

Probekapitel

Stahltragwerke im Industriebau

Autoren: Hartmut Pasternak, Hans-Ulrich Hoch, Dieter Füg

Copyright © 2010 Ernst & Sohn, Berlin

ISBN: 978-3-433-01849-1

Hartmut Pasternak, Hans-Ullrich Hoch, Dieter Füg



Stahltragwerke im Industriebau

 Ernst & Sohn
A WILEY COMPANY

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de

 Ernst & Sohn
A WILEY COMPANY

6 Tragwerke von Industriebrücken (Rohrleitungs- und Bandbrücken)

6.1 Funktion, Systeme, technologische Ausrüstung, Trassierung

Industriebrücken (Rohrleitungs- und Bandbrücken) dienen zur Förderung von Industriegütern zwischen verschiedenen Betrieben bzw. zwischen verschiedenen Betriebsteilen innerhalb eines Betriebes.

6.1.1 Rohrleitungsbrücken

Rohrleitungsbrücken kommen hauptsächlich zur Anwendung, wenn gasförmige, flüssige oder feinkörnige feste Stoffe transportiert werden sollen. Tabelle 6.1 zeigt eine Auswahl verschiedenen Fördergutes. Rohrleitungsbrücken haben die Aufgabe, die technologische Funktion dieser auf ihnen angeordneten Rohrleitungen einschließlich der Bedien- und Regeleinrichtungen zu sichern. Sie sind ortsfeste Tragwerke zur Unterstützung von Rohrleitungen und erlauben deren Überführung über natürliche Hindernisse, Verkehrswege und Bauten. Durch die Verlegung von Rohrleitungen auf speziellen Industriebrücken ergeben sich folgende Vorteile:

- Unterbringung verschiedener Leitungen,
- gute Zugänglichkeit, Überwachung und Wartung,
- verhältnismäßig einfache Erweiterung und Änderung,
- Nutzung des Raumes unter den Brücken,
- andere Installationsleitungen (z. B. Kabel) können mitgeführt werden.

Tabelle 6.1 Fördergut in Rohrleitungen [6.23]

Fördergut	Förderung durch	Besonderheiten	Beispiele
Gase	Überdruck	z. T. giftig, explosiv	Wasserstoff, Sauerstoff, Azetylen
Luft	Überdruck	–	Ansaugluft, Druckluft
Dampf	Überdruck	hohe Temperatur	–
Wasser	Pumpen	–	Wasser, Abwasser
teigige und flüssige Produkte	Pumpen	–	Teer, Öl, Benzin, Gas
Lösungsmittel	Pumpen	explosiv	Benzol, Methanol
Säuren, Laugen	Pumpen	z. T. aggressiv	Schwefelsäure, Natronlauge
feinkörnige feste Stoffe	pneumatisch	z. T. explosiv	Kohlenstaub

Hinsichtlich der statischen Systeme für Rohrleitungsbrücken wird unterschieden zwischen Brücken, auf denen die zu überführenden Rohre aufliegen, und solchen, bei denen die Rohre in die Tragwirkung einbezogen werden (selbsttragende Rohrleitungen) (Bild 6.1). Während die Systeme h) bis j) geeignet sind, einzelne Rohre zu überführen, dienen die Systeme a) bis g) der Unterstützung einer vielfachen Anzahl von Rohrleitungen (Bild 6.2).

Die Anzahl der auf einer Rohrbrücke untergebrachten Rohre schwankt zwischen 1 und etwa 40. Ausschlaggebend ist die Art des Betriebes. Die Anzahl ändert sich durch Zu- und Abgänge innerhalb des Gesamtstranges. Für die Anordnung der Rohre sind betriebstechnische Erfordernisse, wie z. B. Fördergut, Bedienung und Wartung, Zugänglichkeit, Dehnungsausgleicher, gleichmäßige Brückenbelastung, Abzweigungen und Kreuzungen, bestimmend. Zur grundsätzlichen Anordnung werden in [6.23] die in Tabelle 6.2 dargestellten Empfehlungen gegeben. Bei der Planung sind, außer der Anzahl der Rohrleitungen, weitere Überführungen zu beachten. Folgende Kriterien sind zu berücksichtigen:

- in der Regel Anordnung von Laufstegen für Reparaturarbeiten,
- Anordnung und Überführung von weiteren Leitungen (Kabel usw.),
- Platzreserven für spätere Erweiterungen.

Tabelle 6.2 Prinzipielle Anordnungen von Rohren in Brückenquerschnitten

Leitungsart	Anordnung		
	Geschoss	Lagerung	Lage
Gas	oberes	liegend	innen
Dampf NW 400	oberes	liegend	außen
Dampf NW 500	unteres	liegend	außen
Kondensat	unteres	hängend	außen
N ₂	unteres	hängend	innen
Druckluft	unteres	hängend	innen
Schutzgas	unteres	hängend	innen
Wasser NW 150	unteres	hängend	außen
Wasser NW 200	unteres	liegend	innen
Produktleitung	unteres	hängend	außen innen oder zwischen den Geschossen

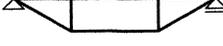
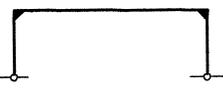
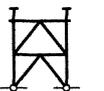
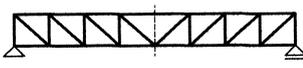
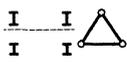
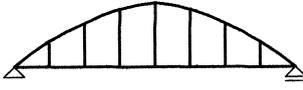
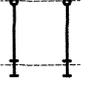
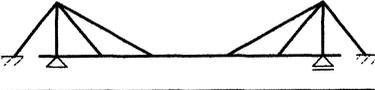
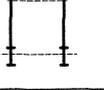
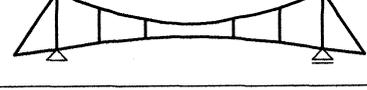
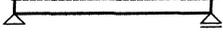
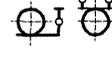
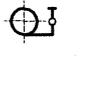
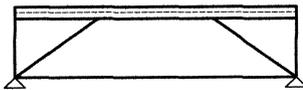
	System		Bezeichnung	Spannweite
a			Balken ohne u. mit Unterst.	bis ca. 24/30 m
b			Balken mit Unterspann.	bis ca. 30 m
c			Rahmen	bis ca. 30 m
d			Fachwerk	bis ca. 60 m
e			Stabbogen	bis ca. 100 m
f			Schrägseil-system	bis ca. 120 m
g			Hängebrücken	bis ca. 120 m
h			Rohrträger-system	bis zu 30 m
i			Rohrbogen	bis ca. 60 m
j			Sprengwerk	bis ca. 60 m

Bild 6.1 Beispiele für Rohrbrückensysteme
 a) bis g) Systeme zur Unterstützung der Rohre
 h) bis j) selbsttragende Systeme

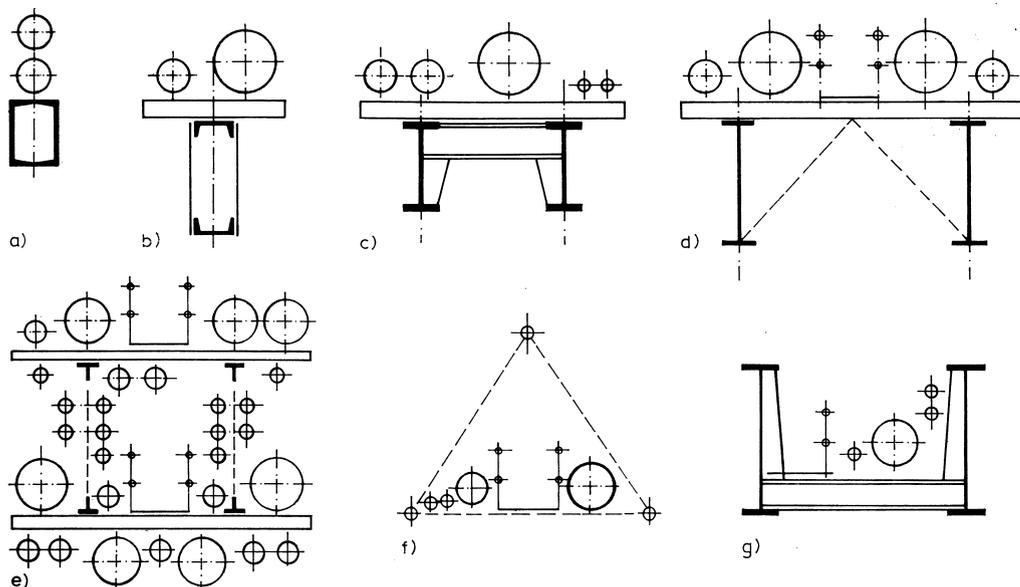


Bild 6.2 Beispiele für die Anordnung von Rohrleitungen im Brückenquerschnitt [6.23]
 a) Vollwandträger ohne Querträger
 b) Vollwandträger mit Querträger
 c) zwei Vollwandhauptträger ohne Laufgang
 d) zwei Vollwandhauptträger mit Laufgang
 e) Fachwerkhauptträger, zwei Querträrgeschosse
 f) Dreiecksträger
 g) Trogbücke

Rohre benötigen zur Wahrung der Trag- und Verformungssicherheit entsprechende Auflagerungen mit den verschiedensten Funktionen (Tabelle 6.3).

Der Abstand der Auflagerungen richtet sich nach der Rohrbelastung und der daraus resultierenden Bemessung. Als bemessungsrelevante Betriebsbedingungen sind zu beachten:

- Eigenlasten, Fülldruck, Außendruck, Winddruck, Temperatur, Zwängungen, Schnee.

Die Auflagerung erfolgt durch spezielle Konstruktionsdetails auf Längs- bzw. Querträgern der Brücken (Bild 6.3). Für Brücken aus selbsttragenden Leitungsrohren entspricht der Auflagerabstand der Brückenspannweite.

Tabelle 6.3 Sinnbilder und Benennung von Rohrleitungslagern [6.23]

Sinnbild	Benennung	Kurzzeichen	Sinnbild	Benennung	Kurzzeichen	Sinnbild	Benennung	Kurzzeichen
Für waagerechte Rohrleitungen								
	Gleitlager	Gl		Gleitlager, federnd	GlF		Aufhängung	AH
	Gleitlager, rollend, ohne Führung	GlR		Gleitlager, federnd, zwangsgeführt	GlFz		Aufhängung, federnd	AHF
	Gleitlager, zwangsgeführt	Glz		Haltepunkt, senkrecht zur Rohrachse gleitend	HP		Schraubbügel Führungsschelle	SB FS
	Gleitlager, rollend, mit Führung	GlRz		Haltepunkt, federnd	HPf			
	Gleitlager, zwangsgeführt, gegen Abheben gesichert	Glza		Festpunkt	FP			

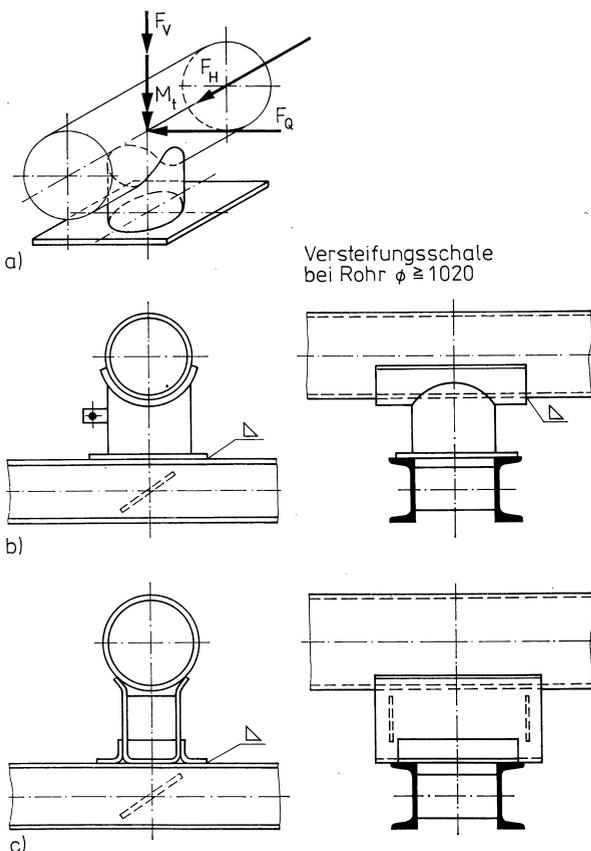


Bild 6.3 Beispiele für die Ausbildung von Rohrlagern [6.23]
a) Belastung des Festlagers, b) Festlager, c) Gleitlager

Für Rohrleitungen auf Brücken erfolgt die Auflagerung auf einem System von fest- und dazwischen liegenden Gleitlagern. Gleitlager sind erforderlich, um einen Dehnungsausgleich für die Längenänderungen aus Temperatur zu ermöglichen. Der Dehnungsausgleich erfolgt mit sogenannten Kompensatoren, die zwischen Festpunktlagern angeordnet werden (Bild 6.4).

Der Lagerabstand für die Rohrleitungen kann näherungsweise wie folgt bestimmt werden (Bild 6.5):

- nach der Tragsicherheit:

$$l = 2,9 \sqrt{\frac{f_{y,k,t} \cdot W}{(\sum q_i \cdot \gamma_F) \cdot \gamma_M}} \text{ (Einfeldträger)}$$

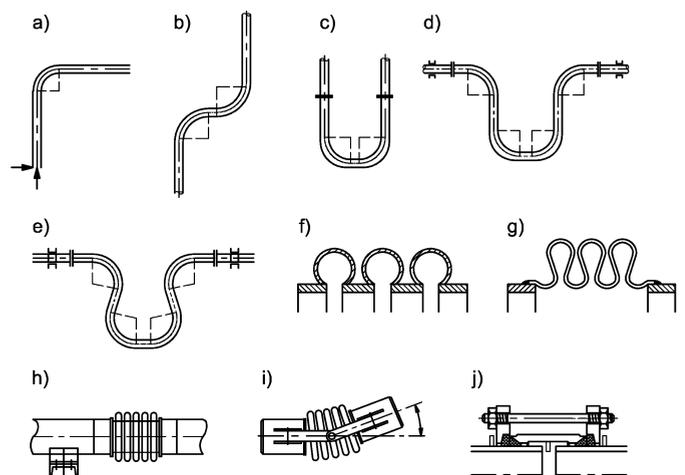


Bild 6.4 Beispiele für die Ausführung von Kompensatoren [6.23]
a) bis e) einfache Dehnungsausgleicher für kleinste Rohrdurchmesser (Winkel, Z-Form, U-Form, Lyrabogen)
f) bis j) Dehnungsausgleicher für größere Rohrdurchmesser (Bauprinzip Balgkompensatoren gerade und Gelenk, Gleitrohrkompensatoren)

$$l = 3,5 \sqrt{\frac{f_{y,k,t} \cdot W}{\left(\sum q_i \cdot \gamma_F\right) \cdot \gamma_M}} \quad (\text{Durchlaufträger})$$

– nach der Formänderung:

$$l = 2,96 \sqrt[4]{\frac{E_t \cdot I \cdot \text{grenzf}}{\sum q_i}} \quad (\text{Einfeldträger})$$

$$l = 4,40 \sqrt[4]{\frac{E_t \cdot I \cdot \text{grenzf}}{\sum q_i}} \quad (\text{Durchlaufträger})$$

- $f_{y,k,t}$ charakteristischer Wert der Fließgrenze unter Beachtung der Temperatur,
- $\sum q_i \cdot \gamma_F$ Kombination der Einwirkungen (Eigenlasten, Medium, Isolierung),
- $\gamma_F; \gamma_M$ Teilsicherheiten Lasten, Material,
- W, I, A charakteristische Querschnittskennwerte des Rohrquerschnitts,
- E_t charakteristischer Wert des Elastizitätsmoduls unter Beachtung der Temperaturbeeinflussung.

Für die zulässigen Stützweiten von Endfeldern gilt bei durchlaufenden Systemen $l_e \approx 0,8 \cdot l$. Die Rohrleitungsbemessung ist nicht Bestandteil dieses Kapitels.

Rohrleitungsbrücken werden in der Regel nicht überdacht, da die zu überführenden Medien durch Rohre und Isolierung ausreichend geschützt sind. Die Brücken sind jedoch dadurch in größerem Umfang als Bandbrücken der Korrosion ausgesetzt und benötigen einen ausreichenden Korrosionsschutz. Rohrleitungen erhalten kein oder – wenn es z. B. zur Entwässerung notwendig ist – ein sehr kleines Gefälle (0,1 bis 0,4%). Die Realisierung der Neigung erfolgt durch die Lagerung der Rohre. Die Rohrleitungsbrücken werden deshalb in der Regel ohne Gefälle ausgeführt und größere Höhenunterschiede durch Sprünge (Abtrepung, kurze schräge Überleitung) überwunden. Bei der Trassierung ist das Abzweigen von Stichrohrleitungen zu einzelnen Betriebs- oder Anlagenteilen zu beachten.

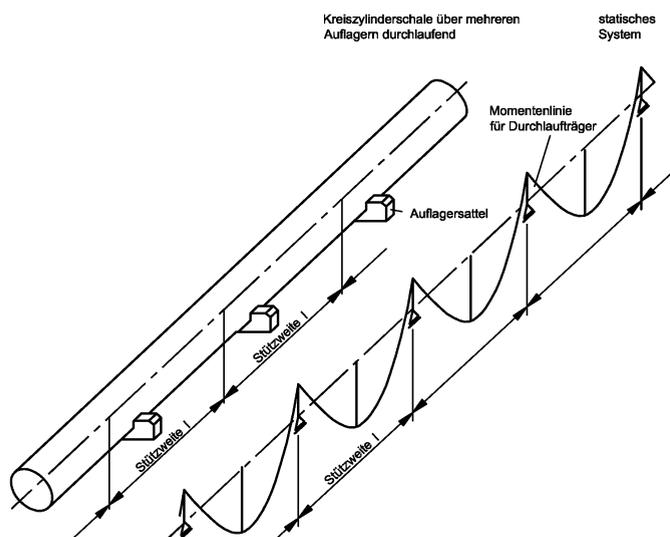


Bild 6.5 Ermittlung der Rohrstützweiten

6.1.2 Bandbrücken

Bandbrücken werden vorgesehen, wenn z. B. fein bis grobkörnige Materialien (Kies, Sand, Kohle, Holzschnitzel oder Ähnliches) zu überführen sind. Bandbrücken haben dabei die Aufgabe, die technologische Funktion der auf ihnen angeordneten Förderer einschließlich der Bedien- und Wartungseinrichtungen zu sichern. Sie sind ortsfeste Tragwerke zur Aufnahme von Band- oder Gliederbandförderern und der zugehörigen Laufgänge.

Bandanlagen sind gegenüber dem Transport mit Hilfe von Fahrzeugen wirtschaftlicher, wenn ein kontinuierlicher Bedarf von Rohstoffen oder Erzeugnissen an Sammel-, Lade- und Verarbeitungsstellen vorliegt. Dabei ist mithilfe der Bandbrücken sowohl eine horizontale als auch vertikale Förderung möglich. Auf Bandbrücken werden in der Regel Gurtbandförderer angeordnet. Seltener sind Trogkettenförderer, wobei diese unter Umständen innerhalb einer Bandanlage gemeinsam mit Gurtbandförderern verwendet werden. Bild 6.6 zeigt gebräuchliche Gurtbandförderer. Es kommen zwei Ausführungen zum Einsatz:

- mit *selbsttragendem Bandgerüst*, wobei die Befestigung durch direkte Verschraubung oder mittels Klemmleisten auf den Querträgern bzw. bei variabler Befestigung auf zusätzlichen Längsträgern erfolgt,
- ohne *selbsttragendes Bandgerüst*, d. h. die Tragrollen des Bandes sind direkt in die Stahlkonstruktion der Brücke eingebaut. Es werden allgemein Girlandenrollen verwendet, die an einem Profil verschraubt oder in Stahlseile eingehängt sind.

Wegen des robusten Förderbetriebes kommen für den Bandtransport nur stabile Tragsysteme zur Anwendung. Seiltragwerke als statische Tragsysteme sind nicht üblich. Bild 6.7 zeigt eine Auswahl von Systemen für Förderbandtransporte. Im Gegensatz zu Rohrbrücken, die wegen der Überführung der Medien in geschlossenen Rohrleitungen keinen besonderen Schutz durch Überdachungen benötigen, ist bei Bandbrücken vielfach eine geschlossene Ausführung erforderlich, um Förderer, Fördergut und Bedienungspersonal vor Witterungseinflüssen zu schützen.

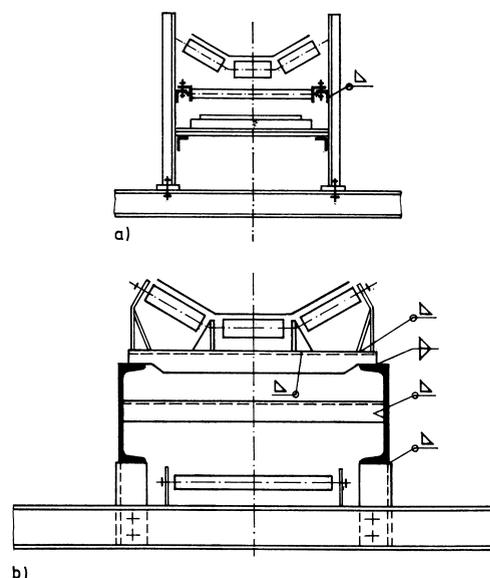


Bild 6.6 Gurtbandförderer [7.23]
 a) mit selbsttragendem Bandgerüst
 b) Girlandenrollen direkt in der Stahlkonstruktion

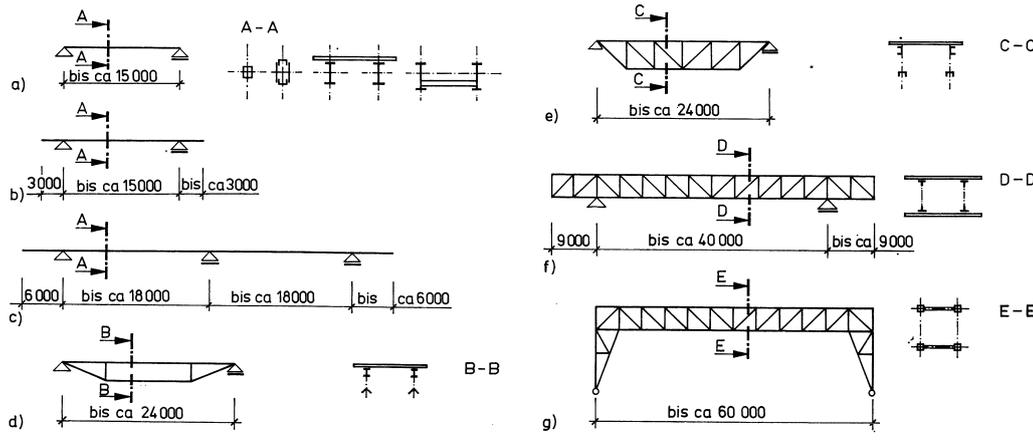


Bild 6.7 Statische Systeme von Hauptträgern mit bevorzugten Spannweiten [6.23]
 a) Vollwandträger ohne Kragarm
 b) Vollwandträger mit Kragarm
 c) Durchlaufträger
 d) unterspannter Träger
 e) Fachwerkträger ohne Kragarm
 f) Fachwerkträger mit Kragarm
 g) Zweigelenkrahmen

Auch bei Verschmutzungsgefahr für die Umgebung ist eine geschlossene Ausführung erforderlich.

Als geschlossen gilt eine Bandbrücke, wenn sie eine die Förderer und Laufgänge umhüllende Konstruktion aufweist. Eine offene Bandbrücke hat keine oder nur eine die Förderer umschließende Umhüllung (z. B. Abdeckhauben über dem Gurtbandförderer).

Ebenso wie bei Rohrleitungsbrücken gilt für die Trassierung von Bandbrücken aus wirtschaftlichen Gründen die Auswahl eines kurzen (wenn möglich des kürzesten) Weges zwischen den zu verbindenden Betrieben, Betriebsteilen und Anlagen. Aus verschiedenen Gründen, wie z. B. Geländeschwierigkeiten, Hindernisse, schlechte Gründungsverhältnisse, ungünstige Ansicht, Beachtung der Werksbebauung, ist meist ein gebrochener Leitungs- bzw. Bandweg erforderlich. Die Anordnung der Bandanlagen erfolgt dabei meist parallel sowie rechtwinklig zu Werkstraßen und Gleisen.

Mit Bandanlagen sind sowohl ebene Strecken als auch Höhenunterschiede zu überwinden. Innerhalb eines Brückenstranges können deshalb sowohl horizontal als auch in Längsrichtung geneigt liegende Brückenteile erforderlich werden. Da für die sichere Förderung des Gutes der Reibungswinkel eine bestimmte Größe ist, wird die mögliche Neigung in verhältnismäßig engen Grenzen gehalten. Im Allgemeinen gelten 24° als größte zulässige Neigung. Innerhalb von Bandbrückenanlagen können Richtungsänderungen erfolgen, d. h. der Winkel zwischen zwei Brückenachsen ändert sich. In größeren Anlagen werden Querbänder (Querbrücken) in entsprechendem Winkel zum Hauptband (Hauptbrücken) erforderlich.

6.2 Konstruktive Gestaltung

6.2.1 Aufbau der Gesamtbrücken

Der Aufbau eines Rohrleitungs- oder Bandbrückenstranges oder einer Anlage mit mehreren Strängen ist vielgestaltig. Er hängt vor allem von der Trassenführung, den zu überwindenden Höhenunterschieden, der technologischen Ausrüstung, den Anforderungen an Bedienung, Wartung und Schutz sowie der Art der Auf- und Übergabe des Fördergutes ab. Ein Brückenstrang besteht im typischen Fall aus:

- dem *Brückenüberbau* (Querträger, Hauptträger, Horizontalverbände, Laufgänge),
- den *Stützen* (Festpunkt- und Pendelstützen), einschließlich Aufstiege,
- der Gründung.

6.2.2 Rohrleitungsbrücken

6.2.2.1 Brückengestaltung

Bild 6.8 und Tabelle 6.4 zeigen das Tragwerksprinzip für Rohrbrücken nach [6.23] und [6.30].

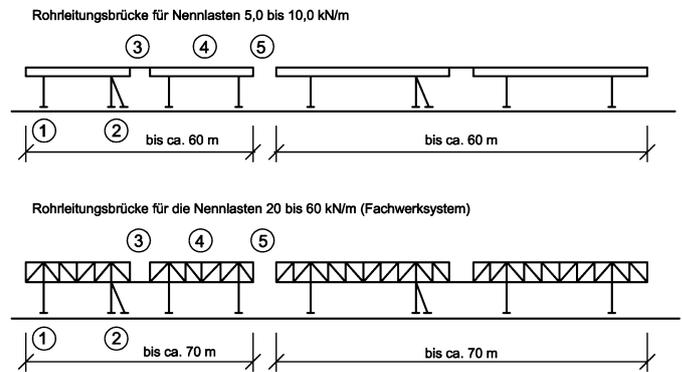


Bild 6.8 Tragwerksprinzipien für Rohrleitungsbrücken

Tabelle 6.4a Abmessungen für ausgewählte Rohrleitungsbrücken [6.1]

Nennbreite des Förderers [mm] a	Gerüstbreite [mm] b	Breite des Laufganges in mm, Mindestmaße		
		Reparaturgang d	Bedienungsgang c	Verkehrsweg c
400	nach Standards für Förderanlagen	630	800	1.200
500				
650				
800				
1.000		1.000		
1.200				
1.400				
1.600				
1.800				
2.000				
2.250				
2.500				

Nennlast kN/m	Stützweite l_1 mm	Kragarm- länge l_2 mm	Systeme	Querschnitt	Nenn- last- stufen kN/m	Rohr- schub kN/m	Masse ²⁾ kg/m	Brücken- breite b mm	h mm
5,0 bis 10,0	12000	3000	Vorzugssystem 		5,0 ^{x3)}	0,8	145 bis 155	3000	620
	18000	6000	Nebensystem ¹⁾ 		10,0	1,6	215 bis 250	4500 und 6000	620 für $l_1 = 9000$ und $l_1 = 12000$
	9000	-			20	3,2	390 bis 410	6000	180
	15000	-							
20,0 bis 60,0	12000	3000	Vorzugssystem 		20	3,2	390 bis 410	6000	180
	18000	6000	Nebensystem ¹⁾ 		30	4,8	415 bis 430		
	12000	-			40	5,6	480 bis 485	7200	220
	18000	-							
5,0 bis 60	Brückenverband								

Tabelle 6.4b Abmessungen für ausgewählte Rohrleitungsbrücken

1) Nur als End- und Paßfeld zulässig
 2) Angaben gelten für die Vorzugssysteme
 Bezugsbasis: 63 m Brückenlänge für $l_1 = 12000$ mm
 66 m Brückenlänge für $l_1 = 18000$ mm
 x3) ohne Laufsteg

6.2.2.2 Endquerscheiben von Brücken

Zur Einleitung der Horizontal- und Vertikalkräfte aus dem Brückenüberbau in die Stützen werden an den Brückenauflagern spezielle Endquerscheiben ausgebildet. Sie gewährleisten die Stand-sicherheit der Hauptträger und garantieren deren für die Kipp-sicherheit notwendige Verdrehbehinderung. Für Vollwandträger und niedrige Fachwerkträger mit einem Querträgerstockwerk kann eine Absteifung gegen den Untergurt entsprechend Bild 6.9 d) erfolgen. Bei niedrigen Vollwandträgern wird die Steifigkeit durch eingeschweißte bzw. geschraubte Querträger entsprechend Bild 6.9 b) bzw. 6.9 c) erreicht.

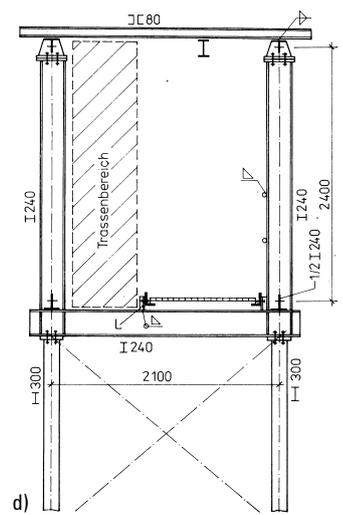
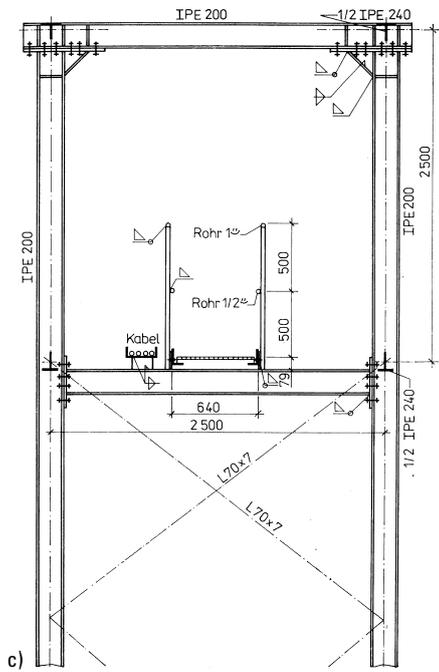
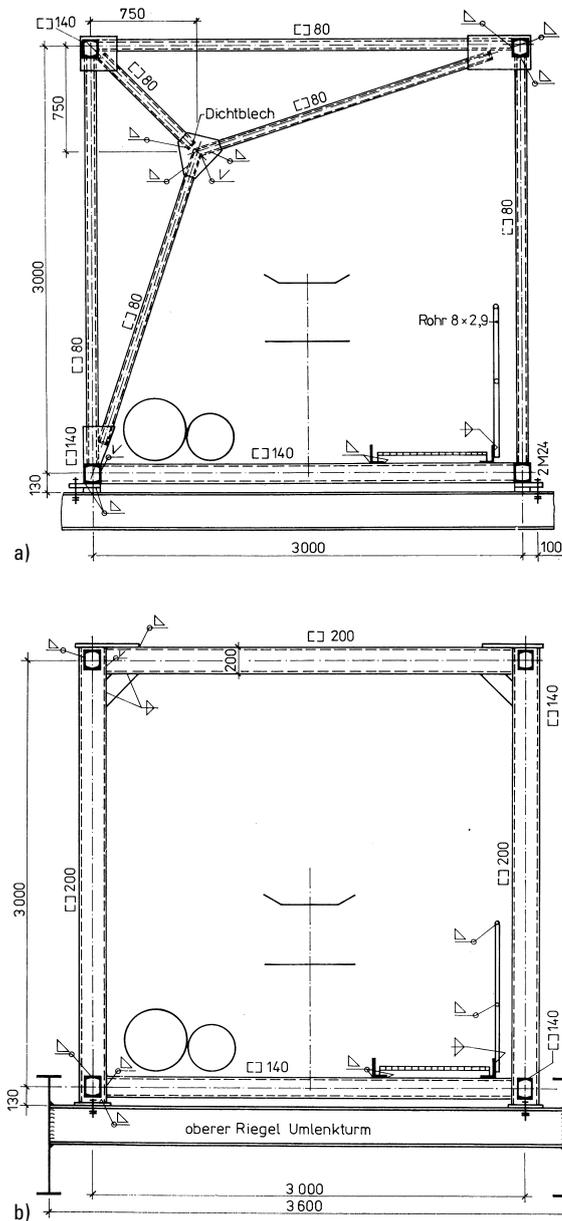


Bild 6.9 Endquerschnitte (Beispiele) [6.23]
 a) Fachwerkportal, b) Zweigelenrahmen
 c) Rahmen mit Stützenstiel, d) Trog

In hohen Fachwerkträgern oder in Fachwerkbrücken mit in Untergurtebene liegenden Laufgängen oder Bandanlagen erfolgt die Ausführung der Endquerscheiben als Fachwerkportal, als Rahmen in verschiedenen Konstruktionen oder als Trog unter Einbeziehung der Endquerträger. Bild 6.9 zeigt Beispiele für die Gestaltung solcher Endquerscheiben.

6.2.2.3 Stützen

Die Stützens Ausbildung erfolgt in Abhängigkeit vom Brückensystem und dessen Lagerung. Bild 6.10 zeigt eine Auswahl von Stützensystemen. Für die Auflagerung bzw. Einbindung der Stützen ins Fundament kann [6.14] herangezogen werden.

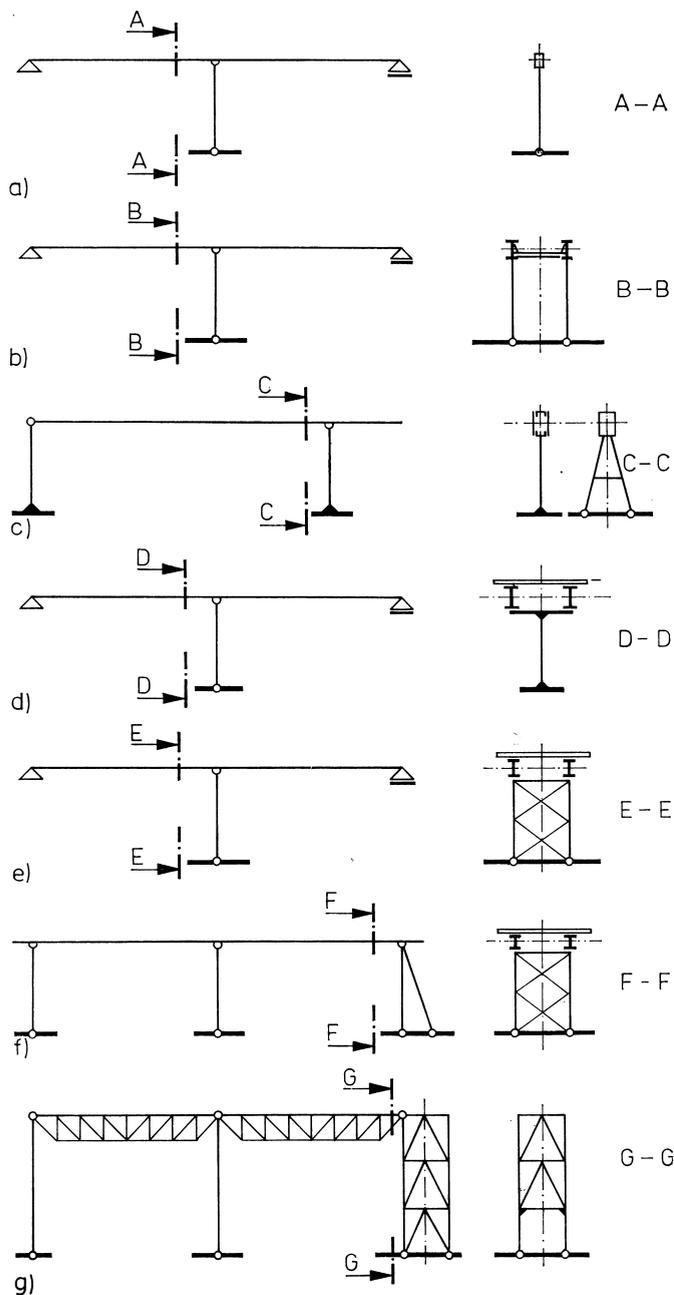


Bild 6.10 Statische Systeme von Stützen (Beispiele) [6.23]

- a) Pendelstiel als Mittelstiel bei Durchlaufträgern
- b) zwei Pendelstiele
- c) zweiachsige eingespannte Pendelstiele
- d) einachsige eingespannte Pendelstiele
- e) Gitterstütze als Pendelstütze in Brückenlängsrichtung
- f) Gitterstütze als Festpunktstütze
- g) Spann-, Umlen- oder Übergabeturm Festpunktstütze

6.2.3 Bandbrücken

Brückengestaltung

Bild 6.11 zeigt das Tragwerksprinzip für Bandbrücken sowie Vorschläge für die Querschnittsabmessungen. Die lichte Höhe über jeder Lauffläche muss mindestens 2.000 mm betragen. Laufgänge von 8 bis 15° Neigung erhalten Trittleisten im Abstand von 400 bis 500 mm, bei einer Neigung von 16° bis 45° sind Stufen anzuordnen. Laufgänge offener Bandbrücken sind mit Geländern zu versehen. Brücken mit einer Neigung über 15° sind mit einem Handlauf auszurüsten.

Besteht in geschlossenen Bandbrücken infolge Staubbildung die Gefahr von Aufflammungen, Verpuffungen und Explosionen, so müssen alle Flächen von Bauteilen (z. B. L-Profil von Dachverbänden), für die eine jederzeitige Staubbeseitigung nicht möglich ist, eine Neigung von 60° haben.

Die Bänder der Gurtbandförderer bedingen eine größere Vorspannung. Dazu sind Spanneinrichtungen anzuordnen. Bei längeren Bandanlagen und bei Bändern mit selbsttragendem Bandgerüst werden meistens Ballastspanneinrichtungen mit senkrechtem Spannweg eingebaut. Für Bänder ohne selbsttragendes Bandgerüst ist ein Antriebsblock auf der Stahlkonstruktion der Brücken vorzusehen.

Für den stahlbautechnischen Projektanten der Bandbrücke werden die erforderlichen Angaben vom technologischen oder förderertechnischen Projektanten vorgegeben, wie: Art der Bänder, ihre Lage, Größe und Befestigung, Art, Größe und Lage der Spannstation und Antriebe. Bild 6.12 zeigt Beispiele für die Gestaltung von Brückenquerschnitten von Bandbrücken.

6.3 Lastannahmen

Die Belastungen für Rohrleitungs- und Bandbrücken ergeben sich aus den allgemeinen Regeln und Normen des Bauwesens. Zu berücksichtigen sind:

- *ständige Einwirkungen* nach DIN 1055-3: Einwirkungen auf Tragwerke; Eigen und Nutzlasten für Hochbauten,
- *veränderliche Einwirkungen* nach DIN 1055-4:2005-03: Einwirkungen auf Tragwerke; Windlasten. DIN 1055-5:2007: Einwirkungen auf Tragwerke; Schnee und Eislasten,
- *außergewöhnliche Einwirkungen* nach DIN 1055-9:2003-8: Einwirkungen auf Tragwerke; Außergewöhnliche Einwirkungen.

6.3.1 Besonderheiten für Lastannahmen bei Rohrleitungsbrücken

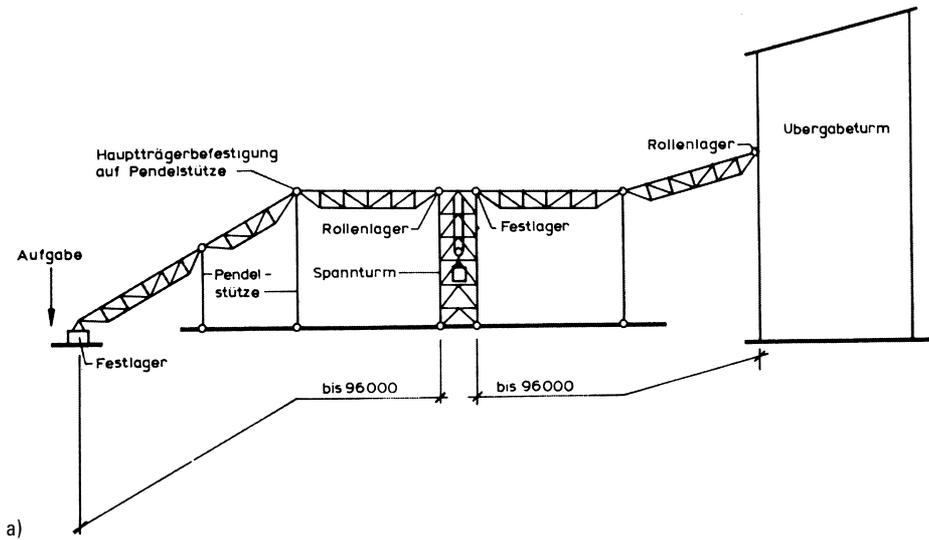
6.3.1.1 Technologische Lasten

Für Rohrleitungsbrücken ergeben sich die technologischen Lasten vorwiegend aus der Belegung durch Rohrleitungen. Als Grundlagen für die Lastannahmen bei technologischen Lasten können die Angaben in [6.30], [6.31] herangezogen werden. In der Regel werden diese durch den Bauherrn bzw. dessen technologischen Fachplaner vorgegeben.

Vertikale technologische Lasten

Für die Lastannahmen der vertikalen technologischen Lasten gibt es zwei Möglichkeiten:

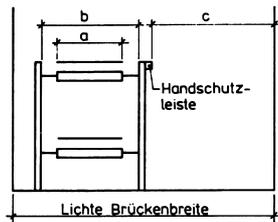
- Ermittlung der tatsächlichen Lasten unter Beachtung der Angaben im technologischen Projekt,
- Einstufung der Brücken in Nennlastklassen, vor allem zur



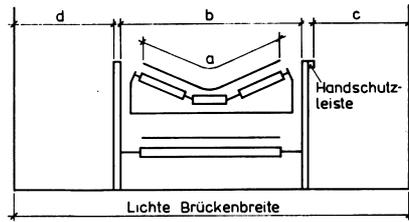
a)

Tabelle 6-4 Empfohlene Hauptabmessungen für Laufgänge von Bandbrücken

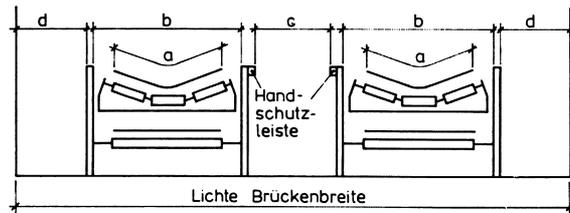
Nennbreite des Förderers mm	Gerüstbreite mm	Breite des Laufganges in mm Mindestmaße		
		Reparaturgang	Bedienungsgang	Verkehrsweg
a	b	d	c	c
400	nach Standards für Förderanlagen	630	800	1200
500				
650				
800				
1000				
1200				
1400		1000		
1600				
1800				
2000				
2250				
2500				



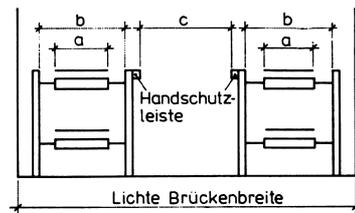
b)



c)



d)



e)

Bild 6.11 Statisches System und Querschnitte für Bandbrücken [6.23]
a) Statisches System einer Bandbrücke
b) bis e) Querschnitte mit Abmessungen der Laufgänge

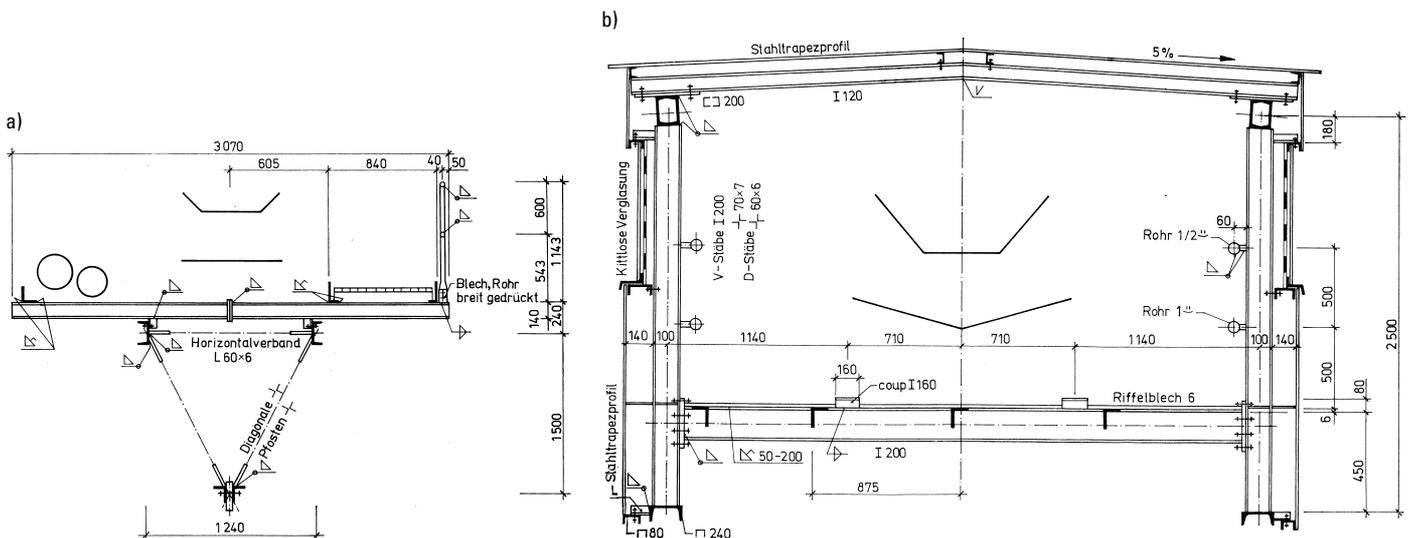


Bild 6.12 Beispiele für Querschnitte von Bandbrücken
a) offener Querschnitt
b) geschlossener Querschnitt

Vereinfachung der komplizierten technologischen Belastung [6.30], [6.31].

Übliche *Nennlastklassen* sind: 2,5; 5,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0; 60,0; 80,0; 100,0 kN/m.

Unter Nennlast versteht man die obere Grenze einer gleichmäßig über eine Brücke oder einen Brückenabschnitt verteilte Ersatzlast für die lotrechte charakteristische Verkehrslast. Die charakteristische Verkehrslast ist die Normlast infolge Eigenlast der Rohrleitungen, einschließlich Fördergut, Verkehrslast aus Begehen der Laufstege sowie einschließlich eventueller Schnee- und Staublasten (d. h. Laufsteg-, Schnee- und Staublasten werden dann nicht extra angesetzt).

Die Nennlastklassen werden vom Bauherrn unter Beachtung der tatsächlichen Lasten und für eventuelle Erweiterungen festgelegt. Nach durchgeführter Berechnung ist eine Gegenüberstellung zum vorhandenen Lastzustand erforderlich. Auch zur Durchführung einer Vorbemessung ist die Arbeit mit Nennlastklassen vorteilhaft.

Eine Berechnung der Stützkräfte der Rohrleitungen als Durchlaufträger für die Belastung der Bauteile ist bei normalen Industriehbrücken nicht üblich. Aus den Lastannahmen werden mit den entsprechenden Belastungsbreiten und -längen Strecken- und Einzellasten ermittelt. Werden Nennlastklassen als Grundlage für die Lastannahmen genutzt, so ist eine eventuelle ungleichmäßige Belegung zu berücksichtigen (Bild 6.13).

Horizontale technologische Lasten (Rohrschub)

Der Rohrschub (horizontale technologische Last) ist allgemein die Summe der Kräfte durch die Längenänderung der Rohrleitungen infolge Temperatur- und Druckänderung, die über die Rohrleitungslager in die Brücke eingeleitet werden. Die Richtung dieser Kräfte ist im Wesentlichen von der Lage der Rohrleitung abhängig. Im Normalfall tritt Rohrschub in Längs- und Querrichtung der Brücke auf. Die als Rohrschub anzusetzenden Kräfte sind mit dem Projektanten der Rohrleitung zu vereinbaren. Tabelle 6.5 enthält Richtwerte für den Rohrschub in Brückenlängsrichtung zur Bemessung der Hauptträger, Stützen und Fundamente. Bei Querträgern können als Rohrschub 30 % der vertikalen Querträgerbelastung angesetzt werden.

Zur Erfassung von Horizontalkräften aus abzweigenden Leitungen und Ablenkkraften gilt als Rohrschub in Brückenquerrichtung je Querträgerebene eine wandernde horizontale Einzellast von 5,0 kN. Die Reibungskräfte an den Gleitlagern der Rohre werden in der Regel bei der Bemessung von normalen Rohrleitungsbrücken im Industriebau nicht gesondert erfasst.

$$F_H = \mu_0 F_v \text{ mit:}$$

μ_0 Haftreibungskoeffizient (Stahl-Stahl) 0,2 bis 0,5; Rollenlager-Stahl 0,1 bis 0,2; Stahl-Kupferschlacke 0,25 bis 0,30; Kugellager-Stahl 0,1 bis 0,12; Kunststoff 0,1 bis 0,15,

F_v vertikale Stützskraft in kN.

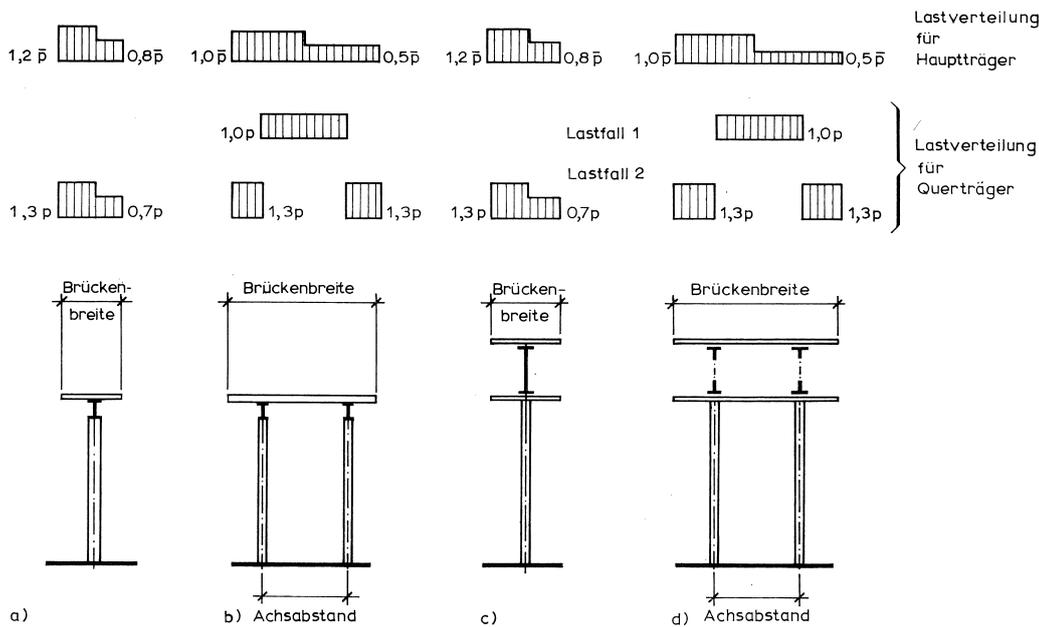


Bild 6.13 Hauptmaße und Lastverteilung für Rohrleitungsbrücken [6.23]
 a) ein Vollwandhauptträger
 b) zwei Vollwandhauptträger
 c) ein Fachwerk- oder Vollwandhauptträger, zwei Querträgergeschosse
 d) zwei Fachwerkhauptträger

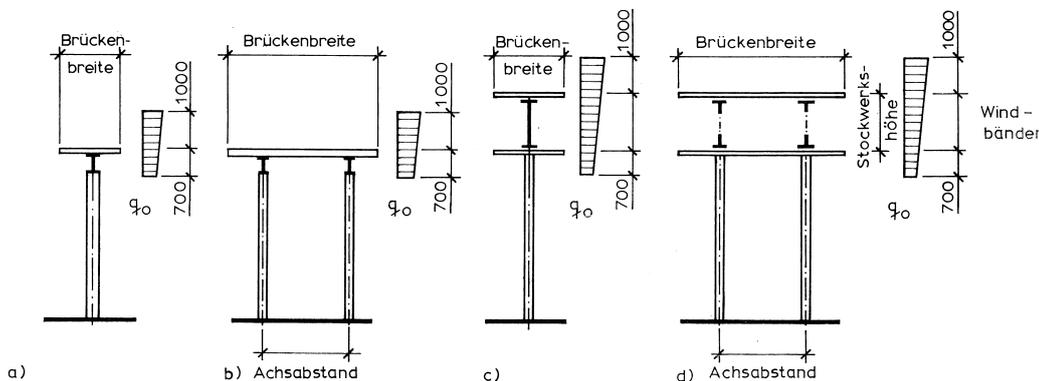


Bild 6.14 Hauptmaße Lastverteilung für Rohrleitungsbrücken [6.23]
 a) ein Vollwandhauptträger
 b) zwei Vollwandhauptträger
 c) ein Fachwerk- oder Vollwandhauptträger, zwei Querträgergeschosse
 d) zwei Fachwerkhauptträger

Tabelle 6.5 Rohrschub in Brückenlängsrichtung, kN/m, Richtwerte (charakteristische Lasten)

Nennlastklasse [kN/m]	Rohrschub [kN/m]
2,5	0,4 – 0,6
5,0	0,8 – 1,1
10,0	1,6 – 2,2
20,0	2,0 – 4,4
30,0	3,0 – 6,6
40,0	3,6 – 8,0
60,0	4,8 – 10,8

6.3.1.2 Windlasten

Bei der Ermittlung der Windlast über die vom Wind getroffene Fläche der Rohrleitung und Stahlkonstruktion wird, auch zur Berücksichtigung späterer Erweiterungen, oft mit Windbändern gerechnet. Bild 6.14 gibt deren Größe an.

6.3.2 Besonderheiten für Lastannahmen bei Bandbrücken

6.3.2.1 Technologische Lasten

Technologische Lasten für Bandbrücken ergeben sich aus den Eigenlasten der Förderer, dem Fördergut, den Bandzuglasten und der Bedienung/Reparatur. In der Regel werden Angaben zu diesen Lasten vom Bauherrn geliefert. Sind keine Angaben vorhanden, so können nach [6.23] näherungsweise folgende Annahmen getroffen werden:

Vertikale technologische Lasten

– 1. Möglichkeit: Die Eigenlast der Bänder und die Fördergutlast werden einem technologischen oder förderertechnischen Projekt entnommen. Lasten für Beleuchtung und Kabel sind zu beachten.

– 2. Möglichkeit: Es erfolgt eine Zusammenstellung technologischer Lasten für Bandbreitengruppen. Damit sind Lasten von Bandgerüst, Band, Fördergut, Kabel, Rohrleitungen, Beleuchtung, Staub und Erschütterungszuschlägen erfasst. Tabelle 6.6 gibt eine Übersicht. Tabelle 6.7 gibt in Näherung die Eigenlasten von Gurtbandförderern an.

Eine Ermittlung der Stützkkräfte des Bandgerüsts als Durchlaufträger ist für die Berechnung der Bandbrücke nicht erforderlich. Mit den Lastannahmen und den entsprechenden Belastungsbreiten und -längen werden in gewohnter Weise Strecken- bzw. Einzellasten ermittelt. Bei Anordnung mehrerer Förderer oder Laufgänge im Brückenquerschnitt ist eine ungleichmäßige Belastung (nur einzelne Bänder oder Laufgänge belastet) zu beachten.

Tabelle 6.6 Technologische Lasten für Bandbrücken, kN/m, Brückenlänge (charakteristische Lasten) [6.23]

Bandbreite [mm]	Technologische Last	
	min	max
= 800	1,0	3,2
1.000 und 1.200	2,0	4,5
1.400 und 1.600	3,0	8,2
1.800 und 2.000	3,7	11,2

Tabelle 6.7 Eigenlasten von Gurtbandförderern, kN/m, (charakteristische Lasten) [6.23]

Bandbreite	Eigenlast	Randbreite	Eigenlast
400	0,80	1.200	2,3
500	0,95	1.400	2,3
650	1,15	1.600	3,4
800	1,45	1.800	4,0
1.000	1,75	2.000	4,7

Horizontale technologische Lasten (Bandzug)

Der Bandzug wird bei Förderern ohne selbsttragendes Bandgerüst über die Befestigung des Antriebs und der Umlenkstationen in die Stahlkonstruktion der Brücke geleitet. Sind im technologischen oder förderertechnischen Projekt keine Angaben vorhanden, können folgende Werte verwendet werden:

- Bandbreite 650/850 mm, $Z \leq 20$ kN,
- Bandbreite 1.000/1.200 mm, $Z \leq 40$ kN.

6.3.2.2 Windlasten

Windlasten können bei offenen Bandbrücken wie bei Rohrleitungsbrücken mit Windbändern berechnet werden. Für geschlossene Bandbrücken (allseitig geschlossene Baukörper) erfolgt die Ermittlung der Windlast nach DIN 1055-4:2005-03.

6.4 Schnittkräfte / Bemessung

6.4.1 Allgemeine Grundsätze

Rohrleitungs- und Bandbrücken sind Stahltragwerke, deren Berechnung und Bemessung auf der Basis der allgemeinen Normen für Stahlbauten erfolgt [6.37] bis [6.41]. Der Einfluss weiterer Normen (z. B. Arbeits-, Brand-, Blitzschutz) ist zu beachten. Die Schnittkräfte werden ermittelt, indem die Brückentragwerke in Scheiben zerlegt und unter Beachtung der Kantenkräfte bemessen werden (Vereinfachung) oder indem die räumliche Tragwirkung durch Berechnung als räumliches System erfasst wird. Es sind in üblicher Form zu untersuchen:

Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT)

- Lagersicherheit (Abhebung, Umkippen, Auftrieb),
- Stabilitätsversagen,
- Betriebsfestigkeit (Ermüdung),
- außergewöhnliche Beanspruchung (Fahrzeuganprall, Erdbeben),

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

- Verformungen, Verschiebungen,
- Schwingungen.

6.4.2 Sicherheitskonzept

Die Bemessung erfolgt auf der Basis der Methode der Teilsicherheitsfaktoren. Besonderheiten ergeben sich dabei aus folgender Sicht:

Rohrbrücken

Wie in Kapitel 6.3.1.1 beschrieben, kann bei der Schnittkräftermittlung aus senkrechten technologischen Lasten entweder mit tatsächlich auftretenden Lasten oder mit Nennlastklassen gearbeitet werden. Werden Nennlastklassen als charakteristische Ersatzlasten angesetzt, so sind darin alle auf die Brücke wirkenden Lasten (Eigenlasten der Rohrleitungen, Fördergut, Ver-

Pasternak, Hartmut / Hoch, Hans-Ullrich / Füg, Dieter
Stahltragwerke im Industriebau

April 2010. 304 Seiten, 411 Abbildungen, 79 Tabellen. Hardcover.



Mit dem vorliegenden Buch wird ein bedeutender Bereich des Stahlbaus - der Industriebau - behandelt. In acht Kapiteln werden alle wichtigen Aspekte dieses Teilgebietes dargestellt.

Nach einer Einleitung zur Entwicklung der Stahlbauweise werden die Tragwerkselemente - flächenartige Bauteile, Pfetten, Riegel, Träger, Fachwerke - vorgestellt. Im Kapitel "Hallen und Überdachungen" wird auf die wesentlichen Fragen nach den geeigneten statischen Systemen, deren Stabilisierung und konstruktive Details eingegangen. Im Kapitel "Kranbahnen" werden die Berechnung und Konstruktion beschrieben und erläutert. Für die mehrgeschossigen Tragstrukturen spannt sich der Bogen von Industriegebäuden über Kesselgerüste hin zu Hochofengerüsten und Hochregallagern. Die Tragwerke für Rohrleitungs- und Bandbrücken werden gesondert betrachtet. Ein Kapitel ist den Industrieschornsteinen, Masten und Windenergieanlagen gewidmet und in einem weiteren gesonderten Kapitel werden Behälter und Silos behandelt. Für alle Teilgebiete werden die Bemessungsgrundlagen kurz dargelegt, während der konstruktiven Ausbildung ausführliche Darstellungen gewidmet sind. Beispiele aus der Praxis runden das Werk ab.

Das Buch wendet sich an Tragwerksplaner, denen es als Nachschlagewerk für die tägliche Arbeit dienen soll, an Prüferingenieure und Mitarbeiter in Behörden, die sich schnell in neue Aufgabengebiete einarbeiten wollen, sowie an Studierende der höheren Semester des Bauingenieurwesens.

Bestellfax:+49 (0)30 47031 240- Ernst & Sohn, Berlin

Anzahl	Bestell-Nr.	Titel	Einzelpreis*
	978-3-433-01849-1	Stahltragwerke im Industriebau	109,- €
		monatlicher Ernst & Sohn E-Mail Newsletter	kostenlos
	2092	Probeheft der Zeitschrift Stahlbau	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: privat geschäftlich

Firma			
Ansprechpartner		Telefon	
UST-ID Nr./VAT-ID No.		Fax	
Straße//Nr.		E-Mail	
Land	-	PLZ	Ort

Wilhelm Ernst & Sohn
 Verlag für Architektur und
 technische Wissenschaften GmbH & Co. KG
 Rotherstraße 21
 10245 Berlin
 Deutschland
 www.ernst-und-sohn.de

 Datum / Unterschrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
 Stand: April 2010 (homepage_Leseprobe)



Besuchen Sie unsere neue Website
www.ernst-und-sohn.de