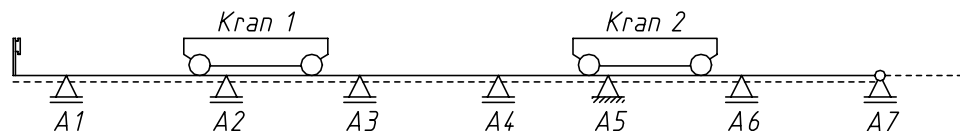


450 Kranbahnträger nach DIN 4132 und 18800 (11.90)

System

Mehrfeldträger mit Kragarmen
 Trägerenden mit Puffer oder weiterführenden Trägern



Leistungsumfang

- "➔ Ansatz von Einwirkungen nach DIN 4132 und 15018
 - 1 oder 2 Krane
 - Krantypen WFF/EFF/WFL/EFL nach Beiblatt 1 DIN 4132 zu Abs. 3.2.1.1
 - Hubklassen 1-4 nach DIN 15018 Tab. 23
 - Beanspruchungsgruppen 1-6 nach DIN 15018 Abs. 7.4.2 und Tab. 23
 - Radlasten unterteilbar nach Radachsen
 - Anfahrt-/Bremslast
 - horizontale Einwirkungen infolge Massenkräfte und Schräglauf durch Vorgabe oder automatisch
 - Eigenlasten der Schiene und des Kranbahnträgers

- "➔ Stahlsorten nach DIN 17100 (ST 37-2, USt 37-2, RSt 37-2, St 37-3, St 52-3)

- "➔ Berücksichtigung von Torsionsmomenten aus seitlichen Anfahrt- oder Bremskräften sowie Schräglauf und exzentrischer Radlasteinleitung

- "➔ Bemessung:
 - des Kranbahnträgers mit I-Profilen
 (I, IPE, IPEo, IPEv, IPEa, IPB S, IPB SB, HE-A, HE-B, HE-M, HE-AA, HE, HD, HL, HP, HX)
 - der Kranbahnschiene als Vierkantstab
 (optional mittragende Wirkung unter Berücksichtigung einer 25%-igen Abnutzung)

- "➔ Bemessung Schweißnaht Kranbahnschiene/Kranbahnträger

- "➔ Nachweisverfahren
 - Grenzwerte b/t nach DIN 18800 Teil 1 Tab. 12
 - Tragsicherheit nach DIN 18800 Teil 1 (747) EL - EL
 - Biegeknicken nach DIN 18800 Teil 2 (321)
 - Biegedrillknicken nach DIN 18800 Teil 2 (323)
 - Betriebsfestigkeit nach DIN 4132
 - Gebrauchstauglichkeit

- "➔ Detaillierte Zwischenausgabe von Auflagerkräften und Tragsicherheitsnachweisen.

Schnittgrößen

- Berechnung in allen Zehntels- bzw. Zwanzigstelspunkten
- Kranfahrt in frei wählbaren Schrittweiten
- minimale und maximale Schnittkräfte
- Schnittkräfte gesamtträger-, feld- und auflagerbezogen
- Auflagerreaktionen getrennt für Unterstützung/Aufhängung und Grundbauten/Bodenpressung

Wichtig für die Schnittgrößenermittlung:

Folgende Parameter haben einen großen Einfluß auf den Schnittgrößenverlauf und die Bemessung:

- **Kranstellung:** Bei unterschiedlichen Kranen ist genau festzulegen, welcher Kran links und welcher rechts fährt.
- **Einwirkungskombination:** Treten ausnahmsweise maximale Vertikal- und Horizontallasten immer gemeinsam an einer Stelle der Kranbahn auf, so ist der Kombinationsbeiwert Ψ auf 1.0 zu setzen [7].
- **Radlasten:** R1 ist immer das linke, R2 immer das rechte Rad.
- **Puffer:** Bei gesetzten Puffern werden nur die real möglichen Kranstellungen untersucht. Frei zu überfahrende Kranbahnen (z.B.: anschließende Kranbahnträger mit gleichen Stützweiten) liefern in der Regel größere Schnittgrößen und sind somit oft für die Bemessung maßgebend.
- **Schräglauf:** Die Schräglaufräfte $H_{s,21}$ und $H_{s,22}$ sind den Radachsen R1 und R2 exakt zugeordnet. Bei der automatischen Bestimmung dieser Kräfte durch das Programm sind die Abstände der Radachsen zum Führungsmittel (e_1 und e_2) gemäß DIN 4132 Beiblatt 1 Bild 5 zu bestimmen.



Sollten die genannten Parameter zum Zeitpunkt der Berechnung noch nicht eindeutig feststehen, so sind eventuell mehrere Rechenläufe durchzuführen!

Bemessung

Grenzwerte $\text{grenz}(b/t)$

Für das gewählte Profil werden die Grenzwerte b/t nach DIN 18800 T. 1 (Tab. 12) ermittelt und deren Einhaltung geprüft.

Tragsicherheit nach DIN 18800 Teil 1

Für das gewählte Profil wird die Tragsicherheit ermittelt und ihre Zulässigkeit nach DIN 18800 T. 1 (El. 747) nachgewiesen. Außer den globalen Trägerspannungen werden die lokalen Spannungen aus Radlasteinleitung ermittelt. Bei der Ermittlung der Schubspannungen wird der Einfluß von primären und sekundären Torsionsmomenten berücksichtigt.

Biegeknicken nach DIN 18800 Teil 2

Optional kann der Biegeknickenachweis nach DIN 18800 T. 2 (El. 321) für die Trägerabschnitte durchgeführt werden.

Biegedrillknicken nach DIN 18800 Teil 2

Optional kann der Biegedrillknicknachweis nach DIN 18800 T. 2 (El. 323) für die Trägerabschnitte durchgeführt werden. Zur Berücksichtigung der planmäßigen Torsion wurde die Bed.(30) um das zusätzliche Moment (Mz^*) um die z-Achse erweitert (siehe [4], [5])

Betriebsfestigkeit nach DIN 4132

Optional kann der Betriebsfestigkeitsnachweis nach DIN 4132 geführt werden:

- Untersuchung von Normal- und Schubspannungen in den maßgebenden Schnitten.
- Berechnung der Nachweise für jeden Kran einzeln (und die Kombination aus beiden Kranen).
- Radlasteinleitung für den Trägersteg und die Schweißnaht Schiene-Obergurt mit Überlagerung der Schubspannungen aus Querkraft. Ab der Beanspruchungsgruppe B4 wird eine Radexzentrizität von 1/4 der Schienenbreite berücksichtigt. Für den Stegnachweis ist dann die Eingabe des Abstandes der Querstreifen erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Optional können vertikale und horizontale Verformungen des Kranbahnträgers ermittelt werden. Auf Wunsch kann eine Neuwahl des Kranbahnprofils durchgeführt werden.

Lastweiterleitung

Für die Übernahme in andere Positionen werden die charakteristischen Schnittgrößen gespeichert. Diese sind nach der Übernahme erneut mit den geforderten Teilsicherheitsbeiwerten zu versehen. Die Anteile aus veränderlichen Einwirkungen sind einer Qi-Gruppe zuzuordnen. Schnittgrößen aus außergewöhnlichen Einwirkungen werden nicht gespeichert.

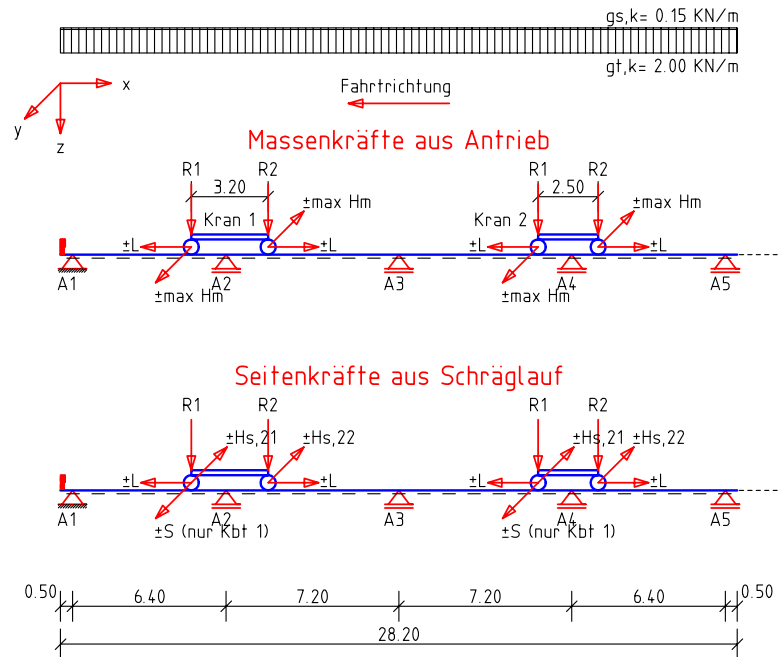
Literatur

- [1] DIN 4132 (02.81)
- [2] DIN 18800 Teil 1 + 2 (11.90)
- [3] Anpassungsrichtlinie zu DIN 18800 - Stahlbauten - Teil 1 bis 4/11.90 (07.95)
- [4] Beuth-Kommentare - Stahlbauten - Erläuterungen zur DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4, 3. Aufl./1998
- [5] Petersen, Chr. - Stahlbau - Vieweg 1994
- [6] Entwurf und Berechnung von Kranbahnen nach DIN 4132 - Merkblatt 154 - Düsseldorf: Beratungsstelle für Stahlverwendung 1985
- [7] Seeßelberg, Christoph - Zum neuen Tragsicherheitsnachweis von Kranbahnträgern nach Anpassungsrichtlinie Stahlbau und DIN 18800 - Stahlbau 66 (1997), Heft 12 - Ernst & Sohn
- [8] Thiele / Lohse - Stahlbau Teil 2 - B.G. Teubner Stuttgart - Leipzig

POS. 32 KRANBAHNTRÄGER '450'

Hinweis: Um den Leistungsumfang des Programmes zu dokumentieren, wurde in diesem Beispiel der maximale Ausdruckumfang gewählt. Bei Bedarf ist es möglich, verschiedene Listen und Tabellen auszublenden, und so das Ausgabevolumen stark zu reduzieren.

SYSTEM: 4-Feldträger mit Kragarm, Gesamtlänge 28.20 m



Kragarm: links: $l_k = 0.50$ m, rechts: $l_k = 0.50$ m

Feld:	1	2	3	4
l(m):	6.40	7.20	7.20	6.40

Horizontal unverschiebliches Auflager: Nr. 1

Am linken Kranbahnende ist ein Puffer
 Am rechten Kranbahnende ist eine weitere Kranbahn

Auf der Kranbahn verkehren zwei verschiedene Krane
 Mindest-Radabstand zwischen Kran 1 und Kran 2 : 1.00 m

SYSTEMEINWIRKUNGEN

KRAN 1 (linker Kran) :

Krantyp	Hub- klasse	Beanspr.- gruppe	PhiTr (ohne Kran 2)	PhiUn	PhiTr (mit Kran 2)	PhiUn
EFF	H3	B4	1.30	1.20	1.30	1.20

Mittenabstand der Räder : $a = 3.20 \text{ m}$
 Kranlänge = 22.50 m , Schräglaufwinkel Alpha > 15.0 o/oo
 $f = 0.300, \quad n = 2, \quad m = 0, \quad e1 = 0.00 \text{ m}, \quad e2 = 3.20 \text{ m}$

Radlasten: (R1 = Antriebsachse)

	max R1,k	min R1,k	max R2,k	min R2,k	
ohne Hublast	35.00	20.00	35.00	20.00	kN
mit Hublast	85.00	50.00	85.00	50.00	kN

Reibungsbeiwert Rad/Schiene : $f = 0.20$

Waagerechte Last aus Anfahren/Bremsen : $L,k = 6.00 \text{ kN}$

Massenkräfte aus Antrieben : $Hm,1,k = 4.05 \text{ kN}$
 $Hm,2,k = 6.89 \text{ kN}$

Seitenkräfte aus Schräglauf: Richtkraft $S,k = 40.50 \text{ kN}$
 $Hs,11,k = 15.00 \text{ kN}$
 $Hs,21,k = 25.50 \text{ kN}$
 $Hs,12,k = 0.00 \text{ kN}$
 $Hs,22,k = 0.00 \text{ kN}$

KRAN 2 (rechter Kran) :

Krantyp	Hub- klasse	Beanspr.- gruppe	PhiTr (ohne Kran 1)	PhiUn (ohne Kran 1)	PhiTr (mit Kran 1)	PhiUn (mit Kran 1)
EFF	H1	B2	1.10	1.00	1.10	1.00

Mittenabstand der Räder : $a = 2.50 \text{ m}$
 Kranlänge = 22.50 m , Schräglaufwinkel Alpha > 15.0 o/oo
 $f = 0.300, \quad n = 2, \quad m = 0, \quad e1 = 0.00 \text{ m}, \quad e2 = 2.50 \text{ m}$

Radlasten : (R1 = Antriebsachse)

	max R1,k	min R1,k	max R2,k	min R2,k	
ohne Hublast	30.00	20.00	30.00	20.00	kN
mit Hublast	60.00	30.00	60.00	30.00	kN

Reibungsbeiwert Rad/Schiene : $f = 0.2$

Waagerechte Last aus Anfahren/Bremsen : $L,k = 6.00 \text{ kN}$

Massenkräfte aus Antrieben : $Hm,1,k = 6.00 \text{ kN}$
 $Hm,2,k = 12.00 \text{ kN}$

Seitenkräfte aus Schräglauf: Richtkraft $S,k = 27.00 \text{ kN}$
 $Hs,11,k = 9.00 \text{ kN}$
 $Hs,21,k = 18.00 \text{ kN}$
 $Hs,12,k = 0.00 \text{ kN}$
 $Hs,22,k = 0.00 \text{ kN}$

EIGENLASTEN :

Eigenlast Kranschiene : $gs,k = 0.15 \text{ kN/m}$
 Eigenlast Kranbahnträger : $gt,k = 2.00 \text{ kN/m}$

Teilsicherheitsbeiwerte: Gam.G = 1.35, Gam.Q = 1.50
 Kombinationsbeiwert: Psi = 0.90

Kombination 1: Gam.G * G,k + Gam.Q * R,k
 Kombination 2: Gam.G * G,k + Gam.Q * Psi*(R,k + H,k +L,k)

S C H N I T T G R Ö S S E N
FELD- UND AUFLAGERBEZOGEN:

	My,d (KNm)		vz,d (KN)	Mz,d (KNm)		vy,d (KN)
	max	min	max/min	max	min	max/min
Kr.l	0.0	-79.1	-167.2	18.2	-18.2	-38.3
A1	0.0	-83.2	262.5	19.1	-19.1	-38.3
F1	294.8	-228.7	-314.9	50.2	-50.2	-38.3
A2	32.4	-283.1	-339.5	23.8	-23.8	-38.3
F2	302.5	-221.1	314.4	47.1	-47.1	-38.3
A3	34.9	-282.7	-334.8	23.4	-23.5	-38.3
F3	302.4	-221.4	314.0	47.1	-47.1	-38.3
A4	31.2	-282.0	335.7	23.8	-23.8	-38.3
F4	326.5	-212.8	317.8	50.2	-50.2	-38.3
A5	0.0	-83.2	-281.0	19.1	-19.1	-38.3
Kr.r	0.0	-79.1	167.1	18.2	-18.2	-38.3

Nx,d (für gesamten Träger) = +/- 8.1 KN

GESAMTTRÄGERBEZOGEN :

Schnittkraft (KN/KNm)	Trägerstelle xtr (m)	infolge Mittelpunkt von	bei xkr (m)
max My,d =	326.5	25.14	Kran 1 und 2 25.60
min My,d =	-283.1	6.90	Kran 1 und 2 8.80
max Vz,d =	335.7	21.30	Kran 1 und 2 21.80
min Vz,d =	-339.5	6.90	Kran 1 und 2 6.40
max Mz,d =	50.2	3.38	Kran 1 5.00
min Mz,d =	-50.2	3.38	Kran 1 5.00
max Vy,d =	38.3	0.00	Kran 1 1.60
min Vy,d =	-38.3	0.00	Kran 1 1.60

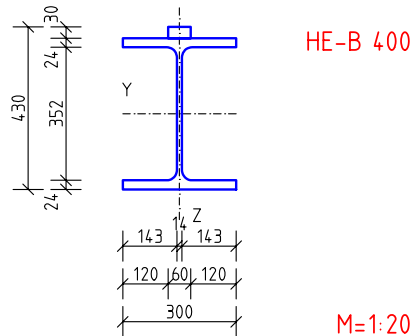
AUFLAGERREAKTIONEN FÜR UNTERSTÜTZUNG ODER AUFHÄNGUNG :

	Az,k (KN)		Ay,k (KN)		Ax,k (KN)	
	max	min	max	min	max	min
A1	188.7	-10.3	28.0	-28.0	6.0	-6.0
A2	283.1	-7.1	25.5	-25.5	0.0	0.0
A3	280.4	-9.1	25.5	-25.5	0.0	0.0
A4	282.8	-6.4	25.5	-25.5	0.0	0.0
A5	197.2	-9.8	28.0	-28.0	0.0	0.0

WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke t <= 40 mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit fy,k/fu,k = 240 / 360 N/mm²
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm², Gamma M = 1.10

TRÄGERWAHL: Formstahlprofil ohne Verstärkung

HE-B, warmgefertigt, nach DIN 1025-2 1 x HE-B 400

Kranschiene (75% statisch wirksam) b/h = 60 / 30 mm

 Exzentrische Radlasteinleitung $ey = +/- 15 \text{ mm}$

QUERSCHNITTSWERTE (Profil + Schiene) :

$A = 211.20 \text{ cm}^2$,	$g = 1.658 \text{ KN/m}$	
$I_y = 63325.2 \text{ cm}^4$,	$W_y = 2966.0 \text{ cm}^3$,	$i_y = 17.32 \text{ cm}$
$I_z = 10859.5 \text{ cm}^4$,	$W_z = 724.0 \text{ cm}^3$,	$i_z = 7.17 \text{ cm}$

GRENZWERTE b/t (DIN 18800 T.1 Tab.12/13) :

Steg	$b/t = 22.07 < 223.19 = \text{grenz}(b/t)$, $\Psi = -1.00$
Flansch	$b/t = 4.84 < 17.52 = \text{grenz}(b/t)$, $\Psi = 0.63$

TRAGSICHERHEITSNACHWEIS (DIN 18800 T.1, E1-E1) :

 Grenzspann. $\sigma_{R,d} = 218.2 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{R,d} = 138.6 \text{ N/mm}^2$

 Normalspannung bei $x_{tr} = 3.70 \text{ m}$

$M_{y,d} = 202.9 \text{ KNm}$	$M_{z,d} = -44.6 \text{ KNm}$	$N_{x,d} = 8.1 \text{ KN}$
$M_{x,d} = 4.9 \text{ KNm}$	$V_{z,d} = -151.3 \text{ KN}$	$V_{y,d} = -34.4 \text{ KN}$
Bed. (33)	$190.3 / 218.2 = 0.87 < 1.0$	

 Schubspannung bei $x_{tr} = 14.10 \text{ m}$

$V_{z,d}/V_{y,d} = 284.2 / 34.4 \text{ KN}$	$M_{x,d,p/s} = -7.6 / -2.3 \text{ KNm}$
Bed. (34)	$87.8 / 138.6 = 0.63 < 1.0$

 Vergleichsspannung bei $x_{tr} = 6.90 \text{ m}$

$M_{y,d} = -236.9 \text{ KNm}$	$M_{z,d} = -21.5 \text{ KNm}$	$N_{x,d} = 8.1 \text{ KN}$
$M_{x,d} = 5.9 \text{ KNm}$	$V_{z,d} = 276.3 \text{ KN}$	$V_{y,d} = -23.8 \text{ KN}$

Nachweis der Vergleichsspannung nicht erforderlich.

Normalspannungen aus Radlasteinleitung

$F_{,d} = 165.8 \text{ KN}$	
Bed. (33)	$62.3 / 218.2 = 0.29 < 1.0$ (im Steg)

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (charak. Verformung) zul.w = 1/ 300

Feld	l (m)	wz,k (mm)	1/wz,k (-)	wy,k (mm)	1/wy,k (-)
Kr.li	0.50	-1.0	481	-1.2	434
F1	6.40	3.9	1636	4.4	1460
F2	7.20	4.7	1528	4.6	1573
F3	7.20	4.7	1528	4.6	1573
F4	6.40	4.4	1448	4.4	1460
Kr.re	0.50	-1.3	395	-1.2	434

BIEGEKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2) :

Feld	sk (m)	Nx,d (KN)	My,d (KNm)	Mz,d (KNm)	Bed. Nr.	Sicher- heit
Kr.li	1.00	8.1	-76.7	-17.2	(28) =	0.182 < 1.0
F1	6.40	8.1	229.4	-43.3	(28) =	0.509 < 1.0
F2	7.20	8.1	207.6	-41.2	(28) =	0.470 < 1.0
F3	7.20	8.1	207.8	-41.2	(28) =	0.470 < 1.0
F4	6.40	8.1	204.2	-44.8	(28) =	0.479 < 1.0
Kr.re	1.00	8.1	-76.7	-17.2	(28) =	0.182 < 1.0

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2) :

 Lastangriff am Obergurt, l_0 = Abstand Gabelagerung

Feld	l_0	Zeta	Nx,d	My,d	Mz,d	Mz*,d	Bed. (30)
Kr.li	1.00	1.35	8.1	-76.7	-17.2	-25.5	0.288 < 1
1	6.40	1.35	8.1	216.4	-45.2	-38.2	0.676 < 1
2	7.20	1.35	8.1	203.4	-42.4	-43.7	0.675 < 1
3	7.20	1.35	8.1	203.6	-42.4	-43.7	0.675 < 1
4	6.40	1.35	8.1	202.9	-44.6	-42.0	0.669 < 1
Kr.re	1.00	1.35	8.1	-76.7	-17.2	-25.5	0.288 < 1

BETRIEBSFESTIGKEITSNACHWEIS nach DIN 4132 :

Normalspannungen (Kran 1):		Beanspruchungsgruppe: 4						
Sch-	Kerb-	sigma max.	zul. Ausnutzungsgrad					
nitt	x fall	unten	sigma					
		sigma	sigma					
		kappa	sigma					
			Gl.4					
1	2.74 w0	-0.96	5.57	-0.17	16.00	0.35	<1	-----
2	0.03 k4	0.00	8.31	0.00	10.80	0.77	<1	0.84 <1
3	12.66 w1	0.00	8.96	0.00	13.90	0.64	<1	-----
4	2.74 w0	-0.99	5.69	-0.17	16.00	0.36	<1	-----

Normalspannungen (Kran 2):		Beanspruchungsgruppe: 2						
Sch-	Kerb-	sigma max.	zul. Ausnutzungsgrad					
nitt	x fall	unten	sigma					
		sigma	sigma					
		kappa	sigma					
			Gl.4					
1	2.74 w0	-0.58	3.82	-0.15	16.00	0.24	<1	-----
2	0.03 k1	0.00	3.47	0.00	21.60	0.16	<1	-----
3	8.34 w1	0.00	2.48	0.00	19.21	0.13	<1	-----
4	2.74 w0	-0.59	3.91	-0.15	16.00	0.24	<1	-----

Normalspannungen (2 Krane):		Beanspruchungsgruppe: 1						
Sch-	Kerb-	sigma max.	zul. Ausnutzungsgrad					
nitt	x fall	unten	sigma					
		sigma	sigma					
		kappa	sigma					
			Gl.4					
1	25.14 w0	-1.27	7.20	-0.18	16.00	0.45	<1	-----
4	25.14 w0	-1.30	7.36	-0.18	16.00	0.46	<1	-----

Schubspannungen (Kran 1):					Beanspruchungsgruppe: 4			
Schnitt	x	tau unten	tau max.	kappa	zul. tau	sigma	Ausnutzungsgrad Gl.4	
2	0.00	0.00	9.27	0.00	11.88	0.78	<1	0.88 <1
3	20.94	1.99	-4.86	-0.41	12.83	0.38	<1	-----

Schubspannungen (Kran 2):					Beanspruchungsgruppe: 2			
Schnitt	x	tau unten	tau max.	kappa	zul. tau	sigma	Ausnutzungsgrad Gl.4	
2	0.00	0.00	3.86	0.00	16.97	0.23	<1	-----
3	6.90	-0.97	-2.70	0.36	19.93	0.14	<1	-----

Schubspannungen (2 Krane):					Beanspruchungsgruppe: 1			
Schnitt	x	tau unten	tau max.	kappa	zul. tau	sigma	Ausnutzungsgrad Gl.4	
2	6.90	-0.41	-0.48	0.86	9.24	0.05	<1	-----
3	6.90	-3.54	-4.13	0.86	9.24	0.45	<1	-----

Erläuterung:

- Schnitt 1: Oberkante Kranschiene
- Schnitt 2: Schweissnaht Schiene Obergurt
- Schnitt 3: Stegausrundung Obergurt
- Schnitt 4: Unterkante Untergurt

Quersteifengeometrie und Anordnung:

Quersteifenhöhe= 352 mm, Quersteifenabstand= 720 cm

SCHWEISSNAHTNACHWEIS (DIN 18800 T.1)

Schweissnaht Schiene/Obergurt: Kehlnaht a = 10.0 mm
 Alpha_w = 0.95, f_{y,k} = 240.0 N/mm², Gamma_M = 1.10

Schweissnaht Spannungen: Radlast F_d = 165.8 kN

aus Radlast Sig_d = 87.2 N/mm², Tau_d = 17.4 N/mm²
 aus Querkraft Tau_d = 5.9 N/mm²
 Bedingung (71): 90.3 / 207.3 = 0.44 < 1.0