

Folgende Normen wurden als Grundlage für die Berechnung herangezogen:

EN 1990 und B 1990-1	Grundlagen der Tragwerksplanung
EN 1991-3 und B 1991-3	Einwirkungen auf Tragwerke Teil 3: Einwirkungen von Kranen und Maschinen
EN 1993-1-1/ B 1993-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
EN 1993-6 und B 1993-6	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten / Teil 6: Kranbahnen
EN 13001-2	Crane safety - general design / Part 2: Load effects
DIN 1025	Warmgewalzte I-Träger / Teile 2, 3 und 5: HEB, HEA und IPE

Gegenstand der Berechnung:

Projektbezeichnung:	Beispielprojekt
Bauteilbeschreibung:	Beispielkranschiene
Dokumentnummer:	2015-01

Eingaben und Auswahlen:

Stützweite des Einfeldträgers:	6,40	m
Kragarm vorhanden?	JA	
Länge des Kragarms:	1,15	m
Schadensfolgenklasse nach EN 1990:	CC2	
Materialgüte:	S235	
Teilsicherheit für die Hublast:	1,50	[1]
Trägerdimension:	IPE400	
Hublast:	40,0	kN
Katzgewicht:	2,0	kN
Hubklasse nach EN 13001-2 bzw. EN 1991-3:	HC2	
Hubwerkstyp nach EN 13001-2:	HD1	
Maximale Hubgeschwindigkeit $v_{h,max}$ nach EN 13001-2:	0,50	m/sec
Obergurt im Feld gegen seitl. Ausweichen gesichert (BDK):	NEIN	

Gegenseitiger Radabstand in Schienenlängsrichtung:	200	mm
Radabstand (Achse) von der Schienenaußenkante:	10	mm
Zulässige Gesamtdurchbiegung	L/ 600	
Durchbiegung zufolge Hublast	L/ 500	

<u>Übersicht der Nachweise:</u>	Erfüllt?	Ausnutzung
Spannungsnachweis:	JA	0,63
Durchbiegungsnachweis:	JA	0,91
Biegedrillknicknachweis:	JA	0,98
Flanschbiegespannungsnachweis:	JA	0,79

Ermittlung der Kranbelastungen:

charakteristischer, statischer Anteil der Kraneinwirkung:

$$F_k = 42,00 \text{ kN}$$

Ermittlung der dynamische Faktoren:

$$\varphi_1 = 1,10 [1]$$

$$\beta_2 = 0,34 [1]$$

$$\varphi_{2,\min} = 1,10 [1]$$

$$v_h = 0,50 \text{ [m/sec]}$$

$$\varphi_2 = 1,27 [1]$$

$$\varphi_4 = 1,00 [1]$$

charakteristische Kraneinwirkung und Bemessungswert der Kraneinwirkung:

$$F_{k,\varphi} = 53,00 \text{ kN}$$

$$F_{d,\varphi} = 79,17 \text{ kN}$$

charakteristische horizontale Kraneinwirkung und Bemessungswert der horizontalen Kraneinw.:

$$H_k = 2,10 \text{ kN}$$

$$H_d = 3,14 \text{ kN}$$

Eigengewicht der Kranschiene (erhöht um φ_1):

$$g_k = g_{d,\text{inf}} = 0,73 \text{ kN/m}$$

$$g_{d,\text{sup}} = 0,98 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen:

Feld:	$M_{y,E,k} =$	88,53 kNm
	$M_{z,E,k} =$	3,36 kNm
	$V_{y,E,k} =$	2,10 kN
	$V_{z,E,k} =$	55,33 kN
	$M_{y,E,d} =$	131,71 kNm
	$M_{z,E,d} =$	5,02 kNm
	$V_{y,E,d} =$	3,14 kN
	$V_{z,E,d} =$	82,32 kN
Kragarm:	$M_{y,E,k} =$	61,43 kNm
	$M_{z,E,k} =$	2,42 kNm
	$V_{y,E,k} =$	2,10 kN
	$V_{z,E,k} =$	53,84 kN
	$M_{y,E,d} =$	91,70 kNm
	$M_{z,E,d} =$	3,61 kNm
	$V_{y,E,d} =$	3,14 kN
	$V_{z,E,d} =$	80,30 kN

Spannungsnachweis

Material:	$f_{yk} =$	23,50 kN/cm ²
	$\gamma_m \times K_{F,i} =$	1,00 [1]
	$f_{yd} =$	23,50 kN/cm ²

Querschnittswerte für den Spannungsnachweis:

$W_y =$	1160 cm ³
$W_z =$	146 cm ³
$A_w =$	32,1 cm ²

Spannungen im Feld:	$\sigma_{Ed} =$	14,79 kN/cm ²	
	$\tau_{Ed} =$	2,56 kN/cm ²	zufolge $V_{z,Ed}$
Spannungen am Krag.:	$\sigma_{Ed} =$	10,37 kN/cm ²	
	$\tau_{Ed} =$	2,50 kN/cm ²	zufolge $V_{z,Ed}$

Spannungsausnutzung: **0,63**

Hinweis zur Ermüdung des Katzbahnträgers:

Ein Ermüdungsnachweis wird im Rahmen dieser Berechnung nicht geführt. Gemäß EN 1993-6 ist der Geltungsbereich dieser Berechnung somit auf 10.000 Lastwechsel mit mehr als 50% der vollen Hublast beschränkt.

Durchbiegungsnachweis:

Elastizitätsmodul: $E =$ 21000 kN/cm²

Querschnittswerte: $J_y =$ 23130 cm⁴
 $J_z =$ 1320 cm⁴

Grenzwerte im Feld: vertikal 1,07 cm
vertikal 1,28 cm nur Hublast
horizontal 1,07 cm

Grenzwerte am Krag.: verikal 0,38 cm
vertikal 0,46 cm nur Hublast
horizontal 0,38 cm

Durchbiegung im Feld: vertikal 0,63 cm
vertikal 0,60 cm nur Hublast
horizontal 0,41 cm

Durchbieg am Krag.: verikal 0,35 cm
vertikal 0,36 cm nur Hublast
horizontal 0,25 cm

Durchbiegungsausnutzung: **0,91**

Biegedrillknicknachweis im Feld:

Der Nachweis erfolgt nach EN 1993-1-1 Punkt 6.3.2.4.

Abstand der Stützungen:	$L_c =$	6,40 m	
Querschnittswerte:	$i_{f,z} =$	4,57 cm	
	$W_{pl,y} =$	1307 cm ³	
plastisches Moment:	$M_{c,rd} =$	307,1 kNm	
Schlankheiten:	$\lambda_1 =$	93,9 [1]	
	$\lambda_f =$	1,28 [1]	mit $k_c=0,86$
Grenzwert (6.59):	$\lambda_{f,grenz} =$	1,17 [1]	

Bedingung (6.59) nicht eingehalten, genauerer Nachweis erforderlich und im Folgenden geführt.

Knicklinie c:	$\phi =$	1,59 [1]	
	$\chi =$	0,40 [1]	
Grenzmoment BDK:	$M_{b,rd} =$	133,9 kNm	
Biegedrillknickausrutzung:		0,98	

Flanschbiegespannungsnachweis:

Der Nachweis erfolgt nach EN 1993-6 Punkt 6.7.

Querschnittswerte:	$b =$	18,0 cm	
	$t_f =$	1,35 cm	
	$t_w =$	0,86 cm	
	$r =$	2,10 cm	
Einzelradlast:	$F_{z,Ed} =$	19,79 kN	4 Räder
Abstände:	$m =$	5,89 cm	
	$n =$	1,00 cm	
	$x_w =$	20,00 cm	

Lastfall Laufkatze im Feld:

Aus Trägerbiegung: $\sigma_{f,Ed} = 11,35 \text{ kN/cm}^2$

Effektive Länge: $l_{eff} = 29,49 \text{ cm}$

Radwiderstand: $F_{t,Rd} = 41,09 \text{ kN}$

Lastfall Laufkatze am Kragarmende:

Effektive Länge: $l_{eff} = 13,78 \text{ cm}$

Radwiderstand: $F_{t,Rd} = 25,05 \text{ kN}$

Flanschbiegungsausnutzung: **0,79**

Allgemeiner Hinweis zu dieser Berechnung:

Die vorliegende Berechnung umfasst nur die Unterflanschlaufkatzenschiene selbst!

Die Befestigung der Schiene ist gesondert auf die auftretenden Belastungen auszulegen.

Die lastaufnehmende Tragkonstruktion der Schiene ist ebenfalls auf die auftretenden Belastungen zu untersuchen.

Auflagerkräfte:

charakteristische Auflagerkräfte des Einfeldträgers:

$V_k = 55,33 \text{ kN}$

$H_k = 2,10 \text{ kN}$

Bemessungswerte der Auflagerkräfte des Einfeldträgers:

$V_d = 82,32 \text{ kN}$

$H_d = 3,14 \text{ kN}$

charakteristische Auflagerkräfte des Kragarms:

$V_k = 65,77 \text{ kN}$

$H_k = 2,48 \text{ kN}$

Bemessungswerte der Auflagerkräfte des Kragarms:

$V_d = 97,78 \text{ kN}$

$H_d = 3,70 \text{ kN}$

**STATISCHE BERECHNUNG
LASTAUFNEHMENDES PROFIL
ZUR KATZBAHNBERECHNUNG**

STAND 5. SEP. 2014

Folgende Normen wurden als Grundlage für die Berechnung herangezogen:

EN 1990 und B 1990-1	Grundlagen der Tragwerksplanung
EN 1993-1-1/ B 1993-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN 1025	Warmgewalzte I-Träger / Teile 2, 3 und 5: HEB, HEA und IPE

Gegenstand der Berechnung:

Lastaufnehmendes Profil der folgenden Kranschiene:

Projektbezeichnung:	Beispielprojekt
Bauteilbeschreibung:	Beispielkranschiene
Dokumentnummer:	2015-01

Der folgende Nachweis gilt nur für im rechten Winkel zur Kranschiene verlaufende Einfeldträger ohne zusätzliche Belastungen!

Eingaben und Auswahlen:

Stützweite des Einfeldträgers:	4,60	m
Abstand der Kranschiene vom Trägersauflager:	2,00	m
Schadensfolgenklasse nach EN 1990:	CC2	
Materialgüte:	S355	
Trägerdimension:	HEB220	
Obergurt im Feld gegen seitl. Ausweichen gesichert (BDK):	1x in Feldmitte	
Zulässige Gesamtdurchbiegung	L/ 500	
Lastanteil Kragarm berücksichtigen?	JA	
<u>Übersicht der Nachweise:</u>	Erfüllt?	Ausnutzung
Spannungsnachweis:	JA	0,47
Durchbiegungsnachweis:	JA	0,85
Biegedrillknicknachweis:	NICHT ERFORDERLICH	

Ermittlung der Belastungen:

Übernahme der Vertikallast von der Kranschiene:

$F_k =$	65,77 kN
$F_d =$	97,78 kN

Übernahme der Horizontallast von der Kranschiene:

$H_k =$	2,10 kN
$H_d =$	3,14 kN

Eigengewicht des Trägers:

$g_k = g_{d,inf} =$	0,72 kN/m
$g_{d,sup} =$	0,97 kN/m

Schnittgrößen:

$M_{y,E,k} =$	76,21 kNm
$M_{z,E,k} =$	2,37 kNm
$V_{y,E,k} =$	1,19 kN
$V_{z,E,k} =$	38,82 kN
$M_{y,E,d} =$	113,04 kNm
$M_{z,E,d} =$	3,54 kNm
$V_{y,E,d} =$	1,77 kN
$V_{z,E,d} =$	57,49 kN

Die angeführten Momente wurden an der Position der Kranschiene ermittelt.

Spannungsnachweis

Material:	$f_{yk} =$	35,50 kN/cm ²
	$\gamma_m \times K_{F,i} =$	1,00 [1]
	$f_{yd} =$	35,50 kN/cm ²

Querschnittswerte für den Spannungsnachweis:

$W_y =$	736 cm ³
$W_z =$	258 cm ³
$A_w =$	17,9 cm ²

Spannungen:	$\sigma_{Ed} =$	16,73 kN/cm ²	
	$\tau_{Ed} =$	3,21 kN/cm ²	zufolge $V_{z,Ed}$

Spannungsausnutzung: **0,47**

Durchbiegungsnachweis:

Elastizitätsmodul:	$E =$	21000 kN/cm ²
Querschnittswerte:	$J_y =$	8090 cm ⁴
	$J_z =$	2840 cm ⁴
Grenzwerte:	vertikal	0,92 cm
	horizontal	0,92 cm
Durchbiegung im Feld:	vertikal	0,78 cm
	horizontal	0,07 cm
Durchbiegungsausnutzung:		0,85

Biegedrillknicknachweis im Feld:

Der Nachweis erfolgt nach EN 1993-1-1 Punkt 6.3.2.4.

Abstand der Stützungen:	$L_c =$	2,30 m	
Querschnittswerte:	$i_{f,z} =$	5,99 cm	
	$W_{pl,y} =$	827 cm ³	
plastisches Moment:	$M_{c,rd} =$	293,6 kNm	
Schlankheiten:	$\lambda_1 =$	115,4 [1]	
	$\lambda_f =$	0,29 [1]	mit $k_c=0,86$
Grenzwert (6.59):	$\lambda_{f,grenz} =$	1,30 [1]	

Die Kranschiene ist nicht biegedrillknickgefährdet nach Bedingung (6.59).

Allgemeiner Hinweis zu dieser Berechnung:

Die vorliegende Berechnung umfasst nur den lastaufnehmenden Träger selbst!

Die Befestigung des Trägers ist gesondert auf die auftretenden Belastungen auszulegen.

Anschließende lastaufnehmende Konstruktionen sind ebenfalls auf die auftretenden Belastungen zu untersuchen.

Auflagerkräfte:

charakteristische Auflagerkräfte:

V k =	38,82 kN
H k =	1,19 kN

Bemessungswerte der Auflagerkräfte:

V d =	57,49 kN
H d =	1,77 kN

**STATISCHE BERECHNUNG
ANSCHLUSSNACHWEIS ZUR
KATZBAHNBERECHNUNG**

STAND 5. SEP. 2014

Folgende Normen wurden als Grundlage für die Berechnung herangezogen:

EN 1990 und B 1990-1	Grundlagen der Tragwerksplanung
EN 1993-1-1/ B 1993-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
EN 1993-1-8/ B 1993-1-8	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
DIN 1025	Warmgewalzte I-Träger / Teile 2, 3 und 5: HEB, HEA und IPE
DIN SPEC 18085	Anordnung von Schrauben in warmgewalzten Profilen (Aug. 2014)

Gegenstand der Berechnung:

Anschlussnachweis für die Abhängung der folgenden Kranschiene:

Projektbezeichnung: **Beispielprojekt**
Bauteilbeschreibung: **Beispielkranschiene**
Dokumentnummer: **2015-01**

Der folgende Nachweis gilt nur für eine direkte Abhängung der Kranschiene von einem im rechten Winkel zur Kranschiene verlaufenden lastaufnehmenden Stahlträger mittels vier Schrauben!

Zusätzliche Anschlussdaten:

Dimension des Lastaufnehmenden Profiles: **HEB220**
Materialgüte des Lastaufnehmenden Profiles: **S355**
Schadensfolgenklasse: **CC2**

Lastenteil Kragarm berücksichtigen? **JA**

Gewählte Schraubendimension und -güte: **M16 8.8**

Schraubenabstand in der Kranschiene: **Nach DIN SPEC 18085 (Aug. 2014)**

Schraubenabst. Lastaufnehm. Profil: **Freie Eingabe**
w = 100 mm

Zusammenfassung aller Nachweise mit Ausnahme der Nettoquerschnittsnachweise:

Ist der gewählte Anschluss zulässig? **ANSCHLUSS ZULÄSSIG**

Nettoquerschnittsnachweise:

Der vereinfachte Nettoquerschnittsnachweis der Kranschiene ist erfüllt.

Ein zusätzlicher Nettoquerschnittsnachweis im lastaufnehmenden Profil ist erforderlich, sofern die Schrauben nicht im Druckflansch liegen (kein Nachweis in diesem Fall erforderlich)!

Schraubenabstände:

Bei Verwendung von DIN SPEC 18085 sind die Abstände für den Fall überwiegenden Zuges eingesetzt.

In der Kranschiene: $w =$ **96 mm**
Im aufnehmenden Profil: $w =$ **100 mm**

Randabstände in Profillängsrichtung:

Achtung: Ein eventuelles freies Ende der Profile muss mind. den folgenden Abstand von der Achse der letzten Schraubenreihe haben (Flanschbiegenachweise sonst nicht gültig)!

Kranschiene: $\min l =$ **71,7 mm**
Aufnehmendes Profil: $\min l =$ **92,0 mm**

Verwendbarkeit der Schrauben:

Die Überprüfung erfolgt bei Stahlbau Kompakt und DIN SPEC 18085 nach diesen Regelwerken.

Achtung: Bei freier Eingabe erfolgte keine Überprüfung der Einbaubarkeit der Schraube (Abstand zur Ausrundung, ...)! Es werden nur die Mindestabstände nach EN 1993-1-8 geprüft. Die Lochdurchmesser werden nach DIN SPEC 18085 angenommen.

Durchmesser der Schrauben: 16 mm
Zul. in der Kranschiene: 24 mm
Zul. Im aufnehmenden Profil: 36 mm

Lochdurchmesser Kranschiene: 18 mm
Randabstand Kranschiene $e_2/d_0 =$ 2,33 [1] min. 1,2
Lochabstand Kranschiene $p_2/d_0 =$ 5,33 [1] min. 2,4

Lochdurchmesser lastaufn. Profil: 18 mm
Randabstand lastaufn. Profil $e_2/d_0 =$ 3,33 [1] min. 1,2
Lochabstand lastaufn. Profil $p_2/d_0 =$ 5,56 [1] min. 2,4

Schraube hier verwendbar? JA

Tragkraft der Schrauben:

Auflagerkraft:	$V_{z,E,d} =$	97,78 kN
zul. Kraft je Schraube	$F_{t,R,d} =$	90,4 kN
Zul. Gesamtlast	$V_{z,R,d} =$	361,6 kN

Schraubentragkraft ausreichend? JA

Flanschbeanspruchung in der Kranschiene nach EN 1993-1-8 6.2.4.1 und 6.2.6.4.1:

	$t_f =$	1,35 cm
	$m =$	2,27 cm
	$e =$	4,20 cm
	$p =$	10,00 cm
	$n =$	2,84 cm
je Schraubenreihe	$F_{t,E,d} =$	48,89 kN
Schraubenreihe einzeln:	$l_{eff,1} =$	14,26 cm
	$l_{eff,2} =$	14,33 cm
Teil einer Gruppe:	$l_{eff,1} =$	12,17 cm
	$l_{eff,2} =$	12,17 cm
T-Stummel:	$M_{pl,1,Rd} =$	130,25 kNcm
	$M_{pl,2,Rd} =$	130,25 kNcm
	$F_{t,1,Rd} =$	229,52 kN
	$F_{t,2,Rd} =$	151,45 kN

Nachweis erfüllt? JA

Flanschbeanspruchung im lastaufnehmenden Träger nach EN 1993-1-8 6.2.4.1 und 6.2.6.4.1:

	$f_{yk} =$	35,50 kN/cm ²
	$\gamma_m \times K_{F,i} =$	1,00 [1]
	$f_{yd} =$	35,50 kN/cm ²
	$t_f =$	1,60 cm
	$m =$	2,73 cm
	$e =$	6,00 cm
	$p =$	9,60 cm
	$n =$	3,41 cm
je Schraubenreihe	$F_{t,E,d} =$	48,89 kN
Schraubenreihe einzeln:	$l_{eff,1} =$	17,12 cm
	$l_{eff,2} =$	18,40 cm
Teil einer Gruppe:	$l_{eff,1} =$	14,00 cm
	$l_{eff,2} =$	14,00 cm
T-Stummel:	$M_{pl,1,Rd} =$	318,08 kNcm
	$M_{pl,2,Rd} =$	318,08 kNcm
	$F_{t,1,Rd} =$	466,91 kN
	$F_{t,2,Rd} =$	204,20 kN

Nachweis erfüllt? JA

Nettoquerschnitt in der Kranschiene nach EN 1993-1-1 6.2.2.2 und 6.2.5

Bei der Abhängung am Kragarm liegen die Schrauben im Zug-Flansch, ein Nachweis ist erforderlich.

Überprüfung nach Gleichung 6.16:

$A_{f,net} =$	19,44 cm ²
$A_f =$	24,30 cm ²
$f_{uk} =$	36,00 kN/cm ²
$\gamma_m \times K_{F,i} =$	1,25 [1]
$f_{ud} =$	28,80 kN/cm ²
Linker Term Glg. 6.16:	503,88 kN
Rechter Term Glg. 6.16:	571,05 kN

Gleichung erfüllt? NEIN Genauerer Nachweis erforderlich

Vereinfachter Nachweis des Nettoquerschnittes mit max. Flanschrandspannung:

Bruttoquer.: $\sigma_{Ed} =$	10,37 kN/cm ²
Nettoquer.: $\sigma_{Ed} =$	12,97 kN/cm ²

Nachweis erfüllt? JA

Nettoquerschnitt im lastaufnehmenden Profil nach EN 1993-1-1 6.2.2.2 und 6.2.5

Überprüfung nach Gleichung 6.16:

Af,net =	29,44 cm ²
Af =	35,20 cm ²
fuk =	49,00 kN/cm ²
$\gamma_{m2xKF,i}$ =	1,25 [1]
fud =	39,20 kN/cm ²
Linker Term Glg. 6.16:	1038,64 kN
Rechter Term Glg. 6.16:	1249,60 kN
Gleichung erfüllt?	NEIN, genauerer Nachweis erforderlich - hier nicht geführt

**STATISCHE BERECHNUNG
NETTOQUERSCHNITTSNACHWEIS
ZUR KATZBAHNBERECHNUNG**

STAND 5. SEP. 2014

Folgende Normen wurden als Grundlage für die Berechnung herangezogen:

EN 1990 und B 1990-1	Grundlagen der Tragwerksplanung
EN 1993-1-1/ B 1993-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
EN 1993-1-8/ B 1993-1-8	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
DIN 1025	Warmgewalzte I-Träger / Teile 2, 3 und 5: HEB, HEA und IPE
DIN SPEC 18085	Anordnung von Schrauben in warmgewalzten Profilen (Aug. 2014)

Gegenstand der Berechnung:

Nettoquerschnittsnachweis des lastaufnehmenden Profils für folgende Kranschiene:

Projektbezeichnung:	Beispielprojekt
Bauteilbeschreibung:	Beispielkranschiene
Dokumentenummer:	2015-01

Schnittkräfte an der Abhängung im lastaufnehmenden Profil:

Von der Berechnung des lastaufnehmenden Profils übernehmen? **JA**

Schnittgrößen für die Berechnung:

$M_{y,Ed}$ =	113,0 kNm
$M_{z,Ed}$ =	3,5 kNm
N_{Ed} =	0,0 kN

Querschnitt und Material:

Profilquerschnitt:	HEB220
Material:	S355
Schadensfolgenklasse:	CC2

Flanschlöcher im oberen Flansch:

Flanschlöcher vorhanden: **JA**
Richtlinie Schraubenabstand: **Nach DIN SPEC 18085 - Schrauben überwiegend auf Zug**

Schraubendurchmesser und -güte: **M24 5.6**

Flanschlöcher im unteren Flansch:

Flanschlöcher vorhanden: **JA**
Richtlinie Schraubenabstand: **Freie Eingabe**
w = **100 mm**
Schraubendurchmesser und -güte: **M16 8.8**

Nettoquerschnittsnachweis : **Erfüllt?** **Ausnutzung**
Lastaufnehmendes Profil: **JA** **0,54**

Schraubenabstände und Lochdurchmesser:

Oberer Flansch: w = **114 mm**
Unterer Flansch: w = **100 mm**
Lochdurchmesser oben: **26 mm**
Lochdurchmesser unten: **18 mm**

Bruttoquerschnitt und Überprüfung ob Nettoquerschnittsnachweise erforderlich sind:

b = 22,0 cm
h = 22,0 cm
t_f = 1,60 cm
A = 91,0 cm²
W_y = 736,0 cm³
W_z = 258,0 cm³
J_y = 8090,0 cm⁴
J_z = 2840,0 cm⁴
f_{y,rd} = 35,5 kN/cm²

Spannungen im Bruttoquerschnitt:

max σ_{Ed} = **16,73 kN/cm²**
min σ_{Ed} = **-16,73 kN/cm²**

Bruttoquerschnittsnachweis erfüllt? **JA**

Maximale Spannungen am Rand der Flanschlöcher (kein Lochabzug in der Druckzone):

ob. Flansch: max σEd = -14,49 kN/cm²
unt. Flansch: max σEd = 16,10 kN/cm²

Überprüfung nach Gleichung 6.16 - EN 1993-1-1:

Af,net,oben =	26,88 cm ²
Af,net,unten =	29,44 cm ²
Af =	35,20 cm ²
fuk =	49,00 kN/cm ²
$\gamma_m \times K_{F,i}$ =	1,25 [1]
fud =	39,20 kN/cm ²
Linker Term Glg. 6.16, oben:	948,33 kN
Linker Term Glg. 6.16, unten:	1038,64 kN
Rechter Term Glg. 6.16:	1249,60 kN

Flanschlochabzug oben erforderlich? **NEIN**
Flanschlochabzug unten erforderlich? **JA**

Ermittlung der Nettoquerschnittswerte:

Flanschlochabzug oben:	0,00 cm ²
Flanschlochabzug unten:	5,76 cm ²

A _{net} =	85,24 cm ²	
e _s =	-0,69 cm	Schwerpunktabweichung vertikal vom Bruttoschwerpunkt
J _y =	7450,23 cm ⁴	
W _{y,oben} =	722,57 cm ³	
W _{y,unten} =	637,36 cm ³	
J _z =	2696,00 cm ⁴	
W _z =	245,09 cm ³	

Nettoquerschnittsnachweis:

ob. Flansch: max σ_{Ed} =	-14,20 kN/cm²	Ausnutzung:	0,40
ob. Flansch: min σ_{Ed} =	-17,09 kN/cm²	Ausnutzung:	0,48
unt. Flansch: max σ_{Ed} =	19,18 kN/cm²	Ausnutzung:	0,54
unt. Flansch: min σ_{Ed} =	16,29 kN/cm²	Ausnutzung:	0,46

Nettoquerschnittsnachweis erfüllt? **JA**