,000	1,156	0,000	6,697	3,850
	0,800	0,000	0,000	5,358	3,080	0,924	0,000	0,736	0,000	6,157	3,450
	1,200	0,000	0,000	7,713	4,380	1,135	0,000	0,316	0,000	5,617	3,050
	1,600	0,000	0,000	9,852	5,520	1,177	0,000	0,000	-0,104	5,077	2,650
	2,000	0,000	0,000	11,775	6,500	1,051	0,000	0,000	-0,524	4,537	2,250

Verformungen

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

Kombinationen		Schnittkräfte-Verlauf (design)		Verformungen		Auflagerkräfte (design)	
Gehe zu Feld:		<input type="checkbox"/> nur Endwerte					
Feld	x [m]	max.wy [cm]	min.wy [cm]	max.wz [cm]	min.wz [cm]		
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
	0,400	0,013	0,000	0,118	0,168		
	0,800	0,024	0,000	0,233	0,332		
	1,200	0,031	0,000	0,342	0,488		
	1,600	0,034	0,000	0,442	0,633		
	2,000	0,033	0,000	0,532	0,764		
	2,400	0,028	0,000	0,608	0,878		
	2,800	0,020	0,000	0,670	0,973		
	3,001	0,016	0,000	0,693	1,012		
	3,200	0,011	0,000	0,715	1,046		
	3,600	0,003	0,000	0,744	1,096		
	4,000	0,000	0,000	0,756	1,121		

Auflagerkräfte (design) / Auflagerkräfte (charakteristisch)

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

Kombinationen		Schnittkräfte-Verlauf (design)		Verformungen		Auflagerkräfte (design)		Auflagerkräfte (charakt)		
Gehe zu Lager-Nr:		Extrema Nachweis STR								
Lager	max.Ax [kN]	min.Ax [kN]	max.Ay [kN]	min.Ay [kN]	max.Az [kN]	min.Az [kN]	max.My [kNm]	min.My [kNm]	max.Mz [kNm]	min.Mz [kNm]
1			1,576		7,237	4,250				
2			5,249							
3			1,576		10,912	4,750				

Kombinationen		Schnittkräfte-Verlauf (design)		Verformungen		Auflagerkräfte (design)		Auflagerkräfte (charakt)		
Gehe zu Lager-Nr:		<input type="checkbox"/> Extrema aller LF anzeigen								
Lager	LF	Kraft	max.G	min.G	max.Q,A2	min.Q,A2	max.Q,W	min.Q,W	max.Summe	min.Summe
1	1	FY					1,050	1,050	1,050	1,050
		FZ	4,250	4,250	1,000	0,000			5,250	4,250
2	1	FY					3,499	3,499	3,499	3,499
		FZ					1,050	1,050	1,050	1,050
3	1	FY								
		FZ	4,750	4,750	3,000	0,000			7,750	4,750

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 ³⁾
I-Profil	x	x	x	x	x
U-Profil	x	x	x	x	– ²⁾
Rohr-Hohl	x	x	x	x	nicht erf.
Rechteck-Hohl	x	x	x	x	nicht erf.
Quadrat-Hohl	x	x	x	x	nicht erf.
L-Profil	x	x	nicht erf.	x	– ²⁾
C-Profil	x	x	x	x	– ²⁾
T-Profil	x	x	x	x	– ²⁾
Z-Profil	x	x	x	x	– ²⁾
Rechteck-Voll ¹⁾ (Blech)	x	x	x	x	– ²⁾
Kreis-Voll	nicht erf.	x	x	x	nicht erf.

¹⁾ Rechteck-Vollprofile (schlanke Bleche) werden gemäß DIN EN 1993-1-1 aufgrund einer qualitativen Einordnung beim Auftreten von Druckkräften generell der Querschnittsklasse 4 zugeordnet. Durch das Fehlen von Bemessungsgrundlagen werden bei der Bemessung mit Druckspannungen diese Querschnitte programmintern der Querschnittsklasse 3 zugeordnet, wobei jedoch eine maximale Ausnutzung von 25% zugelassen wird. Als Zugstäbe sind diese Querschnitte uneingeschränkt nachweisbar.

²⁾ Nachweis wird z.Zt. nicht geführt.

³⁾ Nachweis Biegedrillknicken analog DIN EN 1993-1-1 Abs. 6.3.2.3

Ausnutzung

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.

Für die detaillierte Anzeige der Nachweiswerte klicken Sie auf

Details

Sie sehen die Details auch in der Formularansicht und später im Ausdruck, wenn unter „Ausgabe“ die Option „Nachweise / Zwischenwerte“ aktiviert wurde.

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

Nachweise						
Ausnutzung						
Details Nur Überschreitungen anzeigen max. Ausnutzung = 0,420						
Ort	Nachweis	Komb.-Nr.	Gleichung	Zwischenwerte / Details	Ausnutzung	
Stz. 1	✓ Lagesicherheit	1	6.7	Nachweis: Keine abhebenden Kräfte.	0,000	
Stz. 3	✓ Lagesicherheit	1	6.7	Nachweis: Keine abhebenden Kräfte.	0,000	
alle	✓ Schubbeulen	23	6.22	Nachweis: $h/t = 14,35 < 60,00$ in z-Richtung	0,239	
	✓		6.22	Nachweis: $h/t = 5,05 < 60,00$ in y-Richtung	0,084	
Feld 1	✓ Q-Beanspruchung (pl)	33	6.17	Nachweis: 7.237 / 274.634	0,026	
	✓		6.17	Nachweis: 0.000 / 610.684	0,000	
	ⓘ			Nachweis: Querschnittsklasse 1		
	✓ M-Beanspruchung (pl)		6.12	Nachweis: 18.150 / 113.141	0,160	
	ⓘ			Nachweis: Querschnittsklasse 1		
	✓ MQ(T)-Interakt. (pl)		6.12	Nachweis: 18.150 / 115.949	0,157	
	ⓘ			Nachweis: Querschnittsklasse 1		
	✓ Biegedrillknicken	39	6.61	Nachweis: 0.00 + 0.12 + 0.01	0,135	
	✓		6.62	Nachweis: 0.00 + 0.17 + 0.02	0,191	
Feld 2	✓ Q-Beanspruchung (pl)	33	6.17	Nachweis: 10.912 / 274.634	0,040	
	✓		6.17	Nachweis: 0.000 / 610.684	0,000	
	ⓘ			Nachweis: Querschnittsklasse 1		

Ausgabe

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

Optionen	Nachweise	Weiterleitung
<input checked="" type="checkbox"/> Systembilder	<input checked="" type="radio"/> maßgebende Nachweise des gesamten Systems	<input checked="" type="checkbox"/> Weiterleitungsdaten
<input checked="" type="checkbox"/> Lastbilder	<input type="radio"/> maßgebende Nachweise jedes Feldes	<input checked="" type="checkbox"/> lastfallweise
Bilder nebeneinander: 2	<input type="checkbox"/> Zwischenwerte	
<input checked="" type="checkbox"/> Extremales Schnittgrößen-Detailbild		
<input checked="" type="checkbox"/> Querschnittskennwerte		
<input checked="" type="checkbox"/> Querschnitt-Detailbild		

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.

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]

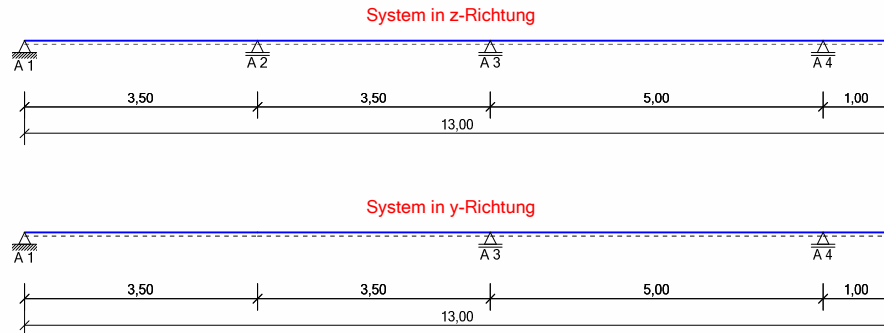
POS. 3 STAHLTRÄGER MIT DOPPELBIEGUNG

Programm: 077J, Vers: 01.00.016 07/2014

Grundlagen: DIN EN 1990/NA: 2010-12
 DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12
 DIN EN 1993-1-1/NA: 2010-12
 DIN EN 1993-1-2/NA: 2010-12

System:

- Stabtragwerk



Feldlängen in Z-Richtung

Feld	1	2	3	Kr, re
Stützweite [m]	3.50	3.50	5.00	1.00

Feldlängen in Y-Richtung

Feld	1	2	Kr, re
Stützweite [m]	7.00	5.00	1.00

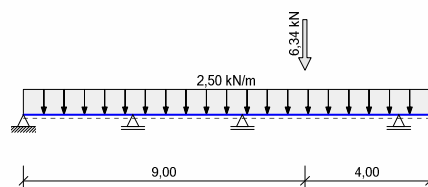
Auflagerdaten in Z-Richtung

Nr.	Ort	Lagerung	l_a	a_i	----- Lagerung / Federn -----		
					$C_{w,z}$	$C_{w,x}$	$C_{d,y}$
[-]	[m]	[-]	[cm]	[cm]	[kN/cm]	[kN/cm]	[kNm/cm/m]
1	0.00	frei drehbar	20.0	10.0	fest	fest	-
2	3.50	frei drehbar	20.0	10.0	fest	-	-
3	7.00	frei drehbar	20.0	10.0	fest	-	-
4	12.00	frei drehbar	20.0	10.0	fest	-	-

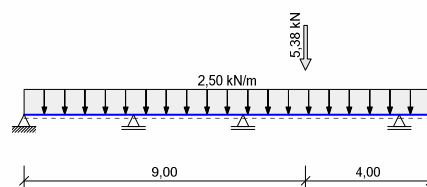
Auflagerdaten in Y-Richtung

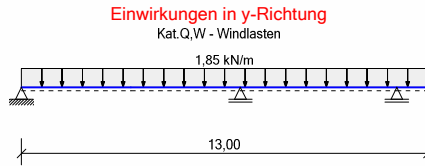
Nr.	Ort	Lagerung	l_a	a_i	----- Lagerung / Federn -----		
					$C_{w,y}$	$C_{w,x}$	$C_{d,z}$
[-]	[m]	[-]	[cm]	[cm]	[kN/cm]	[kN/cm]	[kNm/cm/m]
1	0.00	frei drehbar	20.0	10.0	fest	fest	-
3	7.00	frei drehbar	20.0	10.0	fest	-	-
4	12.00	frei drehbar	20.0	10.0	fest	-	-

Einwirkungen

 Einwirkungen in z-Richtung
 Kat. G - Ständige Einwirkungen


Kat. Q,1 - Sonstige Nutz- u. Verkehrslasten




Erläuterungen zu den Einwirkungen

- Fz = Lokale Einzellast in z-Richtung
 qy = Lokale Streckenlast in y-Richtung
 qz = Lokale Streckenlast in z-Richtung
 a = horizontaler Abstand [m] vom Systemanfang
 c = horizontale Lastlänge [m]

Streckeneinwirkungen [kN/m]

Einwirkung aus	Typ	Kat.	EWG	a [m]	c [m]	Betrag, k	li.	re.	Abmin. Alpha
Eigengewicht	qz	G	1	0.00	13.00	2.50	2.50		-
Verkehr	qz	Q,1	1	0.00	13.00	2.50	2.50		-
Wind	qy	Q,W	1	0.00	13.00	1.85	1.85		-

Einzeleinwirkungen [kN]

Einwirkung aus	Typ	Kat.	EWG	a [m]	Betrag, k	Abmin.
Pos.1 Aufl. 3 LF 1	Fz	G	1	9.00	6.34	-
	Fz	Q,1	1	9.00	5.38	-

Kategorien und Kombinationsbeiwerte

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			feldw. Ansatz
		Psi0	Psi1	Psi2	
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	
Q,1	Sonstige Nutz-u.Verkehrslasten 1	0.80	0.70	0.50	ja
Q,W	Windlasten	0.60	0.20	-	nein

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	-
EQU	Ständig und vorübergehend 1)	0.95	1.05	1.50	1.50	-

- STR = Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks
 GZG = Gebrauchstauglichkeit
 EQU = Verlust der Lagesicherheit

1) DIN EN 1990/NA(DE), Tab.NA.A.1.2(A) kl. Schwankungen

Kombinationen

KNr.	LF	Bem.-Situation	Kombination
95	1	STR, P/T	Gsup + Q,W + (Q,1) Laststellung: Stz.3
53			Gsup Laststellung: max.vollast
92			Gsup + Q,W + (Q,1) Laststellung: ungerade Felder
109	1	GZG, char	G + Q,1 Laststellung: ungerade Felder

KNr.	LF	Bem.-Situation	Kombination
122			G + Q,W Laststellung: max.volllast
1	1	EQU, P/T	Gsup Laststellung: max.volllast

Nachweise:

EQU : Verlust der Lagesicherheit

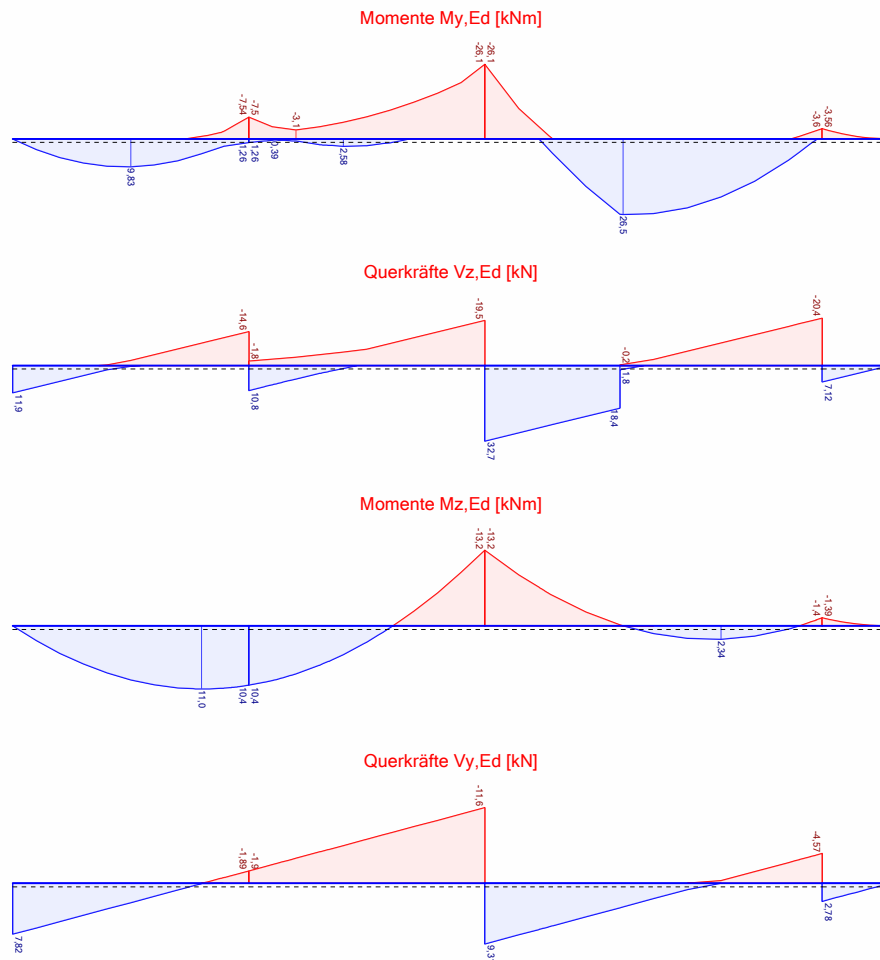
GZG : Gebrauchstauglichkeit

STR : Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks

Bemessungssituationen:

char : Charakteristisch

P/T : Ständig und vorübergehend

Schnittgrößen:

Schnittgrößen (Design)

Stab		Ort [m]	Nx, Ed [kN]	My, Ed [kNm]	Mz, Ed [kNm]	Vy, Ed [kN]	Vz, Ed [kN]
1	Nx, Ed min	0.00	0.00	-	-	7.82	11.85
	max	0.00	0.00	-	-	-	3.20
	My, Ed min	0.00	0.00	-	-	7.82	11.85
	max	1.40	0.00	2.03	-	-	-0.30
	Mz, Ed min	0.00	0.00	-	-	7.82	11.85
	max	0.00	0.00	-	-	-	3.20
	Vy, Ed min	3.12	0.00	2.73	10.90	-	-3.05
	max	0.00	0.00	-	-	-	3.20
	Vz, Ed min	3.50	0.00	1.26	10.38	-	-4.01

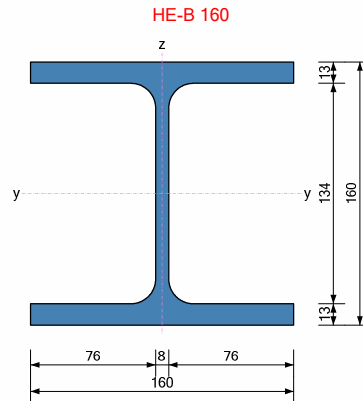
Stab		Ort [m]	Nx,Ed [kN]	My,Ed [kNm]	Mz,Ed [kNm]	Vy,Ed [kN]	Vz,Ed [kN]
	max	0.00	0.00	-	-	-	3.20
2	Nx,Ed min	0.00	0.00	1.26	10.38	-	10.78
	max	0.00	0.00	-7.54	-	-1.89	-1.84
	My,Ed min	3.50	0.00	-8.43	-	-	-5.47
	max	0.70	0.00	-3.15	-	-3.83	-3.59
	Mz,Ed min	2.19	0.00	0.90	-	-	-2.21
	max	0.00	0.00	-7.54	-	-1.89	-1.84
	Vy,Ed min	0.00	0.00	1.26	10.38	-	10.78
	max	0.00	0.00	-7.54	-	-1.89	-1.84
	Vz,Ed min	3.50	0.00	-8.43	-	-	-5.47
	max	0.00	0.00	-7.54	-	-1.89	-1.84
3	Nx,Ed min	0.00	0.00	-8.43	-	9.31	32.68
	max	0.00	0.00	-26.12	-13.23	-	11.12
	My,Ed min	0.00	0.00	-8.43	-	9.31	32.68
	max	2.00	0.00	7.66	-0.17	-	6.12
	Mz,Ed min	0.00	0.00	-8.43	-	9.31	32.68
	max	2.50	0.00	7.42	-	-	-2.63
	Vy,Ed min	3.50	0.00	20.41	2.34	-	-3.23
	max	0.00	0.00	-26.12	-13.23	-	11.12
	Vz,Ed min	5.00	0.00	-1.25	-	-	-6.98
	max	0.00	0.00	-26.12	-13.23	-	11.12
4	Nx,Ed min	0.00	0.00	-1.25	-	2.78	7.12
	max	0.00	0.00	-3.56	-1.39	-	2.50
	My,Ed min	0.00	0.00	-1.25	-	2.78	7.12
	max	1.00	0.00	-	-	-	-
	Mz,Ed min	0.00	0.00	-1.25	-	2.78	7.12
	max	1.00	0.00	-	-	-	-
	Vy,Ed min	1.00	0.00	-	-	-	-
	max	0.00	0.00	-3.56	-1.39	-	2.50
	Vz,Ed min	1.00	0.00	-	-	-	-
	max	0.00	0.00	-3.56	-1.39	-	2.50

Auflagerkräfte (Design)

Lager	min					max				
	Az,Ed [kN]	Ay,Ed [kN]	Ax,Ed [kN]	My,Ed [kNm]	Mz,Ed [kNm]	Az,Ed [kN]	Ay,Ed [kN]	Ax,Ed [kN]	My,Ed [kNm]	Mz,Ed [kNm]
1	-	7.82	11.85	-	-	-	-	3.20	-	-
2	-	-	25.40	-	-	-	-	2.17	-	-
3	-	20.91	52.17	-	-	-	-	16.96	-	-
4	-	7.34	27.57	-	-	-	-	9.48	-	-

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

 Kennwerte: E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm², spez. Gewicht = 78.5 kN/m³
 Erzeugnisdicke t ≤ 40 mm, fyk = 235 N/mm², fuk = 360 N/mm²
 t ≤ 80 mm, fyk = 215 N/mm², fuk = 360 N/mm²
Querschnitt: HE-B, warmgefertigt 1 x HE-B 160



Kennwerte: $A = 54.25 \text{ cm}^2$, $W_y = 311.50 \text{ cm}^3$, $I_y = 2492 \text{ cm}^4$
 $g = 0.43 \text{ kN/m}$, $W_z = 111.15 \text{ cm}^3$, $I_z = 889 \text{ cm}^4$

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Vorgaben:

Erläuterungen zu den Stabvorgaben:

- k_y = Knicklängenbeiwert knicken um die y-Achse (Ausweichen z-Richtung)
- k_z = Knicklängenbeiwert knicken um die z-Achse (Ausweichen y-Richtung)
- k = Verdrehbarkeit der Auflager um z-Achse (0.5 = starr, 1.0 = frei)
- k_w = Verwölbbarkeit der Stabenden (0.5 = starr, 1.0 = frei)
- Halter = Anzahl der seitlichen Halterungen (Gabelhalterungen) 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]	k_y	k_z	k	k_w	Halter	Ort	zul.w
Stab 1	3.50	1.000	1.000	1.000	1.000	2	OG.	l/300
Stab 2	3.50	1.000	1.000	1.000	1.000	2	OG.	l/300
Stab 3	5.00	1.000	1.000	1.000	1.000	2	OG.	l/300
Krag, re	1.00	1.000	1.000	1.000	1.000	2	OG.	l/150

Spannungsnachweis

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 2	95	6.41	M-Beanspruchung (p_l) $0.281 \wedge 2.000 + 0.331 \wedge 1.000$	0.410
Stab 2			Querschnittsklasse 1	

Schubbeulprüfung

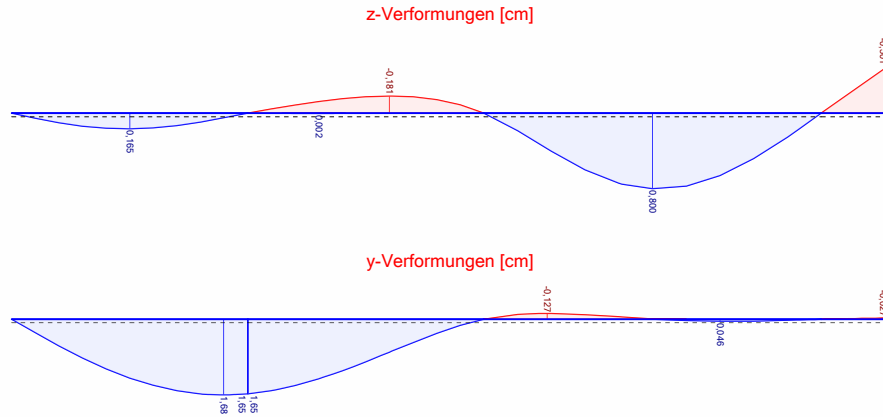
Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
alle	53	6.22	Schubbeulen $h/t = 13.00 < 60.00$ in z-Richtung	0.217
alle		6.22	$h/t = 4.69 < 60.00$ in y-Richtung	0.078

Stabilitätsnachweis

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stab 3	92	6.61	Biegedrillknicken $0.00 + 0.28 + 0.20$	0.482
Stab 3		6.62	$0.00 + 0.31 + 0.33$	0.644

Nachweis der Lagesicherheit

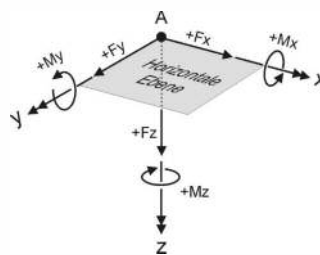
Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Stz. 1	1	6.7	Lagesicherheit keine abhebenden Kräfte.	0.000

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis der Verformung

Ort	KNr.	Gleichung	Zwischenwerte und Details	Ausnutzung
Kr.re.	109		Verformung Z-Richtung 0,50/0,67	0.751
Feld 1	122		Verformung Y-Richtung 1,68/2,33	0.719

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.)

Die Kraftartrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei ist der Betrag der Kraftart F in [kN].



Lager	Kraftart	Kategorie	Maximal	Minimal	volllast
1	FY	Q,W	5.21	5.21	5.21
		Summe, k	5.21	5.21	5.21
	FZ	G	3.92	3.92	3.92
2	FY	Q,1	4.37	-0.48	3.88
		Summe, k	8.29	3.44	7.81
	FZ	G	7.07	7.07	7.07
3	FY	Q,1	10.57	-3.26	7.31
		Summe, k	17.64	3.80	14.38
	FZ	G	18.12	18.12	18.12

Lager	Kraftart	Kategorie	Maximal	Minimal	volllast
		Q,1	18.47	-0.77	17.23
		Summe,k	36.59	17.35	35.35
4	FY	Q,W	4.90	4.90	4.90
		Summe,k	4.90	4.90	4.90
	FZ	G	9.73	9.73	9.73
		Q,1	9.62	-0.17	9.46
		Summe,k	19.35	9.56	19.18