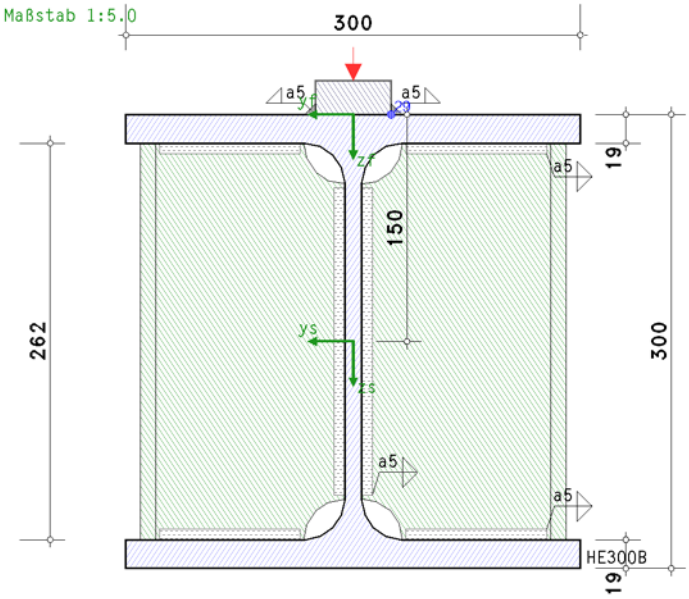
Sonderprobleme nach Eurocode 3, EC 3-1-9 (12.10), NA: Deutschland 4H-EC3EM Version: 11/2016-1g

1. Eingabeprotokoll

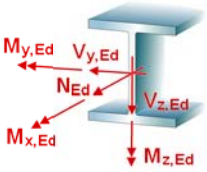


Lasteinleitung durch eine Kranbahn
Stahlsorte
Stahlgüte S235
Querschnitt
Träger: Profil HE300B
Quersteifen: Profil ½ IPE270
Aussparung an der Quersteife $c_{st,q}$ = 27.0 mm
Schweißnahtdicke $a_{st,q}$ = 5.0 mm
Kranbahn
Flachstahlschiene, schubfest mit dem Träger verbunden
Verbindung mit Kehlnähten: Nahtdicke a_w = 5.0 mm (durchlaufend)
Schiene: Breite b_r = 50.0 mm, Höhe h = 25.7 mm, 12.5% Abnutzung
Höhe, Querschnittsfläche, Trägheitsmomente der abgenutzten Schiene h_r = 22.5 mm, A_r = 11.25 cm², I_{yr} = 4.75 cm⁴, I_{tr} = 14.18 cm⁴
Parameter
Schadensäquivalenzfaktoren für Kranklasse S2: λ_σ = 0.315, λ_τ = 0.500, Kranklasse S3: $\lambda_{\sigma+}$ = 0.397, $\lambda_{\tau+}$ = 0.575
Kerbfälle / zul. Kerbspannungen bei N = $2 \cdot 10^6$ Schwingspielen:

Pkt	y_f mm	z_f mm	$\Delta\sigma_{x,Rd}$ N/mm²	$\Delta\tau_{Rd}$ N/mm²	$\Delta\sigma_{z,Rd}$ N/mm²	Kerbpunkt	EC 3-1-9, Tab.
° 29	-25.0	0.0	0.0	80.0	40.0	infolge Kranbahn	8.5(3)* 8.5(8)

°: Nachweis der Schweißnaht, *: Kerbspannung $\Delta\sigma_{z,Rd}$ um eine Kategorie erhöht

Belastung
Lk 1: $M_{y,Ed}$ = -85.2 kNm, $V_{z,Ed}$ = 118.0 kN
Lk 2: $M_{y,Ed}$ = 0.0 kNm, $V_{z,Ed}$ = 0.0 kN
Querbelastung auf dem Obergurt:
vertikale Radlast $F_{z,Ed}$ = 79.6 kN



Materialsicherheitsbeiwert
Bemessungskonzept: Schadenstoleranz, Schadensfolgen: hoch ⇒ Ermüdungsfestigkeit γ_{Mf} = 1.15

2. Ermüdungsnachweis

Überprüfung der Spannungsschwingbreiten.

Querschnittswerte
A = 149.08 cm², z_s = 150.0 mm, I_y = 25165.90 cm⁴, y_s = 0.0 mm, I_z = 8562.83 cm⁴

wirksame Lasteinleitungslänge aus der Kranbahn
effektive Breite $b_{eff} = b_r + h_r + t_{fo}$ = 91.5 mm $\leq b_{fo}$
Trägheitsmoment der Schiene mit Trägerflansch I_{rf} = 39.38 cm⁴
effektive Länge $l_{eff} = 3.25 \cdot (I_{rf}/t_w)^{1/3}$ = 107.1 mm

Länge der starren Lasteinleitung
wirksame Lasteinleitungslänge bezogen ...
... auf die Flanschaußenkante $s_s = l_{eff} - 2 \cdot t_f = 69.1$ mm / ... auf den Steganschnitt $s_w = l_{eff} + 2 \cdot r = 161.1$ mm
lokale Spannungen ...
... an der Schiene $\sigma_{oz} = -104.7$ N/mm², $\tau_o = 20.9$ N/mm² / ... an der Schweißnaht $\sigma_{oz} = -115.2$ N/mm², $\tau_o = 23.0$ N/mm²
... am Trägersteg $\sigma_{oz} = -44.9$ N/mm², $\tau_o = 9.0$ N/mm²

Pkt. 29: $y_f = -25.0$ mm, $z_f = 0.0$ mm — Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma_{x,Ed} = 50.8$ N/mm² $\leq 1.5 \cdot f_y = 352.5$ N/mm² ok
Spannungsschwingbreite $\Delta\tau_{Ed} = 8.4$ N/mm² $\leq 1.5 \cdot f_y/3^{0.5} = 203.5$ N/mm² ok

elastische Spannungen / Spannungsschwingbreiten
$\Delta\sigma_{x,Ed} = \sigma_{x,max} - \sigma_{x,min}$, $\tau_{Ed} = \tau_{xz,max} - \tau_{xz,min} + 2 \cdot \tau_o$, $\Delta\sigma_{z,Ed} = -\sigma_{oz}$

Pkt. 29: $y_f = -25.0$ mm, $z_f = 0.0$ mm	Lk 1:	$\tau_{xz} = 8.4$ N/mm²	
	2:	$\tau_{xz} = 0.0$ N/mm²	
		$\Delta\tau_{Ed} = 54.5$ N/mm²	$\Delta\sigma_{z,Ed} = 115.2$ N/mm²

Spannungsschwingbreiten infolge Ermüdung
$\Delta\sigma_{x,f} = \Delta\sigma_{x,Ed} \cdot \lambda_\sigma$, $\Delta\tau_f = \Delta\tau_{Ed} \cdot \lambda_\tau$, $\Delta\sigma_{z,f} = \Delta\sigma_{z,Ed} \cdot \lambda_\sigma$

Pkt. 29: $y_f = -25.0$ mm, $z_f = 0.0$ mm	$(\lambda_{\tau\sigma z+})$	$\Delta\tau_f = 31.3$ N/mm²	$\Delta\sigma_{z,f} = 45.7$ N/mm²

zul. Kerbspannungen
$\Delta\sigma_{x,Rd,f} = \Delta\sigma_{x,Rd}/\gamma_{Mf}$, $\Delta\tau_{Rd,f} = \Delta\tau_{Rd}/\gamma_{Mf}$, $\Delta\sigma_{z,Rd,f} = \Delta\sigma_{z,Rd}/\gamma_{Mf}$

Pkt. 29: $y_f = -25.0$ mm, $z_f = 0.0$ mm	$\Delta\tau_{Rd,f} = 69.6$ N/mm²	$\Delta\sigma_{z,Rd,f} = 34.8$ N/mm²

Nachweis der Kerbspannungen

Pkt. 29: $y = -25.0$ mm, $z = 0.0$ mm	$\Delta\tau_f = 31.3$ N/mm² < $\Delta\tau_{Rd,f} = 69.6$ N/mm²	$\Rightarrow U_{\Delta\tau} = 0.451$ ok
	$\Delta\sigma_{z,f} = 45.7$ N/mm² > $\Delta\sigma_{z,Rd,f} = 34.8$ N/mm²	$\Rightarrow U_{\Delta\sigma z} = 1.314$ nicht ok !!

3. Endergebnis

Ermüdungsnachweis [Pkt. 29]: max U = 1.314 > 1 nicht ok !!

Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!