

	Stahlbau <u>Stahltragwerke für Kranbahnen</u> Berechnung nach Grenzzuständen mit Teilsicherheitsfaktoren; Bauliche Durchbildung	TGL
		13 471
		Gruppe

Structural Steel Engineering; Steel Supporting Structures for
Craneways; Load and Resistance Factor Design, Structural Detailing

Deskriptoren: Stahlbauweise; Tragwerke; Kranbahn; Berechnung

Umfang 27 Seiten

Verantwortlich/bestätigt: ,VEB Metalleichtbaukombinat,
Leipzig

Für neu auszuarbeitende Projektlösungen und Angebotsprojekte
verbindlich ab 1988

Für bestehende Angebotsprojekte und Wiederverwendungsprojektlö-
sungen verbindlich ab deren planmäßiger Überarbeitung, spätestens
jedoch ab 1.1.1992

Für Serienerzeugnisse verbindlich ab 1.1.1994

Dieser Standard gilt für Stahltragwerke von
Kranbahnen und deren Unterstützungen sowie für Hängebahnen.
Abweichungen für diesen Standard sind zulässig, wenn sie durch
Theorie oder Versuche ausreichend begründet und von der zuständigen
Prüfstelle genehmigt sind.

1. ALLGEMEINES

Haupttragteile von Kranbahnen sind im Regelfall in die Wertigkeits-
gruppe II einzustufen. Abweichungen davon müssen im Projekt festge-
legt werden.

Tragwerke für Unterflurkranbahnen, Konsole und dgl. für Tragfähig-
keiten bis zu 2 t sind im Regelfall in die Wertigkeitsgruppe III
einzustufen.

Ausgedehnte Schadensfolgen sind anzunehmen bei

- Stützen
- vollwandigen Hauptträgern
- Gurten und Enddiagonalen, Auflager-Pfosten und dem Auflager
nächste Druckdiagonalen von Fachwerk-Hauptträgern
- Unterspannungen, Vorepanngliedern, Verankerungen, sofern sie durch
die Hublast beansprucht werden
- Endbegrenzern

Örtliche Schadensfolgen dürfen angenommen werden bei

- Füllstäben von Fachwerk-Hauptträgern
- Nebenträgern, Verbänden
- Auflagerteilen
- Laufstegen

Abweichungen davon sind im Projekt festzulegen.



Bei Montagezuständen und beim Ermüdungsfestigkeitsnachweis ist $\gamma_0 = 1,0$ anzunehmen.

2. LASTANNAHMEN

Die Lasten werden eingeteilt in

Ständige Lasten

Langzeitige Verkehrslasten

Kurzzeitige Verkehrslasten

Sonderlasten

Wirden auf die Kranbahn weitere Lasten, z.B. aufgesetzte Dachkonstruktionen, so sind die Lastannahmen TGL 32274 zu entnehmen.

2.1. Ständige Lasten

2.1.1. Eigenlasten G $n = 1,1$

Hierzu gehören die Eigenlasten aller Bauteile der Kranbahn und deren Unterstützungen.

Wenn die Eigenlast entlastend auswirkt, ist mit $n = 0,9$ zu rechnen.

2.1.2. Vorspannkräfte

nach TGL 13500/01

2.2. Langzeitige Lasten

Kräfte aus langandauernden Temperatureinwirkungen sind entsprechend den Betriebsbedingungen anzunehmen, $n = 1,0$.

2.3. Kurzzeitige Lasten

Für die Radlasten R_g und R_p von Spezialkranen kann abhängig von der Einsatstechnologie die Einstufung als langzeitige Lasten gefordert werden.

2.3.1. Radlasten R_g $n = 1,1$

Vertikale Radlasten aus der Eigenlast des Kranes nach TGL 13470, wobei bewegliche Teile in ungünstigster Stellung anzunehmen sind.

2.3.2. Radlasten R_p

Vertikale Radlasten aus der Hublast des Kranes nach TGL 13470 in ungünstigster Anordnung, wobei unter Umständen auch Reiß-, Stoß- und Schlagkräfte zu berücksichtigen sind.

$n = 1,3$ für Krane ohne Überlastsicherung, Hublast bis 30 kN

$n = 1,2$ für Krane ohne Überlastsicherung, Hublast ab 50 kN

Dazwischen ist geradlinig zu interpolieren.

$n = 1,1$ für Krane mit Überlastsicherung

2.3.3. Radlasten R_m $n = 1,2$

Vertikale Radlasten aus der Massenkraft beim Heben oder Senken der Hublast. Sofern keine genauere Untersuchung durchgeführt wird, kann

$$R_m = \psi \cdot R_p \quad (1)$$

gesetzt werden.

Hierbei bedeuten:

$\psi = (0,05 + 0,0125 V_H) \epsilon$ für motorische Hubwerke

$\psi = 0,05$ für handbetriebene Hubwerke

V_H Hubgeschwindigkeit in m/min

ϵ Hubwerkfaktor, vom Hubwerksmotor und Bremsmoment abhängig

Für Kranbahnen kann vereinfacht angenommen werden:

$\epsilon = 1,5$ bei Kursschlußläufer-Motor

$\epsilon = 1,3$ bei Hubwerk mit 2 Motoren oder 2 Bremsen, z.B. bei Mehrseilgreifern oder bei Gießkranen

$\epsilon = 1,0$ bei allen übrigen Hubwerken

Sofern ψ_f nach Abschnitt 2.3.4. größer als ψ ist, ist $R_m = \psi_f \cdot R_p$ zu setzen.

2.3.4. Radlasten R_p $n = 1,2$

Vertikale Radlasten aus den Stößen beim Fahren des Kranes

$$R_p = \psi_p \cdot R_g \quad (2)$$

Hierbei bedeuten:

$$\psi_p = 0,03 + a \cdot V_p$$

 $a = 0,001$ min/m bei nicht geschweißten Schienenstößen $a = 0,0002$ min/m bei geschweißten oder besonders bearbeiteten,
nicht geschweißten Schienenstößen V_p = Fahrgeschwindigkeit in m/min

~~Sofern ψ_p größer als ψ nach Abschnitt 2.3.3. ist, sind auch die Radlasten R_p mit ψ_p zu multiplizieren. Die Radlasten R_m entfallen dann.~~

2.3.5. Bremskräfte R_b $n = 1,2$

Horizontale Radlasten in Schienenrichtung infolge Veränderung der Kranfahrgeschwindigkeit

$$R_b = \mu (R_g + R_p) \quad (3)$$

Hierbei bedeuten:

 $\mu = 0,12$ für gebremste Räder $\mu = 0,02$ für nicht gebremste Räder bei Gleitlagerung $\mu = 0,007$ für nicht gebremste Räder bei Wälzlagerung

Wenn der Abstand des Massenschwerpunktes des Kranes von der Oberkante Schiene größer als 0,6 mal Radstand bzw. Stützbolzenabstand der Hauptschwingenast, muß die vertikale Komponente (R_{bV}) der Bremskraft berücksichtigt werden.

Für andere Krane als normale Brückenkrane müssen die Bremskräfte und gegebenenfalls weitere Kräfte (R_z), z.B. aus Auslegerbewegungen, vom Kranhersteller angegeben werden.

Anprallkraft siehe Abschnitt 4.5.

2.3.6. Seitenkräfte R_{S} $n = 1, 2$

Horizontale Radlasten quer zur Schiene durch Verkleben oder stoßartiges Anfahren des Spurkranzes oder der Führungsrolle sind nach Bild 1 zu bestimmen.

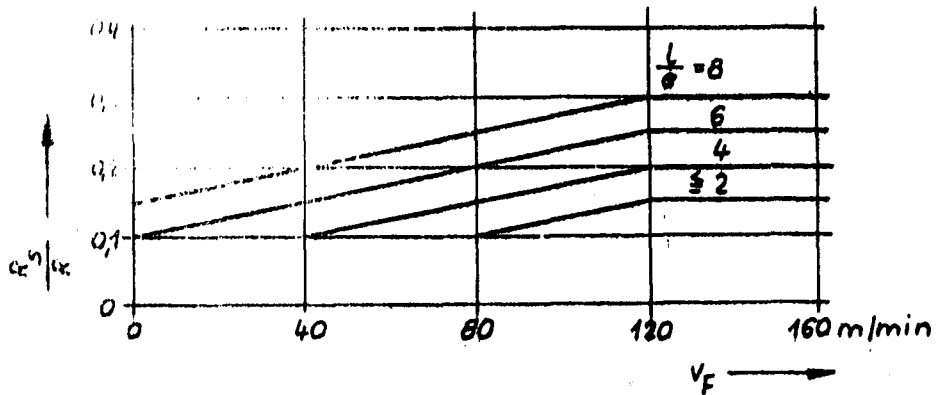


Bild 1

Im Bild 1 bedeuten:

$$R = R'_g + R_p$$

l Spurweite

e Abstand der äußersten Räder oder, bei um eine vertikale Achse drehbaren Schwingen, Abstand der äußersten vertikalen Schwingen-Bolzen

v_F Fahrgeschwindigkeit

Bei $l/e > 8$ ist die anzusetzende Seitenkraft mit der zuständigen Prüfstelle zu vereinbaren.

Die Kräfte auf Führungsrollen sind ebenso zu berechnen, wobei R_p die Summe derjenigen Radlasten anzusetzen ist, die einer Führungsrolle zugeordnet sind.

Die Seitenkraft ist jeweils nur für die Räder eines Eckpunktes jeder Kranseite anzusetzen.

Bei zwei dicht hintereinander fahrenden Kranen braucht die Seitenkraft nur an einem der benachbarten Eckpunkte berücksichtigt zu werden, siehe Bild 2.

Entlastend wirkende Seitenkräfte R_{S} sind wegzulassen.

Bei nur einseitig geführten Kranen gilt für die nicht geführte Seite $R_{\text{S}} / R = 0,05$.

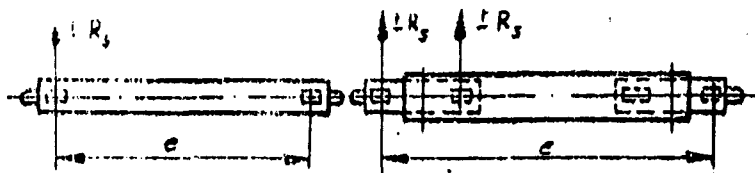


Bild 2

Bauteile, die die Seitenkraft beider Kranseiten aufzunehmen haben, sind für die Lastkombinationen nach Bild 3 zu untersuchen.

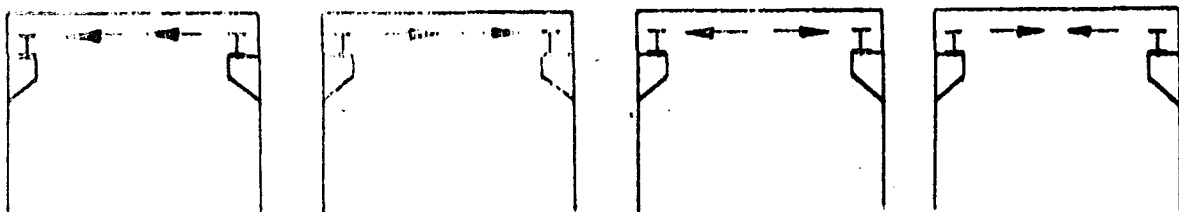


Bild 3

Hat ~~ein Kranhersteller~~ von Kranhersteller eine Bremskraft der Katze angegeben, die ungünstigere Schnittkräfte erzeugt als die Seitenkraft, so ist sie für die Berechnung von R_s maßgebend. Sie ist im Verhältnis der vertikalen Radlasten auf alle Räder des Kranes zu verteilen. Ungewollter Schrägzug braucht nicht besonders berücksichtigt zu werden. Bei Kranen, die von Handverfahren werden, darf R_s auf die Hälfte der Werte nach Bild 1 herabgesetzt werden. Bei Elektrozügen und Handlaufkatzen, die die Kranbahn direkt befahren, ist für jedes Rad $R_s = R/20$ zu setzen.

Bei Portalkranen sind zusätzlich die Seitenkräfte aus Schräglauflauf nach TGL 13470 zu berücksichtigen. Hat der Kran eine Pendelstütze, so darf auf dieser Seite R_s nach Bild 1 auf die Hälfte herabgesetzt werden.

Für andere Krane als normale Brückenkranen müssen die Seitenkräfte mit gegebenenfalls weitere Kräfte (R_s), z.B. aus Auslegerbewegungen, vom Kranhersteller angegeben werden.

2.3.7. Windlasten W $n = 1,2$

Sie sind nach TGL 32274/07 zu ermitteln. Kranbahnstützen gelten dabei nicht als turmartige Bauwerke.

Bei in Betrieb befindlichem Kran ist unabhängig von der Höhe über Gelände der Staudruck $q = 0,2 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen. Der Besteller kann in begründeten Fällen höhere Werte fordern.

2.3.8. Lasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten

Sie sind nach TGL 32274/03 anzunehmen. Ihre Wirkung auf andere Bauteile darf vernachlässigt werden, wenn ihr Einfluß gering ist.

2.4. Sonderlasten $n = 1,0$

Dazu gehören Lasten, die im normalen Betrieb nicht vorkommen und die nur selten und kurzzeitig auftreten. Zu ihnen gehören z.B.

- Stützenverschiebungen und -verdrehungen, die wieder beseitigt werden; ~~$n = 1,2$~~
- Anprall von Fahrzeugen an Stützen nach TGL 32274/03
- Anfahren des Kranes an Endbegrenzungen nach Abschnitt 4.5.

2.5. Lastkombinationen

Alle Lasten sind in den betriebsmäßig möglichen, ungünstigsten Stellungen und den Kombinationen nach Tabelle 1 anzunehmen. Auf die Bildung einer Kombination darf verzichtet werden, wenn sie offensichtlich nicht maßgebend wird.

Für den Ermüdungsfestigkeitsnachweis nach Abschnitt 3.3. gelten teilweise besondere Festlegungen.

Wind auf den Kran in Schienenrichtung ist nicht mit den Bremskräften (R_b) zu überlagern.

~~Bauteile, die durch Windlasten W nach TGL 32274/07 und Seitenkräfte R_s nach Abschnitt 2.3.6. beansprucht werden, sind für die größere der beiden Kombinationen der Schnittkräfte (S) zu bemessen:~~

~~$$S(W) + S\left(\frac{R_s}{3}\right) \quad \text{oder} \quad S(R_b) + S\left(\frac{W}{3}\right). \quad (4a, b)$$~~

~~Das gilt nicht für den Fall "Wind in Betrieb" bei Freikranbahnen.~~

Laufen mehrere Krane auf derselben Kranbahn, so sind nicht mehr als zwei Krane zu berücksichtigen, es sei denn, daß

mehrere Krane zum Heben besonders schwerer Lasten zusammenwirken oder sonst im regelmäßigen Betrieb dicht hintereinander arbeiten.

Bei Bauteilen, die Vertikal- und Horizontallasten von mehreren Kranbahnträgern aufzunehmen haben, z. B. Stützen mehrschiffiger Hallen, brauchen nur die Vertikallasten von höchstens 4 und die Horizontallasten von höchstens 2 Kranen berücksichtigt zu werden.

Dabei ist nur entweder R_b oder R_g für beide Krane anzusetzen, wobei der ungünstiger wirkende Wert maßgebend ist.

Bei Erprobungszuständen dürfen alle Lastfaktoren mit Ausnahme der für G und R_g mit $n = 1$ angenommen werden. Dabei gilt, ebenso wie bei Montagezuständen, $\gamma_n = 1,0$.

Bei Montagezuständen gilt für Windlasten der Lastfaktor $n = 1,0$.

Bei nicht mehr als 1 Jahr Dauer darf der Staudruck auf 85 % abgemindert werden.

Bei kurzzeitigen Montagezuständen, die bei der Gefahr des Auftretens von Windgeschwindigkeiten über 15 m/s rechtzeitig beendet werden können oder bei denen im Montageprojekt rechtzeitig wirksam werdende Sicherheitsmaßnahmen vorgeschrieben werden, darf mit einem Staudruck $q = 0,25 \text{ kN/m}^2$ gerechnet werden. Eine entsprechende Eintragung im Montageprojekt ist erforderlich.

wie für stat. Festigkeitsberechnung + Stabverformung

Tabelle 1 Kombinationsfaktor k

Bauwerke	Lasten	Ständige Lasten	ungünstige wirkende langzeitige Lasten	R_g	R_p	R_m	R_f	R_e	R_b	Kran im Betrieb	Kran außer Betrieb	auf Halle nach TGL 32 274/07	Schnee	Sonderlast
				Wind	Wind	Wind	Wind	Wind	Wind	Wind	Wind	Wind	Wind	Wind
Frei- kranbahn		1	1	1	1	← 1 →				-	-	-	-	-
		1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
		1	1	1	0,9	0,9	← 0,9 →		0,9	0,9	-	-	-	-
		1	1	1	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hallen- tragwerk mit Kranbahn		1	1	1	1	← 1 ¹⁾ →			-	-	1 ¹⁾	-	-	
		1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	
		1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9	-
		1	1	1	0,9	0,9	← 0,9 ¹⁾ →		-	-	-	0,9 ¹⁾	-	-
		1	1	1	0,9	0,9	← 0,9 →		-	-	-	-	0,9	-
		1	1	1	0,8	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8

1) Bei gleichzeitigen Ansatz von R_e und Wind nach TGL 32 274/07 darf die Schnittkraft aus der kleineren der beiden Lasten auf 1/3 herabgesetzt werden.

← bedeutet die ungünstigste der Lasten
 Offensichtlich nicht maßgebende Kombinationen dürfen entfallen.

3. NACHWEISE

3.1. Grenzzustand der Tragfähigkeit

3.1.1. Statischer Festigkeitsnachweis

nach TGL 13 500/01 und /02

3.1.2. Stabilitätsnachweis

nach TGL 13 505/01 und /02

3.1.3. Ermüdungsfestigkeitsnachweis

nach TGL 13 500/01 und /02 und den folgenden Ergänzungen, als vereinfachter Nachweis nach Abschnitt 3.1.3.6.

Der Nachweis erfolgt mit Normlasten und dem Wertigkeitsfaktor $\gamma_n = 1$.

3.1.3.1. Radlastkollektive

Dem Nachweis sind Teilkollektive aus folgenden Radlasten zugrunde zu legen:

- beim Verkehr nur eines Kranes
 - R_g , R_p und R_n mit Anzahl der Kranüberfahrten N_0
 - R_g in gemeinsamer Wirkung mit R_p und R_p mit $0,1 N_0$
- beim Verkehr mehrerer Krane
 - R_{g1} , R_{p1} und R_{m1} des ungünstigsten Kranes mit N_{01}
 - R_{g2} , R_{p2} und R_{m2} des nächst ungünstigen Kranes mit $0,4 N_{02}$
 - R_{s1} des ungünstigsten Kranes 1 in gemeinsamer Wirkung mit R_{g1} und R_{p1} mit $0,1 N_{01}$

Der ungünstigste Kran ist derjenige, dessen Radlasten an der untersuchten Schnittstelle das ungünstigste Verhältnis $\Delta\sigma/\Delta\sigma_{Be}$ oder $\Delta T/\Delta T_{Be}$ bewirken.

Krane, die planmäßig zusammenarbeiten, sind wie ein Kran zu behandeln.

Bei Anlagen mit wechselnder Betriebsart, z. B. zwischen Hakenbetrieb und Greiferbetrieb oder zwischen Betrieb in einer technologischen Linie und Montagebetrieb, sind die dadurch entstehenden unterschiedlichen Teilkollektive getrennt zu berücksichtigen.

Tabelle 2 Art des Betriebs von Brückenkränen

Art des Kranbetriebs	Einsatztechnologie
leicht	Gemischte technologische Prozesse, bestehend aus einem ersten Teilprozeß mit hoher Auslastung der Nennt Tragfähigkeit und einem zweiten Teilprozeß, der höchstens $\frac{1}{3}$ der Nennt Tragfähigkeit beansprucht, aber wesentlich häufiger abläuft als der erste
mittel	Technologische Prozesse, bei denen vorwiegend Hublasten kleiner als die halbe Nennt Tragfähigkeit zu bewegen sind
schwer	Technologische Prozesse, bei denen vorwiegend Hublasten größer als die halbe Nennt Tragfähigkeit zu bewegen sind
sehr schwer	Spezialisierte technologische Prozesse, bei denen ständig etwa gleichschwere Hublasten in der Größenordnung der Nennt Tragfähigkeit zu bewegen sind

Tabelle 3 Kollektivbeiwerte p

Katzstellung	Hublast in kN	Kran- spann- weite in m	p Art des Kranbetriebes			
			leicht	mittel	schwer	sehr schwer
gleichverteilt	< 250	< 21	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{6}$
		≥ 21	$\frac{2}{3}$		$\frac{5}{6}$	
	≥ 250	< 21	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
		≥ 21	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
Katze arbeitet vorwiegend auf einer Seite	< 250	< 21	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{6}$
		≥ 21		$\frac{5}{6}$		
	≥ 250	< 21	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
		≥ 21		$\frac{2}{3}$		

3.1.3.5. Spannungen aus der Radlasteintragung

Die Druckspannung σ_y aus der Radlasteinleitung in Gurtanschluß und Stegblechrand darf unter Zugrundelegung der Kraftverteilung nach Abschnitt 4.1. berechnet werden.

Als Kollektivbeiwert(p) ist der für die Trägerlängsspannungen maßgebende Wert zu verwenden.

Die Kerbfälle sind anzunehmen:

- | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------|
| - belasteter Stegblechrand | geschweißte Träger | Kerbfall 3 |
| - belasteter Stegblechrand | nicht geschweißte Träger | Kerbfall 2 |
| - Halskehlnaht | | Kerbfall 6 |
| - Hals-K-Naht | | Kerbfall 5 |
- 3.1.3.6. Vereinfachter Nachweis

Der Ermüdungsfestigkeitsnachweis darf näherungsweise auch wie folgt geführt werden, wenn $\sigma_H / \sigma_V \leq 1$ ist:

$$\left(\frac{\max \Delta \sigma \cdot f}{\Delta \sigma_D \cdot m'_{\sigma_e}} \right)^{r''} \cdot \frac{N}{2 \cdot 10^6} \leq 1 \quad (4)$$

Hierbei bedeutet:

N Spannungsspielzahl an der untersuchten Schnittstelle aus den Überfahrten des maßgebenden Kranes während des Gesamtnutzungszeitraumes³.

Bei Kranbahnträgern als Zweistützträger darf gesetzt werden:

$N = N_U$ für Biegespannungsnachweise im mittleren Drittel der Trägerstützweite bei Kranradabständen

$$a \geq 0,5 \cdot l \left(2 - \frac{R_1}{2 R_2} \right)$$

l Trägerstützweite

R_1, R_2 Radlasten ($R_1 \geq R_2 \geq 0,5 R_1$)

$N = n_R \cdot N_U$ in allen anderen Fällen, für Schubspannungsnachweise und für Nachweise der örtlichen Druckspannungen aus Radlasten, mit n_R = Anzahl der Kranräder

Bei Tragteilen, die Kräfte aus mehreren Kranbahnen aufzunehmen haben, ist für N die Summe der N_U der jeweils maßgebenden Krane anzusetzen.

$\max \Delta \sigma$ GröÙte Spannungsdifferenz infolge der vertikalen Radlasten $R_g + R_p + R_m$ des ungünstigsten Kranes an der untersuchten Schnittstelle

r Faktor nach Tabelle 4 zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Beanspruchungsmöglichkeiten aus Kranbelastung,

³ Wenn vom Auftraggeber nicht anders angegeben, wird empfohlen, als Gesamtnutzungszeitraum 50 Jahre anzusetzen

dabei ist bei Biegespannungen von Kranbahnträgern einzusetzen:

σ_V Spannung aus den vertikalen Kranradlasten
($R_g + R_p + R_m$)

σ_H Spannung aus den Horizontallasten (R_g), wobei beim Kranbahnträger anstatt einer genaueren Torsionsuntersuchung eine Berechnung mit W_{Obergurt} ausreicht

Tabelle 4 Faktoren f

Anzahl der Krane	Seitenstoßanteil σ_H / σ_V	Faktor f
1	0	1,00
	0,5	1,10
	1,0	1,25
≥ 2	0	1,05
	0,5	1,15
	1,0	1,30

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

$\Delta \sigma_D$ Grenz-Spannungsdifferenz nach TGL 13 500/01

$m'_{Be} = 1,19$ für Kerbfall 0 und 1

$m'_{Be} = 1,30$ für Kerbfall 2 bis 9

Diese Werte gelten für Kollektivbeiwert $p = 2/3$; sonst nach TGL 13 500/02, Beanspruchungsgruppe für $N = 2 \cdot 10^6$

γ' Wöhlerlinienexponent, näherungsweise

$\gamma' = 6$ für Kerbfall 0 und 1

$\gamma' = 4$ für Kerbfall 2 bis 9

Entsprechend ist der Schubspannungsnachweis zu führen. Für I-Träger beträgt dabei der Faktor f für einen Kran 1,0, für zwei Krane 1,05.

3.2. Grenzzustand der Nutzungsfähigkeit

Formänderungsnachweis

nach TGL 13 500/01

Aus funktionellen Gründen wird die Einhaltung folgender Werte unter Normlasten empfohlen:

- Vertikale Durchbiegung der Kranbahnträger unter den Radlasten R_g und R_p nicht größer als $1/400$ der Stützweite,
- Horizontale Durchbiegung der Kranbahnträger unter der Seitenkraft R_s nicht größer als $1/800$ der Stützweite,
- Horizontale Verformung der Stützen unter der Seitenkraft R_s nicht größer als $1/800$ der Stützhöhe, bis Kranbahnschiene gemessen.

Lochabzüge bleiben unberücksichtigt, Näherungsverfahren sind zulässig.

3.3. Sonstige Nachweise

Die vom Stahltragwerk auf andere Tragteile, z. B. Fundamente, übertragenen Auflager- und Schnittgrößen sind getrennt für die einzelnen Lasten nach Größe, Richtung und Angriffspunkt anzugeben.

Die Beanspruchungen der vom Stahltragwerk belasteten Gründungskörper und deren Bodenpressung dürfen ohne Berücksichtigung der Radlasten R_m , R_f ermittelt werden.

Soweit andere Bauteile für den Kraftfluß innerhalb des Stahltragwerkes mit benutzt werden, z. B. Wände oder Decken als Ersatz für Verbände oder zur Sicherung gegen Ausknicken, muß der rechnerische Nachweis hierfür erbracht sein, wenn nicht zweifelhaft feststeht, daß diese Bauteile und ihre Anschlüsse den dabei auftretenden Beanspruchungen genügen. Dies gilt auch für bauliche Zwischenzustände.

4. ZUSÄTZLICHE FESTLEGUNGEN FÜR BERECHNUNG UND BAULICHE DURCHBILDUNG

4.1. Fahrrechenen

Auf den Obergurt genietete oder geschweißte Schienen bilden mit diesem einen zusammengesetzten Querschnitt und sind entsprechend anzuschließen. Ihre Abnutzung ist zu berücksichtigen.

Werden sie längerverchieblich gelagert, dann wirken sie nicht als Teil des Trägers. Die Längerverchiebung (Wanderung) ist möglich. Sie ist durch geeignete Maßnahmen zu begrenzen. Die Kraftverteilung unter den Rädern ist nach Bild 4 anzunehmen. Der mehrfache Spannungszustand infolge der Krafteintragung ist zu beachten.

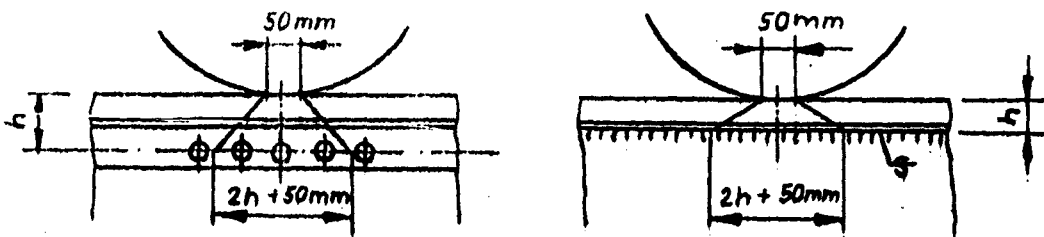


Bild 4

Grundsätzlich sind Halsnähte für die Übertragung der Radlast zu bemessen, ebenso Halsriete, wenn nicht das Stegblech bearbeitet ist und satt am Obergurt anliegt. Bei Normradlasten $R_g + R_p \leq 275 \text{ kN}$ darf bei bearbeitetem, satt am Obergurt anliegendem Stegblech jede der beiden Halskehlnähte für den Radlastenteil $R \cdot a / (2a + e)$ bemessen werden, wobei die Dicke einer Kehlnaht und e die Stegblechdicke sind. Als "bearbeitet" gilt hier auch ein formgerechter Brennschnitt der Oberflächengüte I nach TGL 14 902.

4.2. Träger für Unterflanschkatzen

Wegen der Nutzungsdauer soll bei Trägern für Unterflanschkatzen eine örtliche Biegespannung im Unterflansch infolge der Radlast mit

$$\sigma_r = \alpha \cdot \frac{R}{t^2}$$

berücksichtigt und mit der Biegespannung des Trägers aus vertikalen Lasten überlagert werden. Dabei gilt ein Anpassungsfaktor $\mu_R = 0,9^2$.

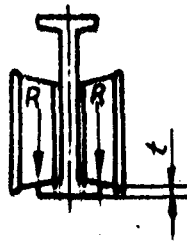


Bild 5

Hierbei bedeuten:

R Radlast aus Hublast R_p , Totlast R_g
und Massenkraft R_m (Rechenlast), Bild 5

t mittlere Dicke des Unterflansches

$\alpha = 1,1$ bei Walzträgern mit geneigten Flanschen

$\alpha = 1,3$ bei Walzträgern mit parallelen Flanschen

2) siehe Hinweise

4.3. Obergurtausbildung

Zwischen Obergurttlemelle und Stegblech soll mindestens auf einer Seite ein Schrägblech nach Bild 6 angeordnet werden, wenn $R_g + R_p > 275 \text{ kN}$ (Normlast) ist oder wenn bei $R_g + R_p > 80 \text{ kN}$ die Kranfahrgeschwindigkeit $v_F > 63 \text{ m/min}$ ist, sofern kein besonderer Nachweis erfolgt.



Bild 6

4.4. Direkt befahrene Fachwerkträger

Die Biegemomente in direkt befahrenen Gurtstäben sind für einen elastisch gestützten Durchlaufträger zu berechnen. Näherungsberrechnungen sind zugelassen. Die Knotenmomente sind für ein belastetes Teilloystem des Tragwerkes zu berechnen und brauchen nur entsprechend den Steifigkeiten auf die vom Knoten abgehenden Stäbe verteilt zu werden.

4.5. Endanschläge

Die Endanschläge sowie ihre Befestigung sind so auszubilden, daß sie die Anprallkraft des auffahrenden Kranes aufnehmen können. Dabei empfohlen sich konstruktive Maßnahmen, wie Verwendung von elastischen Pufferelementen, plastisch verschiebliche Lagerung, Anheben der Schiene um etwa 25 mm auf etwa 200 mm Länge. Im allgemeinen sind an den Endanschlägen keine Gummifederpuffer anzuordnen, wenn der Kran damit ausgerüstet ist, weil diese Puffer beim Zusammendrücken seitlich ausweichen können.

Aus der kinetischen Energie des auffahrenden Kranes $E_K = m_0 v^2 / 2$ ist nach den Arbeitskennlinien der Puffer die Anprallkraft zu berechnen. Der Einfluß anderer Elemente, wie z. B. Elastizität des Kranes, kann durch Abzug der von ihnen aufgenommenen Energie von der kinetischen Energie berücksichtigt werden.

Die Anordnung elastischer Pufferelemente am Kran ist vom Kranhersteller anzugeben.

Als rechnerische Auffahrgeschwindigkeit ist im Regelfall $v = 32 \text{ m/min}$ anzusetzen. Ist in Ausnahmefällen ein Auffahren mit größerer Geschwindigkeit vorgesehen oder können die Forderungen nach TGL 30350/04 für die Endbegrenzung nicht eingehalten werden, so ist eine höhere rechnerische Auffahrgeschwindigkeit in Abstimmung mit dem Kranhersteller festzulegen.

Bei Fahrgeschwindigkeiten unter 32 m/min darf der wirkliche Wert als rechnerische Auffahrgeschwindigkeit angesetzt werden, wenn dies in den dem Betreiber mitzuliefernden Unterlagen besonders angegeben ist.

Wenn vereinfachend die gesamte Bewegungsenergie von den Pufferelementen allein aufgenommen werden soll, darf die rechnerische Auffahrgeschwindigkeit auf 90% abgemindert werden.

Als Masse m_0 ist je Kranbahnseite die anteilige Masse des Kranes und der Katze in ungünstiger Stellung anzunehmen. Die Hublast ist nur bei starrer Lastführung zu berücksichtigen.

Die Anprallkraft ist gleichzeitig mit den Radlasten R_g und R_p zu berücksichtigen und im gesamten Stahltragwerk bis zu der Verankerung im Fundament zu verfolgen.

Bei Verbindungen der Kranbahnträger untereinander und bei den Längsportalen usw. darf die in Rechnung zu setzende Anprallkraft abgemindert werden im Verhältnis ^{der Masse} des Kranes (m_0) zur Masse von Kran und Kranbahn zwischen Endanschlag und der untersuchten Stelle.

Sofern die Anprallkraft nur ausnahmsweise auftreten kann, gilt sie als Sonderfall ~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

Fährt im regelmäßigen Betrieb der Kran gegen die Endanschläge, so sind die Lastannahmen und die Faktoren mit der zuständigen Prüfstelle zu vereinbaren.

Bei mehreren Kranen auf einer Kranbahn oder bei mehreren Kranbahnen, die ein Bauteil beanspruchen, ist nur die Anprallkraft des am ungünstigsten wirkenden Kranes anzusetzen. Gleichzeitiger Ansatz von Bremskräften anderer Krane ist nicht erforderlich.

4.6. Verankerung

Kranbahnträger und -stützen müssen so mit der Unterstützung verbunden sein, daß Zugkräfte aufgenommen werden können; auch wenn rechnerisch keine abhebenden Kräfte auftreten. Die Verankerung der Kranbahnträger darf jedoch entfallen, wenn eine horizontale Abstützung in Obergurtebene und eine Sicherung gegen Quer- und Längsverschiebungen am Auflager vorhanden sind.

Sind planmäßig Zugkräfte aus Kranbahnträgern oder aus ihren Horizontalverbänden in Betonkonstruktionen einzuleiten, so hat dies bei Norm-Radlasten $R_g + R_p > 275 \text{ kN}$ oder bei Kranfahrgeschwindigkeiten $v_p > 63 \text{ m/min}$ und $R_g + R_p > 80 \text{ kN}$ durch Anker zu erfolgen, denen durch Anziehen der Mutter eine Vorspannung gegeben wird.²

Anschlußteile und Verankerungen von stählernen Kranbahnträgern auf Stahlbetonkonstruktionen sind zur sicheren Aufnahme von Kranseitenkräften für die 1,5fachen Radlasten R_g nach Abschnitt 2.3.6. zu bemessen. Schubkräfte sind durch flächenhaft wirkende Dübel einzuleiten. Ankerschrauben dürfen hierzu nicht herangezogen werden.

Bei der konstruktiven Ausbildung der Lagerung, insbesondere der Horizontalabstützungen, sind die Verformungen der Kranbahnträger zu beachten.

² siehe Hinweise

4.7. Zulässige Abweichungen für Kranbahnen

Die Festlegungen gelten für Kranbahnen von Brückenkränen. Abweichende Bedingungen müssen zwischen dem Besteller oder Projektanten und dem Kranhersteller vereinbart werden. Dies gilt auch für durch Horizontalrollen geführte Krane.

Die konstruktive Ausbildung der Kranbahn muß einen horizontalen und vertikalen Ausgleich zulassen.

Die Toleranzklasse der Kranbahn ist stets nach dem Kran mit der größeren Fahrgeschwindigkeit festzulegen:

- Toleranzklasse 1 - Kranfahrgeschwindigkeit bis zu 63 m/min
- Toleranzklasse 2 - Kranfahrgeschwindigkeit größer als 63 m/min

Kranbahnen sind mit Kranschiene nach TGL 17 870/02 oder diesen entsprechenden Formschienen auszuführen, wenn

- in Berechnungsgruppe A die Normradlasten $R_g + R_p > 275 \text{ kN}$ sind oder
- die Kranfahrgeschwindigkeit mehr als 63 m/min (Toleranzklasse 2) beträgt.

4.7.1. Zulässige Fertigungsabweichungen von Kranbahnträgern

Die Stahltragwerke für Kranbahnen sind nach der Genauigkeitsklasse mittelgrob nach TGL 13 510/07 zu fertigen, sofern im folgenden nicht für bestimmte Maße andere Abweichungen festgelegt sind.

Die Neigung der Kranschieneauflage bezogen auf die Auflage des Kranbahnträgers, z. B. die Auflagefläche der Stirnplatte, darf im Querschnitt gesehen nicht mehr als 1 % betragen.

Der horizontale und vertikale Stich aus der Krümmung der Kranbahnträger darf bis 10 m Trägerlänge $\pm 4 \text{ mm}$, bei längeren Trägern $\pm 6 \text{ mm}$, nicht übersteigen. Die horizontale und vertikale Krümmung der Schienen darf auf einer Meßlänge von 2 m ein Stichmaß von 2 mm - in Toleranzklasse 2 in horizontaler Richtung nur 1 mm - nicht überschreiten.

Der Versatz zwischen Mitte Kranschiene und Stegblechachse des Kranbahnträgers darf nicht mehr als die halbe Stegdicke des Kranbahnträgers betragen.

Die Kranschiene müssen in Längsrichtung durchgehend auf dem Kranbahnträger aufliegen.

Benennung	zul. Abweichung in mm in Toleranzklasse 1 Stützenabstand bis 10 m über 10 m	zul. Abweichung in mm in Toleranzklasse 2 Stützenabstand bis 10 m über 10 m	Darstellung																			
Abweichung Δl bei einer Spurweite l (gemessen von Mitte Schiene bis Mitte Schiene)	<table border="1"> <tr><td>10 m</td><td>± 7</td></tr> <tr><td>15 m</td><td>± 8</td></tr> <tr><td>20 m</td><td>± 9</td></tr> <tr><td>25 m</td><td>± 10</td></tr> <tr><td>30 m</td><td>± 11</td></tr> <tr><td>35 m</td><td>± 12</td></tr> <tr><td>40 m</td><td>± 10</td></tr> </table>	10 m	± 7	15 m	± 8	20 m	± 9	25 m	± 10	30 m	± 11	35 m	± 12	40 m	± 10	<table border="1"> <tr><td>± 7</td></tr> <tr><td>± 8</td></tr> <tr><td>± 9</td></tr> <tr><td>± 9</td></tr> <tr><td>± 10</td></tr> </table>	± 7	± 8	± 9	± 9	± 10	
10 m	± 7																					
15 m	± 8																					
20 m	± 9																					
25 m	± 10																					
30 m	± 11																					
35 m	± 12																					
40 m	± 10																					
± 7																						
± 8																						
± 9																						
± 9																						
± 10																						
Abweichung einer Schiene von der Sohle in horizontaler Ebene bezogen auf Mitte Schiene	<p>2</p> <p>± 15</p>	<p>1</p> <p>± 10</p>																				
Abweichung Δh_1 einer Schiene von der Sohlhöhe in vertikaler Ebene, bezogen auf Oberkante Schiene im unbelasteten Zustand und Längeneigung in Stützenabstand	<p>2</p> <p>± 15</p>	<p>1</p> <p>± 10</p>																				
Gegenseitige Höhenlage Δh_2 beider Kranbahnschienen zueinander, bezogen auf Oberkante Schiene	<p>bis 10 m Kranbahnsparweite $\Delta h_2 \leq 10$ über 10 m Kranbahnsparweite $\Delta h_2 = 1$ mm/m Sparweite jedoch max. $\Delta h_2 = 30$</p>	<p>max. $\Delta h_2 = 20$ 1 mm 4)</p>																				
Gegenseitiger Versatz Δv der Schienen an den Stoßstellen, bezogen auf die Oberkante und Seite der Schiene	<p>2 mm</p> <p>wobei der Versatz von größer 1 mm in Höhe und Seite in Verhältnis 1:50 abzumessern ist</p>	<p>wobei der vorhandene Versatz in Höhe und Seite in Verhältnis 1:50 abzumessern ist</p>																				
Gegenseitige Lage der Endanschläge Δe bzw. Puffer zueinander, bezogen auf die Anschlagflächen und rechtwinklig zu den Längsachsen der Schienen	<p>$\Delta e = 1/50$ von l, maximal aber 25 mm</p>	<p>$\Delta e = 1/50$ von l, maximal aber 25 mm</p>																				

4) In Toleranzklasse 2 darf bis zur Festlegung von Toleranzen für Kranachsen, die einen größeren Versatz verhindern, bis zu 2 mm Versatz auftreten; der abzumessern ist.

weichungen können in Extremfällen um den Betrag der Meßunsicherheit über den Mittelwert werden, höchstens jedoch um das 0,2 fache der Toleranz.

Hinweise

Ergebnis für TGL 13471 Ausgabe 11.69 und Vorschrift 131/84 der Staatlichen Bauaufsicht

~~Änderungen gegenüber TGL 13471~~

Umstellung auf die Bemessung mit Teilsicherheitsfaktoren

~~Abschnitt 2.4.2.: Einführung von Lastkombinationsfaktoren für den Lastfall Wind und Kranstellungen~~

Abschnitt 3.3. und 4.4.: Ermüdungsfestigkeitsnachweis vollständig überarbeitet in Übereinstimmung mit TGL 13500/01 und /02.

Abschnitt 4.6.: Präzisierung der Festlegungen über die Verankerung von Kranbahnträgern in Stahlbetonkonstruktionen.

Abschnitt 4.7.: über zulässige Abweichungen neu aufgenommen.

Abschnitt 4.2., entsprechend TAKRAF PK 0036 geändert.

In vorliegendem Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

TGL 13500/01 und /02; TGL 13510/07; TGL 17870/02; TGL 31550/08; TGL 12274/02 und /03; TGL 13 470; TGL 14 902; TGL 30 350/04.

Bezugnahmen zu Abschnitt 3.1.3.:

1. Radlastkollektive

Für die Auswahl des jeweils ungünstigsten Kranes genügt in vielen Fällen eine Abschätzung auf der Grundlage der Größtspannung σ , insbesondere wenn Betriebsarten und Spannungsspielzahlen der Krane nicht sehr unterschiedlich sind. Bei den Radlastkollektiven mit Seitenkraft ist die Größtspannung aus der gleichzeitigen Wirkung von R_s , R_g und R_p zu ermitteln, wobei der ungünstigste Kran bezüglich der vertikalen Radlasten nicht gleichzeitig der ungünstigste Kran bezüglich der horizontalen Radlasten zu sein braucht.

2. Spannungskollektive, Spannungsspielzahl N

Werden bei der Überfahrt eines Kranes mehrere Spannungshöchstwerte σ oder τ hervorgerufen, sind diese in getrennten Spannungskollektiven (Teilkollektiven) zu berücksichtigen, wenn

zwischen zwei aufeinanderfolgenden Höchstwerten die dem größeren Wert zugehörige Mittelspannung unterschritten wird, siehe Bild 5,

$$\sigma_{1/2} < \frac{1}{2} (\max \sigma_1 - \sigma_g)$$

$\sigma_{1/2}$ ist dabei das Spannungsminimum, das auf den Spannungshöchstwert $\max \sigma_1$ folgt.

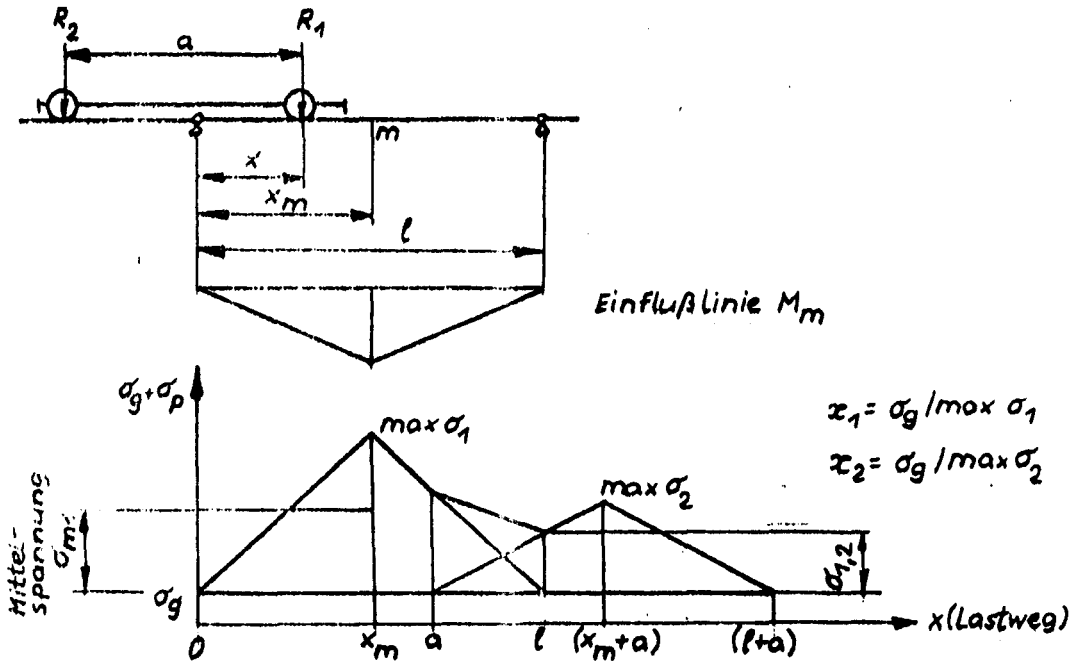


Bild 11 Biegespannungen an der Stelle m bei Überfahrt eines Kranes über einen Zweistützträger

Nach dieser Festlegung sind Spannungshöchstwerte τ und σ_y aus Radlasteintragung immer in getrennten Spannungskollektiven zu berücksichtigen. Für den Nachweis der Biegespannung σ_2 im mittleren Drittel von Zweistützträgern wird dagegen nur ein Spannungskollektiv wirksam, wenn der Radabstand

$$a \leq \frac{l}{2} \left(2 - \frac{R_1}{2R_2} \right)$$

ist.

- l Trägerstützweite
- R_1, R_2 Radlasten ($R_1 \geq R_2 \geq 0,5 R_1$)

Bei Radlastkollektiven mit Seitenkraft R_g braucht nur der größte Spannungshöchstwert berücksichtigt zu werden.

Die Spannungsspielzahlen von aus Koppelkräften hervorgerufenen Teilkollektiven ergeben sich aus den zu berücksichtigenden Kranüberfahrten der verursachenden Radlastkollektive, siehe Abschnitt 3.1.3.1.

3. Nachweise

Eine Schadensakkumulation aus zusammengesetzten Spannungen verschiedener Art (σ und τ) oder gleicher Art und verschiedener Richtung, z. B. σ_y und σ_z , ist nicht erforderlich.

Der Nachweis muß grundsätzlich nach TGL 13 500/02 geführt werden, wenn die Wirkung von 2 oder mehr Teilkollektiven zu berücksichtigen ist, siehe Abschnitt 3.1.3.2.

Der Nachweis ~~muß~~ nach TGL 13 500/01 kann nur bei Beanspruchung durch nur ein Spannungskollektiv geführt werden. Das trifft zu z. B. beim Nachweis von Horizontalverbänden von Kranbahnträgern

4. Vereinfachter Nachweis

Der Ermüdungsfestigkeitsnachweis wird nur für die vertikalen Radlasten des ungünstigsten Kranes geführt. Die Einflüsse aus den horizontalen Radlasten und - beim Verkehr mehrerer Krane - aus den vertikalen Radlasten des nächst ungünstigen Kranes werden in Abhängigkeit vom Seitenstoßanteil σ_H/σ_V durch einen Faktor (f) berücksichtigt.

Beim Nachweis wird davon ausgegangen, daß ein Spannungskollektiv mit dem Kollektivbeiwert $p = 2/3$ vorliegt. Nach TGL 13 500/01 betragen dann die Betriebsfestigkeitsfaktoren bei $N = 2 \cdot 10^6$. (Beanspruchungsgruppe B 5)

für die Kerbfälle 0 und 1 $m'_{Be} = 1,19$

für die Kerbfälle 2 bis 9 $m'_{Be} = 1,30$.

Handwritten mark

Hinweise zu 4.2.

Genauere Berechnung, auch für geschweißte Träger, siehe TAKRAF VBK 0036/01 und /02.

Erläuterungen

Zu Abschnitt 4.6.

Mit dem gegenwärtigen Stand der Technik ist die Forderung nach Vorspannung nur durch den Einsatz von hochfesten Schrauben oder von Ankern aus St 60/90 realisierbar.

Dabei ist eine Vorspannung von $P_V \approx 0,7 \cdot R_e \cdot A_g$ aufzubringen.

Zu Abschnitt 4.8.

Beispiel für die Festlegung der Meßunsicherheit.

Bei einer Kranpurweite von 30 m darf in Toleranzklasse 1 nach Tabelle 7 eine zulässige Abweichung von $\Delta l = \pm 10$ mm auftreten, also eine Toleranz von 20 mm. Damit darf die Meßunsicherheit für die Kontrollmessung nach Abschnitt 4.8. $\pm u = 0,2 \cdot 20 = 4$ mm betragen. Unter der Voraussetzung, daß die systematischen Fehleranteile aus Temperatur, Dehnung und Durchhang sowie Teilungsfehler eliminiert werden, ergibt sich dann die zulässige Standardabweichung zu $\sigma = \pm 2$ mm.

Beim Einsatz von Stahlmeßbändern sind zur Einhaltung der zulässigen Meßunsicherheit folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Doppelmessung und Ablesen im millimetergeteilten Meßbandbereich, wobei Anlage- und Ablesehilfen verwendet werden sollten.
- Temperaturbestimmung mit Thermometer ± 1 K (möglichst Kontaktthermometer, evtl. Schleuderthermometer), wobei mindestens 2 Messungen über die Bandlänge durchzuführen sind.
- Anwendung von Meßbandepannern zur Einhaltung der für das verwendete Meßband vorgegebenen Spannkraft F . Die Meßbandepanner sind regelmäßig zu prüfen und zu justieren.
- Das Meßband muß kompariert sein. Der verbleibende Teilungsfehler soll 1 mm nicht überschreiten.
- Die horizontale Auslenkung der Bandmitte bei Wind darf nicht größer als 30 mm sein.
- Berücksichtigung aller erforderlichen Korrekturwerte (Durchhang in Abhängigkeit von der Spannkraft, Temperatur).
- Das Meßband muß frei von Verschmutzung sein.