

Zur wirtschaftlichen Bemessung von Walzprofil - Kranbahnträgern für Laufkrane

Christoph Seeßelberg, Fachhochschule München, Studiengang Stahlbau

Veröffentlicht in: Stahlbau 71 (2002), Heft 9, S. 661-669

Die Auswahl des am besten geeigneten Walzprofiltyps ist der erste Schritt der wirtschaftlichen Bemessung eines Kranbahnträgers für Laufkrane. Es werden Tabellen angegeben, aus denen die HEB-Profilgröße für den von bis zu zwei gleichen Laufkranen befahrenen einfeldrigen oder zweifeldrigen Kranbahnträger abgelesen werden kann. Verschiedene Einsparungsmöglichkeiten werden dargestellt: Die Verwendung von S355 anstelle S235, die Reduzierung der Horizontallasten durch Einsatz von Seitenführungsrollen, die statische Berücksichtigung der angeschweißten Flachstahlschiene, die Entschärfung der Durchbiegungsbeschränkung und die Führung des Biegedrillknicknachweises nach dem Verfahren elastisch-plastisch ermöglichen in vielen, aber nicht in allen Fällen eine Reduzierung der Profilgröße der Kranbahn.

1. Einführung

Die Auswahl des passenden Walzprofils für die Kranbahn eines Laufkrans ist eine alltägliche Aufgabenstellung im Stahlhochbau. Dabei sind einige Entscheidungen zu treffen, die die Kosten der gesamten Krananlage beeinflussen können:

- Auswahl der Profilvereihe: IPE, HEA, HEB oder HEM ?
- Wahl der Stahlgüte: S235 oder S355 ?
- Wird ein ein-, zwei- oder noch mehrfeldriger Träger gewählt ?
- Lohnt sich die Investition in Seitenführungsrollen zur Reduktion der Horizontallasten auf die Kranbahn ?
- Sollte eine angeschweißte Flachstahlschiene als statisch mitwirkend betrachtet werden ?
- Welchen Einfluß auf die Trägerdimensionierung hat die geforderte Durchbiegungsbegrenzung (Gebrauchstauglichkeitsnachweis) ?
- Sollte der als Spannungsnachweis nach Theorie II. Ordnung geführte Biegedrillknicknachweis nach dem Verfahren „elastisch – elastisch“ oder „elastisch – plastisch“ nach DIN 18800-2 [1], Tab. 1 geführt werden?

Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die Beantwortung der vorstehenden Fragen auf die Trägerdimensionierung auswirkt. In welchen Fällen lassen sich Einsparungen realisieren? Die Ausführungen gelten für Kranbahnen von Laufkranen. Kranbahnträger für Hängekrane werden in diesem Beitrag nicht behandelt.

Die Frage, in welchen Fällen ein Schweißprofil gegenüber Walzprofilen die wirtschaftlichere Alternative für eine Kranbahn darstellt und wie gewichtsoptimale Schweißprofil-Kranbahnträger aussehen, wird in einem weiteren Beitrag untersucht werden.

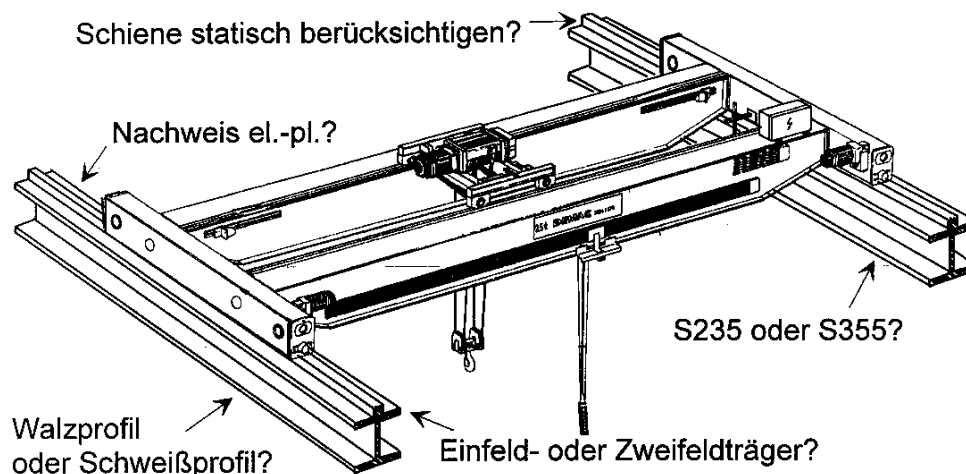


Bild 1: Laufkran und Kranbahnträger

Das Tragverhalten von Kranbahnträgern ist durch torsionsbedingte Effekte aus Theorie II. Ordnung, Wölbkrafttorsion und komplexe Stabilitätsprobleme geprägt. Welche Normen sind gegenwärtig für Bemessung und Nachweis von Kranbahnträgern (Bild 1) anzuwenden? Maßgebend ist derzeit noch DIN 4132 „Kranbahnen“ [2], DIN 18800 Teil 1 bis 3 [1] und die Anpassungsrichtlinie [3]. Die Nachfolgenormen liegen auf der Einwirkungsseite mit der DIN 1055 neu – Teil 10 „Einwirkungen infolge Krane und Maschinen“ [4] als deutsche Version des Eurocode 1 Teil 5 und auf der Bemessungsseite mit dem Eurocode 3 – Teil 6 [5] samt zugehörigen NAD [6] im Entwurf bereits vor. In allen hier vorgestellten Berechnungen

werden jedoch die derzeit gültigen Normen berücksichtigt, da diese sicherlich noch viele Jahre in der Praxis gebräuchlich sein werden. Zu den Nachweisverfahren für Kranbahnträger siehe auch [7] - [12].

2 Auswahl der Profilreihe

Welche Profilreihe eignet sich als Kranbahnträger am besten? In den Tabellen 1 und 2 werden wichtige Querschnittswerte verschiedener Profiltypen verglichen: Querschnittsfläche, $1/(b/t)$ -Verhältnis des Stegs, Widerstandsmomenten um beide Hauptachsen und das Torsionsträgheitsmoment. Dazu wurden Profile mit jeweils ca. 98 cm^2 und mit ca. 305 cm^2 Querschnittsfläche herausgesucht. In zwei Fällen wurden die Mittelwerte benachbarter Profilgrößen verwendet, um die gewünschte Querschnittsfläche zu erreichen. Die angegebenen Querschnittswerte beziehen sich auf die mit 100% angegebenen Werte des HEA Profils; ein höherer Prozentwert bedeutet eine Verbesserung.

Querschnitte mit ca. 98 cm^2	Querschnittsfläche A	$1 / (b/t)$ - Steg	W_y	W_z	I_T Torsionsträgheit
IPE 450	$98,8 \text{ cm}^2$	61 %	149 %	52 %	108 %
HEA 280	$97,3 \text{ cm}^2$	100 %	100 %	100 %	100 %
(HEB 220+HEB240)/2	$98,5 \text{ cm}^2$	152 %	83 %	86 %	144 %
HEM 160	$97,1 \text{ cm}^2$	333 %	56 %	62 %	261 %

Tab. 1 Vergleich der Querschnittswerte der Walzprofilreihen HEA, HEB, HEM und IPE (kleine Profile mit ca. 98 cm^2 Querschnittsfläche)

Querschnitte mit ca. 305 cm^2	Querschnittsfläche A	$1 / (b/t)$ - Steg	W_y	W_z	I_T Torsionsträgheit
(HEA 800+HEA 900)/2	303 cm^2	100 %	100 %	100 %	100 %
HEB 700	306 cm^2	116 %	86 %	110 %	125 %
HEM 300	303 cm^2	403 %	41 %	143 %	211 %

Tab. 2 Vergleich der Querschnittswerte der Walzprofilreihen HEA, HEB, HEM (große Profile mit ca. 305 cm^2)

Bild 2 zeigt das Tragfähigkeitsdiagramm für einen zweifeldrigen Kranbahnträger (S 235) mit einer Feldweite von 7m, der von einem zweiachsigen Kran H2B3, Schiene A45, mit Kranfahrwerkssystem EFF befahren wird. Als Horizontallast H wird 25% einer vertikalen Radlast angesetzt, dies ist ein durchschnittlich großer, jedoch kein maximaler Wert. Sämtliche Nachweise der Tragsicherheit sind berücksichtigt, die vertikale und die horizontale Durchbiegung der Schienenoberkante darf maximal $l / 600$ betragen. Die maximal zulässige Radlast R ist über der Querschnittsfläche der Profiltypen HEA, HEB und HEM aufgetragen (dickere Linien mit gefüllten Symbolen). Die Punkte der einzelnen Walzprofile des gleichen Typs sind im Diagramm zur besseren Erkennbarkeit mit Linien verbunden. Der Knick in jeder der 3 Tragfähigkeitskurven, der für die gegebene Parameterkombination bei HEA- und HEB-Profilen zwischen 200 und 250 cm^2 liegt und bei HEM-Profilen bei ca. 340 cm^2 Querschnittsfläche zu finden ist, stellt den Punkt dar, ab dem nicht mehr der Spannungsnachweis, sondern die Gebrauchstauglichkeit (horizontale Durchbiegung) querschnittsbestimmend wird. Die dünnen Linien mit den nicht gefüllten Symbolen geben die Tragfähigkeit an, wenn die horizontale Durchbiegungsbegrenzung nicht berücksichtigt wird.

Bemerkenswert ist das Verhalten großer HEM-Profile (ab HEM 550), siehe Bild 2, Kurve „HEM“: die maximal zulässige Radlast sinkt mit zunehmender Profilgröße wieder. Eine Ursache dafür liegt in dem sinkenden Querträgheitsmoment I_z (HEM 500: 19160 cm⁴; HEM 1000: 18460 cm⁴) bei gleichzeitig steigendem Torsionsmoment M_T der Horizontallasten bezüglich des Schubmittelpunkts. M_T trägt wesentlich zur horizontalen Verschiebung der Schienenoberkante bei.

Die Tragfähigkeitskurven in Bild 2 gelten natürlich nur für das im Bild oben dargestellte Beispiel. Fertigt man ein solches Diagramm für andere Spannweiten an, so erhält man Kurven, die denen aus Bild 2 ähnlich sind. Mit geringer werdender Spannweite sinkt allerdings die Bedeutung der horizontalen Durchbiegungsbegrenzung für die Querschnittsbemessung.

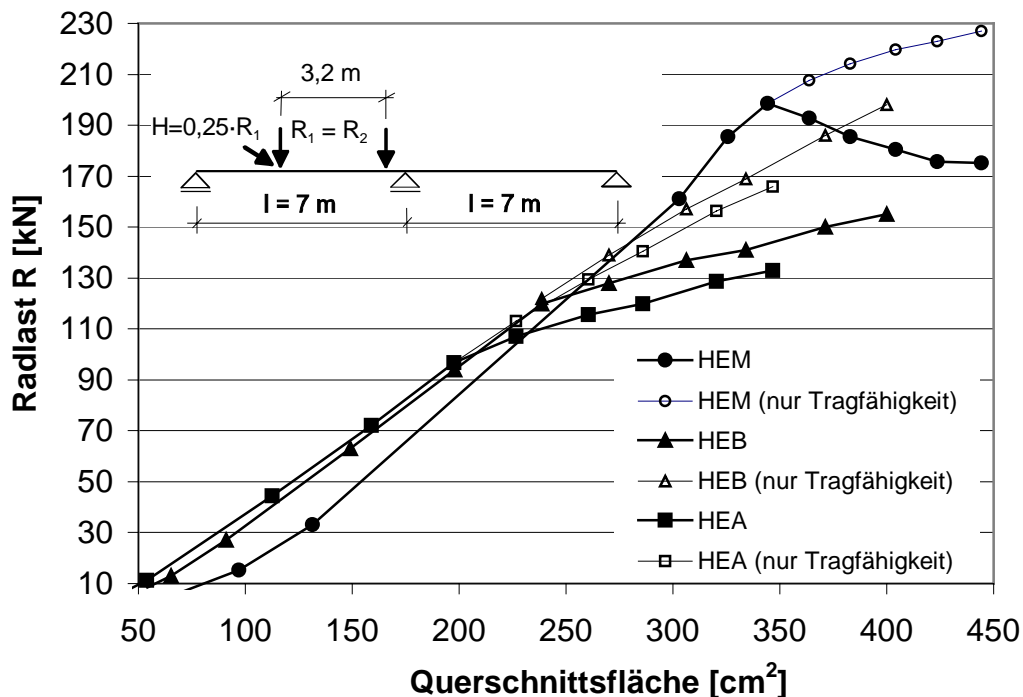


Bild 2 Belastbarkeitskurven der Profilreihen HEA, HEB und HEM

Aus den Zahlen der Tabellen 1 und 2 und aus Bild 2 lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- IPE Profile eignen sich wegen des geringen Widerstandsmoments W_z eher nicht als Kranbahnträger für Laufkrane, siehe Tab. 1. (Verstärkte IPE-Profile – z.B. mit seitlich an den Obergurt angeschweißten Winkelprofilen – können dagegen als Kranbahnträger eingesetzt werden. Als Katzbahnträger, bei denen es auf die Quersteifigkeit weniger ankommt, sind IPE-Profile ebenfalls geeignet.)
- HEA und HEB Profile sind als Kranbahnträger ähnlich gut geeignet, der Unterschied der Tragfähigkeiten ist nicht sehr groß. Der Vorteil des etwas größeren Widerstandsmoments W_y der HEA Profile wird durch ein etwas größeres Torsionsträgheitsmoment I_T der HEB Profile mit ähnlicher Querschnittsfläche wieder ausgeglichen. Für das Beispiel (Bild 2) ist – bezogen auf gleiche Querschnittsflächen - das HEA-Profil bei kleineren Profilgrößen geringfügig tragfähiger, während bei größeren Trägerhöhen HEB Profile leicht im Vorteil sind.
- Ein grundsätzlicher Vorteil von HEM Profilen ist die sehr hohe Beulsteifigkeit des Stegblechs und das besonders hohe Torsionsträgheitsmoment. Kleinere und mittlere HEM Profile sind jedoch i.d.R. keine wirtschaftliche Lösung für Kranbahnträger, da sie eine zu gedrungene Form haben und deswegen die Trägheits- und Widerstandsmomenten um y- und z-Achse zu gering sind. Bei hohen Radlasten können

HEM-Profile durchaus tragfähiger sein als HEA- oder HEB-Profile mit gleicher Querschnittsfläche. In solchen Fällen sind allerdings oft Schweißprofile eine wirtschaftlichere Alternative zu allen Walzprofilen. Große HEM-Profile kommen als Kranbahnträger dann zum Einsatz, wenn einerseits HEA- und HEB-Profile keine ausreichende Tragfähigkeit mehr besitzen und andererseits Schweißprofile vermieden werden sollen.

3 Bemessungstabellen für HEB - Kranbahnträger

Zur überschlägigen Bemessung von Kranbahnträgern aus HEB-Profilen wurden Tabellen berechnet:

- Tabelle 3: Kranbahn als Einfeldträger, ein Laufkran
- Tabelle 4: Kranbahn als Zweifeldträger, ein Laufkran (Bild 3). Diese Tabelle kann auch bei mehr als zweifeldrigen Trägern angewandt werden.
- Tabelle 5: Beanspruchung eines zweifeldrigen Kranbahnträgers durch zwei gleiche Laufkrane

Den Berechnungen liegen folgende Annahmen und Gegebenheiten zu Grunde:

- Die Laufkrane haben zwei gleich große vertikale Radlasten $R_1 = R_2$.
- Als Horizontallast H ist der Höchstwert von 30% einer einzelnen vertikalen Radlast berücksichtigt worden. Dieser Wert, der Massenkräfte aus Antrieben und Kräfte aus Schräglauf beinhaltet, liegt in jedem Fall auf der sicheren Seite. Ggf. vorhandene Windlasten, die nur bei Krananlagen im Freien auftreten können, sind in den Tabellen nicht berücksichtigt.
- Werkstoff der Kranbahn: Stahl S235
- Laufkran H2 B3, Kranfahrwerksystem EFF, Seitenführung über Spurkränze
- Nicht mittragende Flachstahlschiene $b/h = 5 \text{ cm} / 3 \text{ cm}$
- Alle Nachweise der Tragfähigkeit nach DIN 4132 [2], DIN 18800 [1] und Anpassungsrichtlinie [3] wurden berücksichtigt. Der BDk-Nachweis ist als Spannungsnachweis el.-el. nach Th.II.O. unter Berücksichtigung von Ersatzimperfektionen ausgeführt worden.
- Gebrauchstauglichkeitsnachweis: die Durchbiegung der Schienenoberkante wurde horizontal und vertikal auf $l/600$ begrenzt, siehe Eurocode 3-T6, Tabelle 7.1 und 7.2 [5].

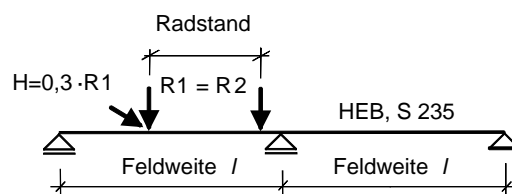


Bild 3 Aufgabenstellung für Tabelle 4

Zur Berechnung wurde das Programm BEM 10 – KraBaTrä – Version 2.4 [13] verwendet. Erste Versionen der Tabellen in [14] und [15] wurden vollständig gegengerechnet. Die in den Tabellen angegebenen Ziffern geben die Größe des erforderlichen HEB – Profils an. Die Tabellen erlauben eine Vorbemessung, sie ersetzen jedoch keinesfalls den normgerechten Nachweis der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit. Dimensionierend für die Profile ist in den meisten Fällen der Biegedrillknicknachweis als Nachweis der Spannungen nach Th.II.O. an einer oberen Flanschecke infolge der Einwirkungskombination ständige Lasten plus Vertikallasten plus Horizontallasten $1,35 \cdot (g + R + H)$.

In einigen Fällen ist auch der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit maßgebend:

- Bei geringen Profilhöhen und gleichzeitig größeren Spannweiten ist oft die vertikale Durchbiegungsbeschränkung auf $l/600$ kritisch. Ursache: Spannweite und Trägerhöhe gehen in die Berechnung der vertikalen Durchbiegung mit größeren Exponenten ein als in die Berechnung der Spannungen. Mit sinkender Trägerhöhe und steigender Spannweite steigt daher die Kritikalität der vertikalen Durchbiegung.
- Bei hohen Radlasten und gleichzeitig großen Feldweiten der Kranbahn wird die horizontale Durchbiegung ($l/600$) immer kritischer. Ursache: bei größer werdenden Profilen wächst die Trägerbreite nicht mehr mit, das Verhältnis (I_z / I_y) wird immer geringer, die horizontale Durchbiegung der Schienenoberkante wird – nicht zuletzt wegen der wachsenden Querschnittsverdrehung - kritischer.

Sternchen hinter den Profilgrößen in den Tabellen bedeuten, daß die vertikale Durchbiegungsbeschränkung für die Bemessung dimensionierend ist. Kreuze zeigen die Fälle, in denen die horizontale Durchbiegungsbeschränkung bestimmend ist. In den Fällen, in denen Kreuze oder Sterne eingetragen sind, könnte die Profilgröße reduziert werden, wenn die Durchbiegungsbeschränkung $l/600$ nicht beachtet würde und nur noch die Tragsicherheitsnachweise querschnittsbestimmend wären:

*	oder	+	Reduzierung um eine Profilgröße möglich
**	oder	++	Reduzierung um zwei Profilgrößen möglich
***	oder	+++	Reduzierung um drei oder mehr Profilgrößen möglich

Es ist aber zu betonen, daß zur Sicherstellung eines verschleißarmen und problemlosen Kranbetriebs die Grenzen der Gebrauchstauglichkeit stets einzuhalten sind, auch wenn DIN 4132 hierüber keine Vorschriften macht. Die Durchbiegungsgrenzen werden oft vom Hersteller der Kranbrücke vorgeschrieben. Im Zweifelsfall empfiehlt sich die Einhaltung der in der zukünftigen Kranbahnträgnorm EC3 Teil 6 [5] in Tabelle 7.1 und 7.2 niedergelegten Grenzen der Gebrauchstauglichkeit, siehe auch [16]

Ablesebeispiel:

Gesucht ist das passende Profil eines zweifeldrigen Kranbahnträgers mit einer Spannweite von zwei mal 8,0 m. Beanspruchung durch eine zweiachsige Kranbrücke H2 B3 mit zwei gleich großen vertikalen Radlasten ($R = 75$ kN) im Abstand von 3,2 m. Mit der in der Tabelle 4 verzeichneten nächsthöheren Radlast von 80 kN kann das erforderliche Profil abgelesen werden: HEB 500. Das Plus-Zeichen hinter der Profilvernummer bedeutet, daß die horizontale Durchbiegungsbeschränkung kritisch ist. Würde sie nicht berücksichtigt, wäre das Profil HEB 450 ausreichend.

Tabelle 3. Auswahl der HEB-Profilgröße für Einfeldträger

Radlast R	Radstand	l=5 m	l=6 m	l=7 m	l=8 m
10 kN	1,6 m	180 *	200 **	220 **	240 **
	2 m	180 *	200 **	220 **	240 **
	2,5 m	160 *	180 *	200 *	220 **
	3,2 m	160 *	180 *	200 **	220 **
15 kN	1,6 m	200 *	220 *	240 *	260 **
	2 m	180	220 *	240 **	260 **
	2,5 m	180 *	200 *	240 **	260 **
	3,2 m	180 *	200 *	220 *	240 **
20 kN	1,6 m	200	240 *	260 *	280 **
	2 m	200	220	240 *	280 **
	2,5 m	200 *	220 *	240 *	260 *
	3,2 m	200 *	220 *	240 *	260 *
25 kN	1,6 m	220	240	260	300 **
	2 m	220 *	240 *	260 *	280 *
	2,5 m	200	240 *	260 *	280 *
	3,2 m	200	220	260 *	280 *
	3,8 m	200	220	240 *	260 *
30 kN	1,6 m	220	260 *	280 *	300
	2 m	220	240	280 *	300 *
	2,5 m	220	240	280 *	300 *
	3,2 m	220	240	260	300 *
	4 m	220	240	260 *	280 *
35 kN	1,6 m	240	260	300 *	320 *
	2 m	240	260	280	320 *
	2,5 m	240	260	280	320 *
	3,2 m	220	240	280 *	300 *
	>4 m	220	240	260	300 *
40 kN	1,6 m	260	280	300	320
	2 m	240	280	300	320
	2,5 m	240	260	300	320 *
	3,2 m	240	260	280	320 *
	>4 m	240	260	280	300
50 kN	2 m	280	300	320	400 +
	2,5 m	260	30	320	360
	3,2 m	260	280	300	360 +
	>4 m	260	280	300	340 +
60 kN	2 m	300	320	400	500 +
	2,5 m	280	320	360	500 +
	3,2 m	280	300	340	450 +
	>4 m	280	300	340 +	450 ++
70 kN	2 m	300	360	450	800 +++
	2,5 m	300	340	450 +	700 +++
	3,2 m	300	320	400	650 +++
	>4 m	300	320	400 +	600 +++
80 kN	2,5 m	320	400	500 +	-
	3,2 m	320	360	500 +	-
	4 m	320	360	500 ++	1000+++
	>4,6 m	320	360	500 ++	1000+++
90 kN	2,5 m	340	450	700 +++	-
	3,2 m	340	400	700 +++	-
	>4 m	340	400	700 +++	-
100 kN	2,5 m	400	500	-	-
	>3,2 m	400	500 +	1000+++	-
110 kN	2,9 m	400	600 +	-	-
	>4 m	400	600 +	-	-
120 kN	2,9 m	450	800 +++	-	-
	>4 m	450	800 +++	-	-
130 kN	2,9 m	500	1000+++	-	-
	>4 m	500	1000+++	-	-
140 kN	2,9 m	500	-	-	-
	>4 m	500	-	-	-
150 kN	>3,2 m	600	-	-	-
160 kN	>3,2 m	650	-	-	-
170 kN	>3,2 m	800	-	-	-
180 kN	>3,2 m	900	-	-	-
190 kN	>3,2 m	-	Einfeldträger		
200 kN	>3,2 m	-			

Tabelle 4. Auswahl der HEB-Profilgröße für Zweifeldträger

Radlast R	Radstand	l=5 m	l=6 m	l=7 m	l=8 m
10 kN	1,6 m	160 *	180 *	200 **	200 *
	2 m	160 *	180 *	200 **	200 *
	2,5 m	140	180 *	180 *	200 *
	3,2 m	140	160 *	180 *	200 *
15 kN	1,6 m	180 *	200 *	220 *	240 *
	2 m	180 *	200 *	220 *	220 *
	2,5 m	160	180	200 *	220 *
	3,2 m	160	180	200 *	220 *
20 kN	1,6 m	180	220 *	220	240
	2 m	180	200	220	240 *
	2,5 m	180	200	220 *	240 *
	3,2 m	180	200 *	220 *	240 *
25 kN	1,6 m	200	220	240	260 *
	2 m	200	220	240	260 *
	2,5 m	200	220	240 *	260 *
	3,2 m	200	200	220	240
	3,8 m	200	200	220	240
30 kN	1,6 m	220	260 *	260 *	280 *
	2 m	220	220	240	280 *
	2,5 m	200	220	240	260
	3,2 m	200	220	240	260
	4 m	200	220	240	260 *
35 kN	1,6 m	220	240	260	280
	2 m	220	240	260	280
	2,5 m	220	240	260	280
	3,2 m	220	240	240	280 *
	4 m	220	240	240	260
40 kN	1,6 m	240	260	280	300
	2 m	240	260	280	300
	2,5 m	220	240	260	300
	3,2 m	220	240	260	280
	>4 m	220	240	260	280
50 kN	2 m	260	280	300	320
	2,5 m	240	280	300	320
	3,2 m	240	260	280	300
	>4 m	240	260	280	300
60 kN	2 m	280	300	320	360
	2,5 m	260	300	320	360
	3,2 m	260	280	300	340
	>4 m	260	280	300	320
70 kN	2 m	300	320	360	450
	2,5 m	280	320	340	400
	3,2 m	280	300	340	400
	>4 m	280	300	320	400 +
80 kN	2,5 m	300	340	400	500 +
	3,2 m	300	320	360	500 +
	4 m	300	320	360	500 +
	>4,6 m	300	320	360	450 +
90 kN	2,5 m	320	360	450	650 +++
	3,2 m	300	360	400	650 +++
	>4 m	300	340	400	600 +++
100 kN	2,5 m	340	400	500	900 +++
	>3,2 m	320	400	450	900 +++
110 kN	2,9 m	360	450	550 +	-
	>4 m	360	400	550 +	-
120 kN	2,9 m	400	450	700 ++	-
	>4 m	400	450	700 +++	-
130 kN	2,9 m	400	500	900 +++	-
	>4 m	400	500	900 +++	-
140 kN	2,9 m	450	550	-	-
	>4 m	450	550	-	-
150 kN	>3,2 m	500	650 +	-	-
160 kN	>3,2 m	500	800 ++	-	-
170 kN	>3,2 m	550	900 ++	-	-
180 kN	>3,2 m	600	-	-	-
190 kN	>3,2 m	650	Zweifeldträger		
200 kN	>3,2 m	700			

Tabelle 5. Auswahl der HEB-Profilgröße für einen durch zwei gleiche Laufkrane befahrenen Zweifeldträger

Radlast R	Radstand	l=5 m	l=6 m	l=7 m	l=8 m
10 kN	1,6 m	180 *	200 *	220 *	240 *
	2 m	160	180 *	220 **	240 **
	2,5 m	160 *	180 *	200 *	220 *
	3,2 m	160 *	180 *	200 *	220 *
15 kN	1,6 m	180	220 *	240 *	260 *
	2 m	180	200	240 *	260 **
	2,5 m	180	200 *	220 *	240 *
	3,2 m	180 *	200 *	220 *	240 *
20 kN	1,6 m	200	240 *	260 *	280 *
	2 m	200	220	260 *	280 *
	2,5 m	200	220 *	240 *	260 *
	3,2 m	200 *	220 *	240 *	260 *
25 kN	1,6 m	220	240	280 *	300 *
	2 m	220	240	260	300*
	2,5 m	200	220	260 *	280 *
	3,2 m	200	220	240	280 *
	3,8 m	200	220	240	260
30 kN	1,6 m	220	260	300 *	320 *
	2 m	220	240	280	300
	2,5 m	220	240	260	300 *
	3,2 m	220	240	260	280
	4 m	220	240	260	280
35 kN	1,6 m	240	260	300	320
	2 m	240	260	300 *	320 *
	2,5 m	240	260	280	320 *
	3,2 m	240	260	280	300
	>4 m	220	240	260	300
40 kN	1,6 m	260	280	320 *	340
	2 m	240	280	300	340
	2,5 m	240	280	300	320
	3,2 m	240	260	300	300
	>4 m	240	260	280	300
50 kN	2 m	280	300	340	400
	2,5 m	260	300	320	360
	3,2 m	260	300	320	360
	>4 m	260	280	300	340
60 kN	2 m	300	320	400	450
	2,5 m	280	320	360	450
	3,2 m	280	320	360	400
	>4 m	280	300	340	400
70 kN	2 m	300	360	450	500
	2,5 m	300	360	400	500
	3,2 m	300	340	400	450
	>4 m	300	340	400	450
80 kN	2,5 m	320	400	450	550
	3,2 m	320	400	450	550
	4 m	320	360	450	550 +
	4,6 m	320	360	450	550 +
90 kN	2,5 m	360	450	500	800 +++
	3,2 m	340	450	500	800 +++
	>4 m	340	400	500	800 +++
100 kN	2,5 m	400	500	600	1000++
	>3,2 m	360	450	550	1000++
110 kN	2,9 m	400	500	650	-
	>4 m	400	500	650	-
120 kN	2,9 m	450	550	900 +++	-
	>4 m	450	550	900 +++	-
130 kN	2,9 m	500	600	1000 ++	-
	>4 m	500	600	1000 ++	-
140 kN	2,9 m	500	700	-	-
	>4 m	500	650	-	-
150 kN	> 3,2 m	550	700	-	-
160 kN	> 3,2 m	600	800	-	-
170 kN	> 3,2 m	650	900	-	-
180 kN	> 3,2 m	700	-	-	-
190 kN	> 3,2 m	800	2 Kranbrücken		
200 kN	> 3,2 m	800			

Gleichzeitige Befahrung durch 2 gleiche Kranbrücken

Wenn ein Kranbahnträger durch zwei gleiche Kranbrücken befahren wird (Bild 4), brauchen im Regelfall nur die Horizontallasten eines der beiden Krane berücksichtigt werden. Außerdem darf der zweite Kran mit dem zur Hubklasse H1 gehörigen niedrigeren Schwingbeiwert berücksichtigt werden. Gegenüber der Befahrungssituation mit nur einer Kranbrücke müssen die Profile natürlich verstärkt werden, und zwar um so mehr, je größer die Feldweite der Kranbahn und je größer die Radlasten sind. Bemessungstabelle 5 zeigt die notwendigen Profilgrößen HEB für einen mit zwei gleichen zweiachsigen Kränen beanspruchten zwei-feldrigen Kranbahnträger. In Tab. 6 werden die Daten aus den Bemessungstabellen 4 und 5 verglichen: für jede Gruppe von Parameterkombinationen ist angegeben, um wieviele Stufen das HEB-Profil durchschnittlich verstärkt werden muß.

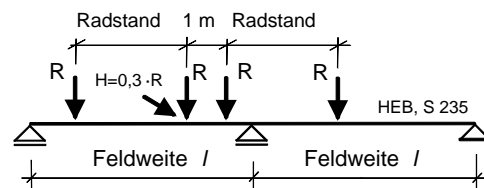


Bild 4 Kranbahnträger von 2 Kranbrücken befahren

2 gleiche Kranbrücken Radlast R	Spannweite l			
	5m	6m	7m	8m
10 – 25 kN	0,6	0,8	1,2	1,5
30 – 40 kN	0,7	0,9	1,5	1,5
50 – 80 kN	0,9	1,6	2,0	1,9
90 – 140 kN	1,6	1,8	1,8	1,8
150 – 200 kN	1,7	-	-	-

Tab. 6 Durchschnittlich erforderliche Erhöhung der Profilgröße bei Befahrung durch zwei anstelle einer Kranbrücke (Angaben in Profilstufen)

4. Wege zu einer noch wirtschaftlicheren Trägerbemessung

Im Folgenden werden verschiedene Einflüsse auf die Bemessung von Kranbahnträgern an Hand der Profilreihe HEB untersucht. Dazu wird jeweils das gesamte in Tab. 4 dargestellte Parameterfeld unter Berücksichtigung der Änderung der gerade untersuchten Einflußgröße neu berechnet. Die Ergebnisse werden statistisch ausgewertet und – wie bereits oben in Tab. 6 – in Fallgruppen zusammengefaßt dargestellt. Angegeben ist jeweils, um wieviele Stufen das HEB-Profil im Durchschnitt reduziert werden darf. Die Durchschnittswerte beziehen sich auf die Gesamtheit der entsprechenden Bemessungsfälle in Tabelle 4. Sie lassen zwar keinen Rückschluß auf den Einzelfall zu, als Trendaussagen sind sie aber sehr **nützlich**. In einer Tabelle eine durchschnittliche Reduktion um 3,0 Profilstufen angegeben, so kann z.B. ausgehend von einem Profil HEB 450 (angegeben in Tab. 4) eine Reduktion auf HEB 360 erwartet werden.

4.1 Einfeldträger oder Mehrfeldträger?

Eine Kranbahn über zwölf Felder könnte aus 12 Einfeldträgern, 6 Zweifeldträgern, 4 Dreifeldträgern oder drei Vierfeldträgern zusammengesetzt werden. Vergleicht man die maximalen Biegemomente von ein-, zwei-, drei- und vierfeldrigen Kranbahnträgern mit jeweils gleichen Auflagerabständen, so stellt man fest, daß die maximalen Momente der Mehrfeldträger nur gering voneinander abweichen, während der Einfeld-

träger deutlich höhere Momente aufweist (siehe auch [8]). Der Zweifeldträger, der meist noch aus einem Teil gefertigt werden kann, ohne daß ein biegesteifer Stoß nötig wäre, stellt daher für die meisten Fälle eine besonders wirtschaftliche Lösung dar.

Wie groß sind die möglichen Einsparungen, wenn anstelle eines Einfeldträgers ein Zweifeldträger gewählt wird? Tab. 7 zeigt die aus dem Vergleich von Tab. 3 und Tab. 4 berechneten durchschnittlichen Einsparungen. In den meisten Fällen kann um eine Profilstufe reduziert werden. Wenn aber für einen Einfeldträger die horizontale Durchbiegungsbeschränkung querschnittsbestimmend ist, sind mit einem Zweifeldträger auch Profilreduzierungen um mehrere Stufen möglich.

Einfeld- / Zweifeldträger Radlast R	Spannweite l			
	5m	6m	7m	8m
10 – 25 kN	0,8	0,9	1,2	1,5
30 – 40 kN	0,6	0,8	1,3	1,5
50 – 80 kN	0,8	1,2	2,0	3,8
90 – 140 kN	1,7	3,0	6,7	-
150 – 200 kN	3,0	-	-	-

Tab. 7 Durchschnittl. mögliche Reduzierung der Profilgröße: Zweifeldträger gegenüber Einfeldträger (Angaben in Profilstufen)

4.2 Werkstoff S 355 anstelle S 235

Ist es wirtschaftlich, den höherwertigen Werkstoff S 355 zu verwenden? Zur Beantwortung dieser Frage wurde Tabelle 4 (Zweifeldträger, ein Kran) unter der Annahme neu berechnet, daß anstelle S 235 der Stahl S355 eingesetzt wird. Tab. 8 gibt an, um wieviele Stufen die Profilgröße durchschnittlich reduziert werden kann. In allen Fällen, in denen die Durchbiegungsbegrenzung ($l/600$ horizontal und vertikal) gegenüber dem Spannungsnachweis maßgebend ist, bringt der höherwertige Stahl natürlich keinen Vorteil. Je höher aber die Radlasten und je geringer die Spannweiten, desto lohnender ist der Einsatz von S 355 anstelle S 235. Bei größeren Spannweiten nimmt der Einsparungseffekt wieder ab, da häufiger die Durchbiegungsbegrenzungen maßgebend werden.

S 235 / S 355 Radlast R	Spannweite l			
	5m	6m	7m	8m
10 – 25 kN	0	0	0	0
30 – 40 kN	0,2	0,1	0,1	0
50 – 80 kN	1,1	0,8	0,5	0,1
90 – 140 kN	2,9	1,4	0	0
150 – 200 kN	3,2	0	-	-

Tab. 8 Durchschnittlich mögliche Reduzierung der Profilgröße bei Stahl S 355 anstelle S 235 (Angaben in Profilstufen)

4.3 Geringere Horizontallasten durch Seitenführungsrollen

Seitenführungsrollen erfordern zusätzlichen finanziellen Aufwand gegenüber der einfacheren Seitenführung über Spurkränze. Den höheren Kosten stehen mögliche Einsparungen beim Kranbahnträger gegenüber: Seitenführungsrollen verursachen erheblich geringere Schräglaufrkräfte, deshalb kann die Profilgröße reduziert werden. In welchen Fällen ist es wirtschaftlich, Seitenführungsrollen einzusetzen? Zur Beantwortung dieser Frage wurden alle Fälle aus Tabelle 4 (Zweifeldträger, $H = 0,3 * R$) unter der Annahme neu berechnet, daß die Horizontallasten um 40% auf $H = 0,18 * R$ reduziert sind (Bild 5). Ob sich durch den Einsatz von Seitenführungsrollen tatsächlich 40% geringere Horizontallasten ergeben, muß natürlich in

jedem Einzelfall geprüft werden. Tab. 9 gibt an, um wieviele Stufen das HEB-Profil durchschnittlich reduziert werden kann.

Bei kleinen Radlasten bis ca. 40 kN sind höchstens geringe Profilreduzierungen möglich: Da die vertikale Durchbiegungsbeschränkung oft maßgebend ist, wirkt sich eine Verminderung der Horizontallasten auf die Profilwahl kaum aus. Massive Einsparungen sind bei großen Radlasten und großen Spannweiten möglich. Extreme Profilreduzierungen wie z.B. um durchschnittlich mehr als 6 Profilstufen bei Radlasten von 90 – 140 kN und einer Spannweite von 8m sind mit der Empfindlichkeit der horizontalen Durchbiegung und der Spannungen hoher Walzprofile gegenüber den Horizontallasten zu erklären.

Der durch Radlasten und Spannweiten beschriebene Anwendungsbereich von Walzprofilen (siehe Tab. 4) läßt sich deutlich erweitern, wenn die Horizontallasten durch Spurführungsrollen reduziert werden.

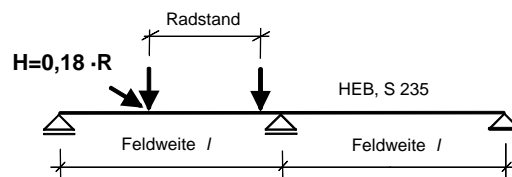


Bild 5: Kranbahnträger mit reduzierter Horizontallast

40% geringere H-Last Radlast R	Spannweite l			
	5m	6m	7m	8m
10 – 25 kN	0,2	0,1	0,0	0,0
30 – 40 kN	0,8	0,5	0,2	0,1
50 – 80 kN	1,0	1,1	1,4	1,9
90 – 140 kN	2,1	2,4	4,4	6,8
150 – 200 kN	3,2	6,3	5,5	-

Tab. 9 Durchschnittlich mögliche Reduzierung der Profilgröße bei 40% geringeren Horizontallasten (Angabe in Profilstufen)

Ob die Reduzierung der Horizontallasten mit Hilfe von Seitenführungsrollen wirtschaftlich zweckmäßig ist, hängt besonders von der Höhe der Radlasten ab: Je höher die Radlast, desto größer sind die beim Einsatz von Seitenführungsrollen zu erwartenden Einsparungen. Nehmen wir einmal an, daß einfachste Seitenführungsrollen-Systeme für ca. 500 € pro Kran erhältlich wären. Bei einem angenommenen Kilo-Preis des Stahls von 0,5 € können sich Seitenführungsrollen u.U. ab einer Materialersparnis von 1000 kg lohnen. Eine Profilreduzierung z.B. von HEB400 auf HEB360 bringt bei einer Kranbahnlänge von 30 m eine Materialersparnis von 780 kg (zusammen für beide Kranbahnträger). Bei einer Reduzierung von HEB400 auf HEB340 werden 1260 kg Stahl weniger gebraucht. Je länger die Kranbahn und je stärker die Profilreduzierung, desto lohnender ist der Einsatz von Seitenführungsrollen.

Hinweis: Wenn eine alte, bisher von einem Laufkran mit Spurkränzen befahrene Kranbahn durch einen neuen Laufkran mit höherer Hublast beansprucht werden soll, kann durch den Einsatz von Seitenführungsrollen u.U. eine sonst notwendige Verstärkung der Kranbahn vermieden werden.

4.4 Angeschweißte Flachstahlschiene wird als mittragend berücksichtigt

Flachstahlschienen, die schubfest mit dem Kranbahnträger verbunden sind, können (müssen aber nicht) als statisch mittragend berücksichtigt werden. Als Schienenschweißnaht wird i.d.R. eine durchlaufende Doppelkehlnaht vorgesehen. A-Schienen könnten zwar grundsätzlich auch angeschweißt werden, dies ist jedoch unüblich, da dann einen problemloser Schienenaustausch nicht mehr möglich wäre.

Während im Normalfall die Schienenkehlnaht nur hinsichtlich der Lasteinleitungsspannungen nachzuweisen ist, muß im Fall der mittragenden Schiene gezeigt werden, daß die Spannungen aus globaler Biegetragwirkung ebenfalls ertragen werden können.

Welche Materialersparnis durch eine mittragende Flachstahlschiene $b/h = 5\text{cm}/3\text{cm}$ (Maße der nicht abgenutzten Schiene) möglich wird, zeigt Tab. 10. Erkennbar sind die Fälle, in denen Einsparungen möglich sind, ziemlich gleichmäßig über das Parameterfeld verteilt. Zunächst überrascht, daß bei großen Trägern der Effekt noch so deutlich sichtbar ist, obwohl die Querschnittsfläche der Schiene bezogen auf die Gesamtquerschnittsfläche ja nicht sehr groß ist. Der Steiner-Anteil der Schiene und die Erhöhung der Torsionssteifigkeit führen aber auch bei großen Trägern zu entsprechenden Spannungsverminderungen.

Wenn eine Flachstahlschiene als mittragend gerechnet wurde, können sich allerdings z.B. bei einem späteren Tausch der Flachstahlschiene gegen eine geklemmte Typ-A Schiene Probleme ergeben, weshalb die statische Berücksichtigung der Schiene nicht uneingeschränkt empfohlen werden kann.

Mittragende Schiene Radlast R	Spannweite l			
	5m	6m	7m	8m
10 – 25 kN	0,6	0,6	0,5	0,4
30 – 40 kN	0,6	0,5	0,3	0,4
50 – 80 kN	0,8	0,9	0,7	0,5
90 – 140 kN	1,0	0,9	0,4	0,9
150 – 200 kN	0,8	0,8	-	-

Tab. 10 Durchschnittlich mögliche Reduzierung der Profilgröße infolge mittragender Flachstahlschiene (Angaben in Profilstufen)

4.5 Gebrauchstauglichkeit: höhere Durchbiegungen zulassen

Aus Tab. 3 und 4 wird deutlich, daß die Durchbiegungsbeschränkung auf $l/600$ (siehe EC3 – T6, [5]) in vielen Fällen querschnittsbestimmend wird. Mildert man die Forderung auf $l/500$ ab, so ergeben sich die in Tab. 11 dargestellten durchschnittlichen Einsparungen. Die Einsparungen bei Radlasten bis 40 kN gehen auf das Konto der vertikalen Durchbiegung, während die Einsparungen bei höheren Radlasten auf die Vergrößerung der zulässigen horizontalen Durchbiegung zurückzuführen sind. Leere Tabellenzellen stehen für Parameterkombinationen, für die die Durchbiegungsbeschränkungen nicht maßgebend waren. Tab. 11 zeigt, daß in vielen Fällen deutliche Materialeinsparungen möglich sind, wenn höhere Durchbiegungen zugelassen werden. Bei zu großen horizontalen Verformungen entstehen jedoch infolge des höheren Verschleißes von Rad und Schiene beim Kranbetrieb höhere Kosten. Die Entscheidung, Durchbiegungen größer als $l/500$ zuzulassen, sollte mit dem Hersteller des Laufkrans abgesprochen werden.

max. Durchbiegung $l/500$ Radlast R	Spannweite l			
	5m	6m	7m	8m
10 – 25 kN	1,0	0,9	0,5	0,4
30 – 40 kN			1,0	0,8
50 – 80 kN				1,0
90 – 140 kN			2,7	2,6
150 – 200 kN		2,0	-	-

Tab. 11 Durchschnittlich mögliche Reduzierung der Profilgröße bei Entschärfung der Durchbiegungsbeschränkung von $l/600$ auf $l/500$ (Angaben in Profilstufen)

4.6 Bemessung elastisch – plastisch

Welche Einsparungen sind möglich, wenn der Kranbahnträger nicht mit dem „normalen“ Spannungs- bzw. BDK-Nachweis elastisch – elastisch (el.-el.) nachgewiesen wird, sondern das Nachweisverfahren elastisch – plastisch (el.-pl.) angewandt wird? Die Ausnutzung plastischer Reserven ist gemäß DIN 4132, Kap. 4.1.1 möglich, wenn zusätzlich nachgewiesen wird, daß die Spannungen im Gebrauchslastzustand die Fließgrenze nicht überschreiten. Der Nachweis besteht für doppelsymmetrische I–Profile im Regelfall aus folgenden Schritten:

- Nachweis: $(b/t) < \text{grenz}(b/t)$ nach DIN 18800-1, Tab. 15 (DIN 18800-2 El.119)
- plastische Formbeiwerte $\alpha_{pl,y}$ und $\alpha_{pl,z}$ berechnen und auf 1,25 begrenzen (DIN 18800-2 El.123)
- Vorverformungen dürfen nicht mehr gemäß DIN 18800-2 El.201 auf 2/3 reduziert werden.
- Schnittgrößen im Momentenmaximum im Feld infolge Einwirkungskombination $1,35*(g + R + H)$ bestimmen
- Nachweis mit Interaktionsbeziehung $f = \frac{M_z}{M_{pl,z,d}} + \left(\frac{M_y}{M_{pl,y,d}} \right)^{2,3} + \frac{M_\omega}{M_{pl,\omega,d}} \leq 1$ (1)
(für doppelsymmetrische Kranbahnträger mit $N = 0$; $\frac{V_z}{V_{pl,z}} \leq 0,33$; $\frac{V_y}{V_{pl,y}} \leq 0,25$)
- Spannungen an der Flanschoberkante im Momentenmaximum unter Gebrauchslasten in der Einwirkungskombination $1,35*(g + R + H)$ berechnen und nachweisen, daß sie nicht die Fließgrenze überschreiten (DIN 4132, Kap. 4.1.1).

Wird der BDK-Nachweis nach dem Verfahren el.-pl. geführt, werden natürlich der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und die Betriebsfestigkeitsuntersuchung (BFU) grenzwertiger. Führt man die beiden letztgenannten Nachweise aber sorgfältig aus, gibt es keinen Grund, auf die Bemessung el.-pl. bei Kranbahnen zu verzichten.

Tab. 12 vermittelt einen Eindruck des Einsparpotentials: Angegeben ist, um wieviele Stufen die Profilgröße im Durchschnitt reduziert werden kann, wenn statt des Verfahrens el.-el. der Nachweis el.-pl. gewählt wird. Während bei sehr kleinen Radlasten und bei großen Radlasten und gleichzeitig großen Spannweiten wegen der in diesen Fällen häufig kritischen Durchbiegungsbeschränkung (siehe Tab. 4, Einträge mit „+“ oder „*“) das Nachweisverfahren el.-pl. keine Vorteile bringt, sind bei mittelgroßen und großen Radlasten bei gleichzeitig kleineren Spannweiten deutliche Einsparungen um bis zu drei Profilstufen möglich.

Welcher der Teilnachweise war bei der Bemessung el.-pl. jeweils maßgebend? Interessanterweise war in keinem der untersuchten Fälle die oben angegebene Interaktionsbedingung (1) kritisch. Die Begrenzung der Spannungen unter Gebrauchslasten auf die Fließgrenze war dagegen das entscheidende Kriterium. Darüber hinaus verhinderte häufig die Begrenzung der Durchbiegung die Wahl eines noch kleineren Profils.

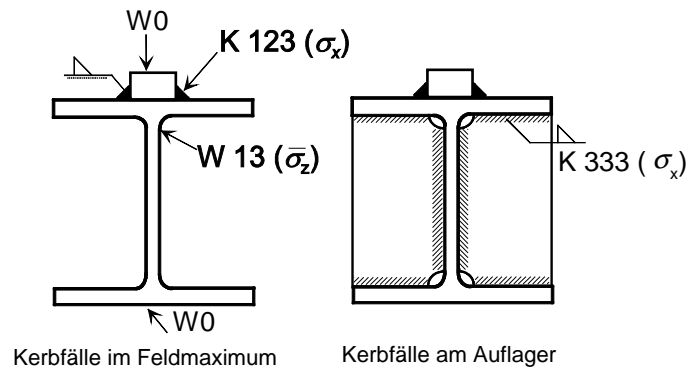


Bild 6 Typische Kerbfälle am Walzprofil – Kranbahnträger

elastisch-plastisch Radlast R	Spannweite l			
	5m	6m	7m	8m
10 – 25 kN	0,0	0,0	0,0	0,0
30 – 40 kN	0,2	0,1	0,1	0,0
50 – 80 kN	1,1	0,8	0,5	0,1
90 – 140 kN	2,2	1,6	0,1	0,0
150 – 200 kN	2,8	0,0	-	-

Tab. 12 Durchschnittlich mögliche Reduzierung der Profilgröße bei Bemessung el.-pl. anstelle el.-el. (Angaben in Profilstufen)

Die Betriebsfestigkeitsuntersuchung (BFU) war übrigens in keinem der untersuchten Fälle grenzwertig. Wegen des milden Kerbfalls K1 an der Stelle der maximalen Beanspruchung an der Flanschoberkante und dem mäßig starken Kerbfall K3 am nicht so hoch beanspruchten Mittelaullager für die Schweißnaht Steife/Flansch (Bild 6) würden sich in dem hier untersuchten Fall sogar dieselben Profilgrößen ergeben, wenn die Beanspruchungsgruppe des Krans nicht B3, sondern B6 wäre! Schlimmere Kerbfälle, z.B. eine unterbrochen angeschweißten Schiene (K4) würden bei einem in höhere Beanspruchungsgruppen eingeordneten Kran natürlich dazu führen, daß die Betriebsfestigkeitsuntersuchung querschnittsdimensionierend ist.

4.7 Sollten sämtliche Einsparpotentiale beim Entwurf von Kranbahnträgern ausgeschöpft werden?

Alle dargestellten Einsparungspotentiale sind mit den derzeit gültigen Normen vereinbar. Ihre Ausschöpfung ist sicherlich wirtschaftlich sinnvoll. Da man sich mit einem solchermaßen optimierten Kranbahnträgerentwurf jedoch näher an die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit herantastet, müssen Fehler in Berechnung und Bemessung besonders sorgfältig vermieden werden. Insbesondere sollte auf folgendes geachtet werden:

- Die ungünstigste Position der Radlasten mit den maximalen Normalspannungen ist unbedingt zu finden.
- Die ungünstigste Einwirkungskombination von Eigengewichten, Vertikal- und Horizontallasten ist für jeden Nachweis speziell zu ermitteln.
- Als Biegesteifigkeit für die im Rahmen der Theorie II. Ordnung erforderlichen Verformungsberechnungen ist der Bemessungswert $EI_d = EI_k / \gamma_M$ zu berücksichtigen.
- Das Torsionsmoment der am Obergurt angreifenden Horizontallast H bezogen auf den Schubmittelpunkt muß zahlen- und vorzeichenmäßig korrekt berücksichtigt werden.

- Der Biegedrillknicknachweis kann nicht ohne weiteres nach dem Ersatzträgerverfahren geführt werden, da in der Nachweisformel Gl.30 aus DIN 18800 T2 die Torsion nicht berücksichtigt ist. Der BDK-Nachweis ist deshalb als Spannungsnachweis unter Berücksichtigung von Ersatzimperfektionen und Effekten aus Wölbkrafttorsion Theorie II.Ordnung zu führen.
- Kranbahnträger-Auflager sind konstruktiv als Gabellager auszubilden, damit die dem BDK-Nachweis zugrunde liegenden Annahmen auch tatsächlich gegeben sind.

Die Ausschöpfung aller Einsparungspotentiale sei demjenigen vorbehaltlos empfohlen, der ausreichend vertraut ist mit dem nicht immer ganz einfachen Tragverhalten von Kranbahnträgern.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die wirtschaftliche Bemessung von Kranbahnträger-Walzprofilen beginnt mit der Auswahl der am besten geeigneten Profilreihe. Im allgemeinen sind dies entweder HEA- oder HEB Profile. HEM Profile kommen nur bei hohen Radlasten in Frage, wenn ein eigentlich mit geringerem Materialaufwand realisierbares Schweißprofil vermieden werden soll.

Für drei Standardfälle (Einfeldträger, Zweifeldträger, Zweifeldträger mit 2 Kranen) wurden Tafeln erstellt, die eine auf der sicheren Seite liegende Abschätzung der erforderlichen HEB-Profilgröße erlauben.

Verschiedene Einsparungsmöglichkeiten für Kranbahnträger wurden aufgezeigt:

- Der Einsatz von S 355 anstelle S 235 lohnt sich besonders bei großen Radlasten und gleichzeitig kleinen Spannweiten
- Der Einsatz von Seitenführungsrollen und die dadurch mögliche Reduzierung der Horizontallasten lohnt besonders bei hohen Radlasten.
- Die statische Berücksichtigung der angeschweißten Flachstahlschiene ermöglicht in zwei Drittel aller Fälle die Reduktion der Profilgröße um eine Stufe.
- Die Entschärfung der Durchbiegungsbegrenzung von $l/600$ auf $l/500$ führt bei sehr kleinen oder großen Radlasten und gleichzeitig großen Spannweiten zu kleineren Profilen.
- Wenn der Biegedrillknicknachweis als Spannungsnachweis nach Theorie II. Ordnung mit dem Verfahren elastisch-plastisch anstelle elastisch-elastisch durchgeführt wird, können besonders bei großen Radlasten und gleichzeitig kleinen Spannweiten Einsparungen realisiert werden.

Noch offen ist die Frage, in welchen Fällen Schweißprofile wirtschaftlicher als Walzprofile sind. In einem weiteren Beitrag, der demnächst in dieser Zeitschrift erscheint, wird die Tragfähigkeit von Walzprofilen mit denen von Schweißprofilen verglichen. Außerdem wird untersucht, wie die Querschnitte gewichtsoptimierter Kranbahnträger-Schweißprofile aussehen.

Literatur

- [1] DIN 18800 Stahlbauten Teil 1 – Teil 3. Ausgabe 11/90.
- [2] DIN 4132 Kranbahnen. Ausgabe Februar 198.
- [3] Deutsches Institut für Bautechnik: Anpassungsrichtlinie Stahlbau. Ausgabe Dezember 1998.
- [4] DIN 1055 Teil 10: Einwirkungen infolge Krane und Maschinen. Entwurf Oktober 2000.
- [5] ENV 1993-6 (Eurocode 3, Teil 6): Kranbahnen. Entwurf 1999.
- [6] NAD zur Anwendung von DIN ENV 1993-6. Entwurf Februar 2000.

- [7] Seeßelberg,C.: Zum neuen Tragsicherheitsnachweis von Kranbahnträgern nach Anpassungsrichtlinie Stahlbau und DIN 18800. Stahlbau 12 (1997), S. 830-839.
- [8] Seeßelberg,C.: Aktuelle Berechnungs- und Nachweisverfahren für Kranbahnträger. Tagungsband des Aktuellen Stahlbauseminars Siegen 1999.
- [9] Seeßelberg,C.: Kranbahnen nach DIN 4132 und DIN 18800. Schneider Bautabellen, 14. Auflage, Kap. 8C, S.8.96ff. Düsseldorf: Werner Verlag 2000.
- [10] Thiele,A. und Lohse,W.: Stahlhochbau Teil 2, Kap. 4 und 5. Stuttgart: Teubner Verlag 2000.
- [11] Osterrieder, P., Richter, S.: Kranbahnträger aus Walzprofilen. Braunschweig,Wiesbaden: Vieweg Verlag 1999.
- [12] Petersen, C.: Stahlbau, Kap. 21. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag 1994.
- [13] Seeßelberg, C. und Steigenberger, C.: BEM10 – Programm zur Berechnung von Kranbahnträgern, Version 2.4.2. Dortmund: LSS Entwicklungs- und Vertriebs-GmbH & Co.KG 2001.
- [14] Feist, A.: Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Kranbahnträgern. Diplomarbeit FH München 2000.
- [15] Ratiu, R.: Parameteruntersuchungen an Kranbahnträgern. Diplomarbeit FH München 2001.
- [16] Meister,J., Reichwald, R.: Überlegungen zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit von Kranbahnen und Kranbahnunterstützungen (Teil I). Stahlbau 71 (2002), S. 212-220.

Autor:

Prof. Dr.-Ing. Christoph Seeßelberg, Fachhochschule München, FB 02 - Studiengang Stahlbau, Karlstraße 6, 80333 München, E-Mail: seesselberg@stahlbaustudium.de; <http://www.stahlbaustudium.de>