

Krane

Grundsätze für Stahltragwerke

Berechnung

DIN
15018
Teil 1

Cranes; principles for steel structures, stress analysis

Ersatz für Ausgabe 04.74

Appareils de levage; principes pour les charpentes en acier, calculation

Maße in mm

DIN 15 018 Teil 1 und Teil 2 wurden im Kurzverfahren nach DIN 820 Teil 4 als berichtigte Folgeausgaben herausgegeben. Diese Vorgehensweise und die beabsichtigten Berichtigungen wurden in den DIN-Mitteilungen 61. 1982, Nr. 8, Seiten 496 bis 498, angekündigt und begründet.

Eine inhaltliche Überarbeitung der Norm wäre zum gegenwärtigen Zeitpunkt unzumutbar gewesen im Hinblick auf die Anerkennung, die die Norm gefunden hat, vor allem aber wegen der laufenden Beratungen zu den nationalen Grundnormen im Stahlbaubereich (DIN 18 800) und den Bemühungen des ISO/TC 96, eine international anerkannte Regelung für die im Kranbau beim rechnerischen Nachweis der Gebrauchseigenschaften anzunehmenden Lasten und Lastkombinationen zu schaffen.

Die wesentlichen Berichtigungen, auch diejenigen, die sich nach der Bearbeitung der eingegangenen Stellungnahmen ergeben haben, werden erläutert.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	6.6 Zugstäbe	9
2 Normen und Richtlinien	2	6.7 Spannungsermittlung	9
3 Inhalt der Berechnung	2	6.8 Anschlüsse und Stöße	9
4 Lastannahmen	2	6.9 Längsverteilung von Radlasten	11
4.1 Hauptlasten	3	7 Nachweise	12
4.1.1 Eigenlasten	3	7.1 Allgemeine Angaben	12
4.1.2 Lasten von Schüttgütern in Bunkern und auf Stetigförderern	3	7.2 Allgemeiner Spannungsnachweis	12
4.1.3 Hublasten	3	7.2.1 Lastfälle und zulässige Spannungen	12
4.1.4 Wirkungen lotrechter Massenkkräfte	3	7.2.2 Zusammengesetzte Spannungen	13
4.1.5 Massenkkräfte aus Antrieben	4	7.3 Stabilitätsnachweis	13
4.1.6 Fliehkräfte	5	7.3.1 Allgemeines	13
4.1.7 Aufprall von Schüttgut	5	7.3.2 Beulsicherheitsnachweis für Kreiszyinderschalen	14
4.2 Zusatzlasten	5	7.3.3 Beulsicherheiten	14
4.2.1 Windlasten	5	7.4 Betriebsfestigkeitsnachweis	14
4.2.2 Kräfte aus Schräglaufl	5	7.4.1 Begriffe	14
4.2.3 Wärmewirkungen	7	7.4.2 Beanspruchungsgruppen	15
4.2.4 Schneelasten	8	7.4.3 Kerbfälle	15
4.2.5 Lasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern	8	7.4.4 Zulässige Spannungen	17
4.3 Sonderlasten	8	7.4.5 Zusammengesetzte Spannungen	18
4.3.1 Kippkraft bei Laufkatzen mit Hublastführung	8	7.5 Standsicherheitsnachweis	18
4.3.2 Pufferkräfte	8	8 Halte- und Abspannseile	18
4.3.3 Prüflasten	9	9 Zug auf vorgespannte Schrauben	19
5 Lastfälle	9	9.1 Allgemeines	19
6 Berechnung	9	9.2 Allgemeiner Spannungsnachweis	20
6.1 Allgemeine Angaben	9	9.3 Betriebsfestigkeitsnachweis	21
6.2 Lage der Kranbahn	9	10 Tabellen	21
6.3 Bewegliche Lasten	9	10.1 Beispiele für Einstufung von Kranarten in Hubklassen und Beanspruchungsgruppen	21
6.4 Werkstoffe	9	10.2 Schweißnähte	22
6.5 Querschnittswerte und Lochabzug für Bauteile und Querschnittswerte für Schweißnähte	9	10.3 Beispiele für Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle	23

Fortsetzung Seite 2 bis 38

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

1 Anwendungsbereich

Die Norm ist für Stahltragwerke von Kranen und Kran-ausrüstungen aller Art anzuwenden und kann auch für fahr-bare Stahltragwerke mit Stetigförderern angewendet werden. Sie ist nicht anzuwenden für Kranbahnen, Bagger, Drahtseilbahnen, Wagenkipper und Bergwerksmaschinen.

2 Normen und Richtlinien

Die nachstehend genannten Normen und Richtlinien sind zu beachten, soweit in dieser Norm nichts anderes vorgesehen ist:

DIN 1080 Teil 1	Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Grundlagen
DIN 1080 Teil 2	Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Statik
DIN 1080 Teil 4	Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Stahlbau; Stahlverbundbau und Stahlträger in Beton
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast
DIN 4114 Teil 1	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
DIN 4114 Teil 2	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Richtlinien
DIN 4115	Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau; Richtlinien für die Zulassung, Ausführung, Bemessung
DIN 8563 Teil 3	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Anforderungen, Bewertungsgruppen
DIN 15001 Teil 1	Krane; Begriffe; Einteilung nach der Bauart
DIN 15003	Hebezeuge; Lastaufnahmeeinrichtungen; Lasten und Kräfte, Begriffe
DIN 15018 Teil 2	Krane; Stahltragwerke; Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung
DIN 15019 Teil 1	Krane; Standsicherheit für alle Krane außer gleislosen Fahrzeugkranen und außer Schwimmkranen
DIN 15019 Teil 2	Krane; Standsicherheit für gleislose Fahrzeugkrane; Prüfbelastung und Berechnung
DAST-Richtlinie 010	Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau ¹⁾²⁾

Auf folgende andere Normen oder Richtlinien oder bestimmte Abschnitte oder Begriffe daraus ist im Text hingewiesen:

DIN 267 Teil 3	Mechanische Verbindungselemente; Technische Lieferbedingungen; Festigkeitsklassen für Schrauben aus unlegierten oder legierten Stählen; Umstellung der Festigkeitsklassen
DIN 1626 Teil 1	Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedrig legierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Allgemeine Angaben, Übersicht, Hinweise für die Verwendung
DIN 1626 Teil 2	Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedrig legierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre für allgemeine Verwendung (Handels Güte), Technische Lieferbedingungen
DIN 1626 Teil 3	Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedrig legierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre mit

¹⁾ In dieser Norm als „HV-Richtlinien“ bezeichnet.

²⁾ Stahlbau-Verlag, Köln

³⁾ In dieser Norm als „HV-Schrauben“ bezeichnet.

Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen

DIN 1626 Teil 4	Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedrig legierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Besonders geprüfte Rohre mit Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen
DIN 1629 Teil 1	Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Übersicht, Technische Lieferbedingungen, Allgemeine Angaben
DIN 1629 Teil 3	Nahtlose Rohre aus unlegiertem Stahl für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre mit Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen
DIN 2310 Teil 1	Thermisches Schneiden; Begriffe und Benennungen
DIN 2310 Teil 3	Thermisches Schneiden; Autogenes Brennschneiden, Verfahrensgrundlagen, Güte, Maßabweichungen
DIN 4132	Kranbahnen, Stahltragwerke, Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung
DIN 6914	Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen ³⁾
DIN 6915	Sechskantmuttern mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6916	Scheiben, rund, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6917	Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an I-Profilen in Stahlkonstruktionen
DIN 6918	Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an U-Profilen in Stahlkonstruktionen
DIN 17 100	Allgemeine Baustähle; Gütenorm
DIN 17 111	Kohlenstoffarme unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete; Technische Lieferbedingungen
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion

3 Inhalt der Berechnung

In der Berechnung sind anzugeben
die Art und die Arbeitsweise des Kranes,
die vorausgesetzte Anzahl der gesamten Last- oder Arbeits-spiele,
die möglichst wirklichkeitsnahen Tragsysteme mit Übersichts-skizzen und Hauptmaßen,
die Lastannahmen,
die maßgebenden Hubklassen und Beanspruchungsgruppen,
die Werkstoffe der einzelnen Bauteile und Verbindungen,
die Formen, Abmessungen und statischen Querschnittswerte aller tragenden Bauteile,
die Nachweise für diese Bauteile und die wesentlichen Ver-bindungen.

4 Lastannahmen

Die auf das Tragwerk wirkenden Lasten werden eingeteilt in Hauptlasten, Zusatzlasten und Sonderlasten.

Hauptlasten sind:

Eigenlasten
Lasten von Schüttgütern in Bunkern und auf Stetigförderern
Hublasten
Massenkräfte aus Antrieben
Fliehkräfte
Aufprall von Schüttgut

Zusatzlasten sind:

Windlasten
Kräfte aus Schräglauf
Wärmewirkungen
Schneelasten
Lasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern

Sonderlasten sind:

Kippkraft bei Laufkatzen mit Hublastführung

Pufferkräfte

Prüflasten

Diese Lasten sind in Abschnitt 5 zu Lastfällen zusammengestellt.

4.1 Hauptlasten

4.1.1 Eigenlasten

Eigenlasten sind die Gewichtskräfte aller im Betrieb stets vorhandenen festen und beweglichen Kranteile, der mechanischen und elektrischen Anlagen und des Anteils der Tragmittel, z. B. Seile, mit Ausnahme der Eigenlasten nach Abschnitt 4.1.3.

4.1.2 Lasten von Schüttgütern in Bunkern und auf Stetigförderern

Lasten von Schüttgütern in Bunkern und auf Stetigförderern sind wie Eigenlasten zu behandeln; Lasten von Schüttgütern auf Stetigförderern können als durchlaufende oder unterbrochene Streckenlast wirken.

4.1.3 Hublasten

Die Hublasten bestehen aus der Nutzlast und aus den Eigenlasten der Teile zur Aufnahme der Nutzlast, z. B. Unterflasche, Traverse, Greifer, Lasthebemagnet sowie des Anteils der Tragmittel, z. B. Seile.

4.1.4 Wirkungen lotrechter Massenkkräfte

Die Wirkungen lotrechter Massenkkräfte, die beim Bewegen von Kranen oder Kranteilen und von Lasten nach den Abschnitten 4.1.1 bis 4.1.3 entstehen, werden durch „Eigenlastbeiwerte“ φ und „Hublastbeiwerte“ ψ berücksichtigt.

4.1.4.1 Eigenlastbeiwert φ

Die Eigenlasten bewegter Krane und Kranteile nach Abschnitt 4.1.1 und die Lasten nach Abschnitt 4.1.2 oder die Schnittgrößen oder die Spannungen hieraus sind mit einem Eigenlastbeiwert φ nach Tabelle 1 zu vervielfachen.

Tabelle 1. Eigenlastbeiwerte φ

Fahrgeschwindigkeit v_F in m/min		Eigenlast-beiwert φ
Fahrbahnen		
mit Schienenstößen oder Unebenheiten (Straße)	ohne Schienen- stöße oder mit geschweißten, bearbeiteten Schienenstößen	
bis 60	bis 90	1,1
über 60 bis 200	über 90 bis 300	1,2
über 200	—	$\geq 1,2$

Bei Kranen und Kranteilen mit gefederten Laufrädern, die auf Schienen fahren, darf unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit und der Ausführung der Fahrbahn mit $\varphi = 1,1$ gerechnet werden.

Bei mehreren den Lastfällen nach Tabelle 7 entsprechenden gleichzeitigen Bewegungen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit sind bei verschiedenen Eigenlastbeiwerten φ diese auf die zugehörigen Lasten anzuwenden.

Beispiel:

a) Katzfahrgeschwindigkeit $v = 120$ m/min, $\varphi = 1,2$

Kranfahrgeschwindigkeit $v = 30$ m/min, $\varphi = 1,1$

	Katzfahren (Ka)	Kranfahren (Kr)
Eigenlast der Katze mit:	$\varphi = 1,2$	$\varphi = 1,1$
Eigenlast der Brücke mit:	$\varphi = 1,0$	$\varphi = 1,1$

b) Katzfahrgeschwindigkeit $v = 30$ m/min, $\varphi = 1,1$

Kranfahrgeschwindigkeit $v = 120$ m/min, $\varphi = 1,2$

	Katzfahren (Ka)	Kranfahren (Kr)
Eigenlast der Katze mit:	$\varphi = 1,1$	$\varphi = 1,2$
Eigenlast der Brücke mit:	$\varphi = 1,0$	$\varphi = 1,2$

4.1.4.2 Hublastbeiwert ψ und Hubklassen

Die Hublasten nach Abschnitt 4.1.3 oder die Schnittgrößen oder die Spannungen hieraus sind mit einem Hublastbeiwert ψ nach Tabelle 2 zu vervielfachen. Sein Wert ist von der zu Beginn des Anhebens der Hublast zu erwartenden wirklichen Hubgeschwindigkeit des Tragmittels und somit von der Nennhubgeschwindigkeit v_H abhängig; er ist um so kleiner, je weicher die Federung des Hubwerkes, je größer die Elastizität des Tragwerkes, je kleiner die wirkliche Hubgeschwindigkeit zu Beginn des Anhebens der Nutzlast, je kleiner und stetiger die Beschleunigung und Verzögerung bei Änderungen der Hubbewegungen sind.

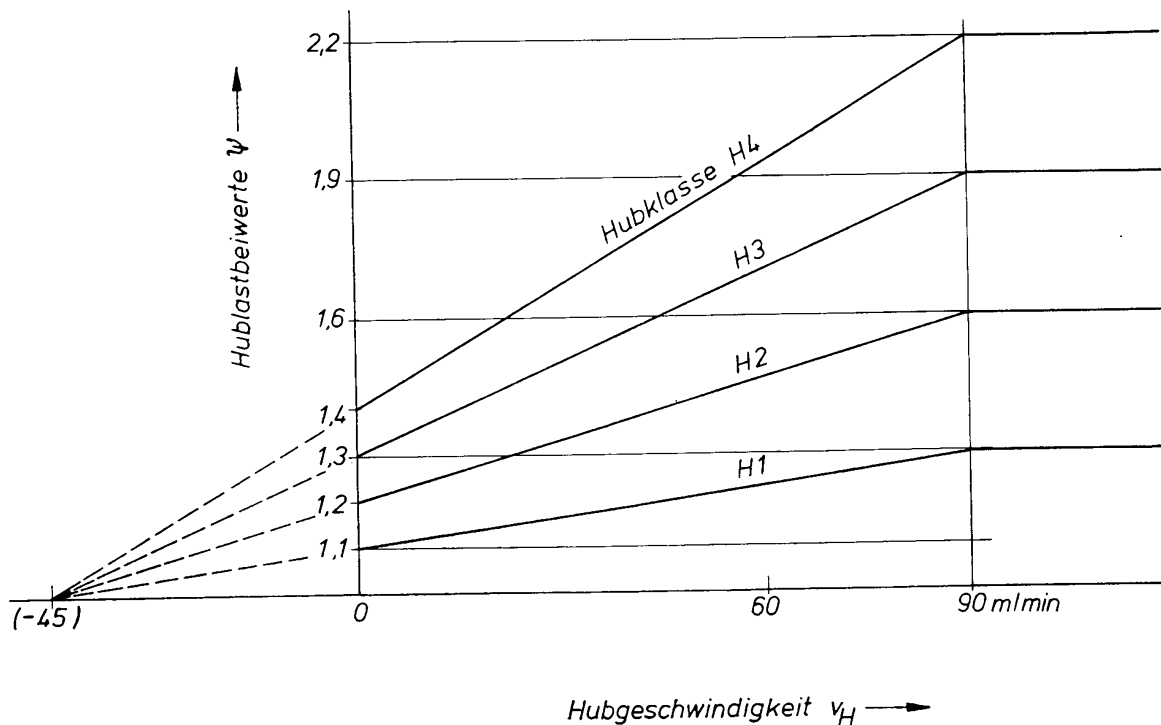
Die Krane werden demgemäß in „Hubklassen“ H1, H2, H3 und H4 mit verschiedenen Hublastbeiwerten ψ nach Tabelle 2 eingestuft. Beispiele hierfür sind im Abschnitt 10.1 angegeben. Einzelne klar voneinander getrennte, aber baulich einheitlich zusammengefaßte Kranteile dürfen bei genauer Kenntnis der Hubbedingungen in verschiedene Hubklassen im Rahmen der Angaben in Tabelle 23 bei der betreffenden Kranart eingestuft werden, z. B. Laufkatze und Kranbrücke oder Ausleger, drehbarer Teil, Portal und Turm.

Tabelle 2. Hublastbeiwerte ψ

Hubklasse	Hublastbeiwert ψ bei Hubgeschwindigkeit v_H in m/min	
	bis 90	über 90
H1	$1,1 + 0,0022 \cdot v_H$	1,3
H2	$1,2 + 0,0044 \cdot v_H$	1,6
H3	$1,3 + 0,0066 \cdot v_H$	1,9
H4	$1,4 + 0,0088 \cdot v_H$	2,2

4.1.4.3 Fallenlassen oder plötzliches Absetzen von Nutzlasten bei Auslegerkränen

Bei Auslegerkränen, bei denen Fallenlassen oder plötzliches Absetzen von Nutzlasten betriebsüblich ist, z. B. bei Kranen mit Magnet- oder Greiferbetrieb, sind die hieraus entstehenden Massenkraftwirkungen besonders zu berücksichtigen. Statt eines genauen Ansatzes hierfür dürfen die Hublast oder die Schnittgrößen oder die Spannungen hieraus mit dem negativen 0,25fachen Hublastbeiwert nach Tabelle 2 vervielfacht werden. Bei Auslegern an Seilen sind diese negativen Massenkraftwirkungen durch das Schlaffwerden der Seile begrenzt, wodurch eine Bewegung des Auslegers nach oben möglich wird. Die beim anschließenden Zurückfallen des Auslegers entstehenden Kräfte sind zu berücksichtigen.

Bild 1. Hubklassen und Hublastbeiwerte ψ

4.1.5 Massenkräfte aus Antrieben

Die beim Beschleunigen und Verzögern von Kranbewegungen, z. B. Fahren, Drehen, Wippen, auf das Tragwerk wirkenden Massenkräfte sind aus den größten im regelmäßigen Betrieb auftretenden Kräften des Antriebes zu ermitteln. Statt einer genaueren Berechnung dürfen zur Berücksichtigung der dynamischen Wirkung die auf das Tragwerk wirkenden quasistatischen Kräfte, welche aus der Betrachtung der Schwerpunktbeziehung des Systems unter der Einwirkung der Kräfte des Antriebes, der Bewegungswiderstände und der Massenkräfte folgen, mit dem Beiwert 1,5 vervielfacht werden. Hierbei sind nicht geführte Lasten als fest mit dem Kran verbunden anzunehmen; das Pendeln der Lasten ist nicht zu berücksichtigen. Die Anwendung des Beiwertes 1,5 setzt ferner voraus, daß die Kräfte des Antriebes auf den Kran praktisch spielfrei erfolgen.

Falls zwischen gegeneinander bewegten Bauteilen erhebliches Spiel vorhanden ist, z. B. zwischen Schacht und Gehänge eines Stripperkranes, muß mit größeren als den 1,5fachen Werten gerechnet werden.

Sind die größten Kräfte des Antriebes durch reibungsschlüssige Kraftübertragung begrenzt, so dürfen die Antriebskräfte aus dem Kraftschluß zwischen den angetriebenen Laufrädern und Schienen mit $f = 0,2$ ermittelt werden. Hierbei ist in Abhängigkeit vom Triebwerkssystem von der kleinsten Radlastsumme drehzahlgekoppelter oder der Summe der kleinsten Radlasten nicht drehzahlgekoppelter angetriebener Laufräder auszugehen; die Beiwerte nach Abschnitt 4.1.4 und die Nutzlast brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

Die Antriebskräfte sind stets entsprechend dem Antriebssystem auf die Laufräder zu verteilen.

Beispiele für die Errechnung der Massenkräfte aus dem Kraftschluß bei einem Brückenkran:

Katzfahren — Kraftschluß

(angetriebene Laufräder sind drehzahlgekoppelt)

$$K_a = 1,5 \cdot 0,2 \cdot \min(R_{K_{a_1}} + R_{K_{a_2}})$$

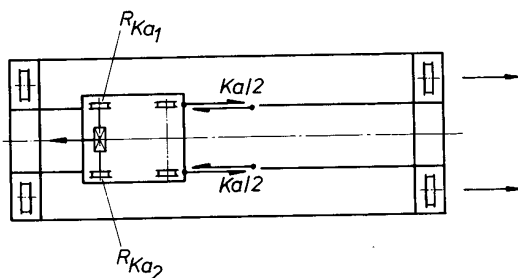
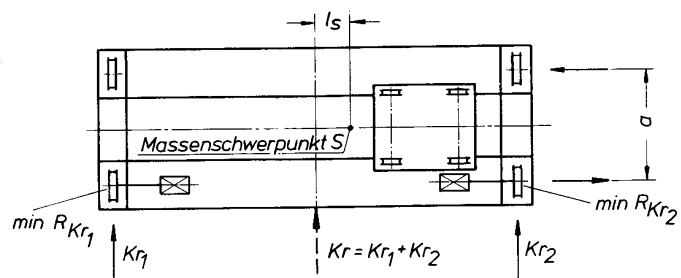


Bild 2. Massenkräfte beim Anfahren und Bremsen von Laufkatzen mit Mittenantrieb

Kranfahren — Kraftschluß

(angetriebenen Laufräder sind nicht drehzahlgekoppelt)

$$K_r = 1,5 \cdot 0,2 \cdot (\min R_{K_{r_1}} + \min R_{K_{r_2}})$$

Bild 3. Massenkräfte beim Anfahren und Bremsen von Kranen mit zwei Einzelantrieben ($K_{r_1} = K_{r_2}$)

Es bedeuten:

$$\left. \begin{aligned} \min (R_{K_{a_1}} + R_{K_{a_2}}) \\ \min R_{K_{r_1}} + \min R_{K_{r_2}} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{Für die Ermittlung der Antriebs-} \\ &\text{kräfte aus dem Kraftschluß maß-} \\ &\text{gebende kleinste Radlastsumme} \\ &= \text{bzw. Summe der kleinsten Rad-} \\ &\text{lasten der angetriebenen Lauf-} \\ &\text{räder ohne Nutzlast und Beiwerte} \\ &\text{nach Abschnitt 4.1.4,} \end{aligned}$$

l_s = lotrecht zur Bewegungsrichtung gemessener Abstand der Resultierenden der Antriebskräfte vom Massenschwerpunkt S der Kranbrücke, Laufkatze und Hublast.

a = Mittenabstand der Räder, oder Führungsrolle oder Führungsrollengruppen zur Aufnahme der Seitenkräfte, siehe auch Bild 4.

Die Massenkräfte beim Anfahren und Bremsen von Kranen sind mit den für den untersuchten Bauteil jeweils ungünstigsten Stellungen der Laufkatze anzusetzen (siehe Bild 3). Treten aus Massenkräften quer zur Fahrbahn gerichtete Seitenkräfte auf, so sind sie entsprechend den Systemen von Trag- und Fahrwerk und der Art der Führungsmittelform- und kraftschlüssig an den Schienen zu stützen.

Gleichgerichtete Seitenkräfte, wie z. B. aus Massenkraftwirkung beim Anfahren und Bremsen von Laufkatzen (siehe Bild 2), sind auf alle Laufräder oder Führungsmittel gleichmäßig zu verteilen.

Entgegengesetzt gerichtete Seitenkräfte treten auf, wenn zwischen dem Schwerpunkt der zu bewegenden Massen und der Resultierenden der Antriebskräfte ein Abstand l_s vorhanden ist. Sie müssen bei Übertragung durch die Laufräder und bei mehr als 2 Rädern je Fahrbahnseite auf die äußeren Räder oder Rädergruppen nach den Beispielen in Bild 4 gleichmäßig verteilt werden, und zwar

bei höchstens 4 Rädern je Schiene auf 1 äußeres Rad je Ecke,

bei höchstens 8 Rädern je Schiene auf die 2 äußeren Räder je Ecke,

bei mehr als 8 Rädern je Schiene auf die 3 äußeren Räder je Ecke.

Für das Tragwerk z. B. Brücke, Katze oder Schwinge, sind statt dessen auch im Bereich der inneren, nach Bild 4 unbelasteten Laufräder die Seitenkräfte auf alle Räder einer Ecke gleichmäßig zu verteilen.

Bei weitgespannten Brücken- und Portalkranen mit getrennten Antrieben, deren Tragwerke nicht für den Ausgleich

von Bewegungswiderständen, Antriebs- und Massenkräften, sondern nur für einen begrenzten elastischen Vorlauf einer Fahrwerksseite bemessen sind, muß durch besondere Einrichtungen sichergestellt sein, daß die der Berechnung zugrunde gelegten Annahmen nicht überschritten werden.

4.1.6 Fliehkräfte

Fliehkräfte bei Drehkranen sind nur aus der Eigenlast der Auslegerteile, gegebenenfalls der Gegengewichte und der Hublast ohne Beiwerte nach Abschnitt 4.1.4 zu berechnen, wobei die Hublast an der Auslegerspitze anzunehmen ist.

4.1.7 Aufprall von Schüttgut

Aufprallwirkungen durch herabfallendes Schüttgut an Bunkern und Übergabestellen sind nur örtlich zu berücksichtigen.

4.2 Zusatzlasten

4.2.1 Windlasten

Windlasten müssen bei dem Wind ausgesetzten Kranen nach DIN 1055 Teil 4 angenommen werden.

Bei Kranen in Betrieb ist die Windlast mit einem Staudruck $q = 250 \text{ N/m}^2$ anzusetzen. Die Windlast auf die Nutzlast ist, falls deren Windangriffsfläche nicht eindeutig festliegt, mit 3 % der Wirkung der Nutzlast, mindestens aber mit 500 N anzunehmen.

Bei Kranen außer Betrieb ist die Windlast mit den in DIN 1055 Teil 4 angegebenen Staudrücken anzusetzen.

4.2.2 Kräfte aus Schräglauf

Bei Kranen entstehen durch Schräglauf unter dem Schräglaufwinkel α an dem in Fahrtrichtung vorderen Führungsmittel oder Führungsmittelgruppe — Spurkranz oder Führungsrolle — eine vom Fahrwerks- und Tragwerkssystem abhängige formschlüssige Kraft S und infolgedessen eine in den Aufstandsflächen der Laufräder wirkende kraftschlüssige Kräftegruppe X_{1i}, Y_{1i} und X_{2i}, Y_{2i} .

Für die Verteilung der Kraft S aus Schräglauf bei Kranen mit Spurkranzlaufrädern gilt Abschnitt 4.1.5 — Bild 4 — sinngemäß.

Für Krane mit insgesamt n jeweils in einer Achse i liegenden Laufradpaaren, von denen m drehzahlgekoppelt sind, deren Radlasten R_{1i} auf Seite 1 und R_{2i} auf Seite 2 je für sich untereinander gleich groß sind, gilt bei den üblichen Toleranzen für Laufraddurchmesser, Achsparallelität der

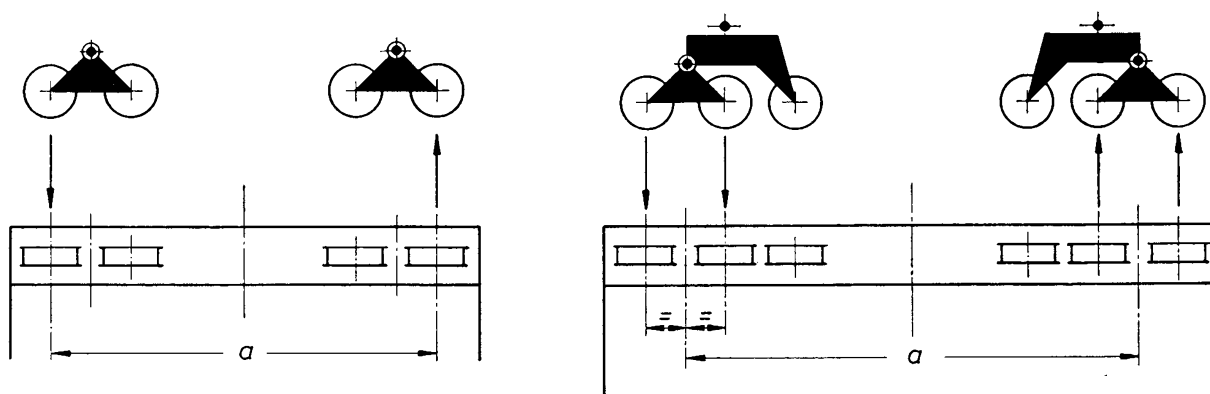


Bild 4. Verteilung der Seitenkräfte

Tabelle 3. Kraftschlußbeiwert f in Abhängigkeit vom Schräglaufwinkel α

α ‰	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,5	15,0	>15,0
f	0,094	0,118	0,139	0,158	0,175	0,190	0,203	0,214	0,233	0,248	0,259	0,268	0,275	0,287	0,293	0,300

Laufradbohrungen und Lage der Fahrbahn mit einem linearisierten, gleichermaßen für Längs- und Querschluß geltenden Kraftschlußgesetz

$$f = 0,30 \cdot (1 - e^{-0,25 \cdot \alpha})$$

Hierin bedeuten:

$e = 2,71828$ Basis der natürlichen Logarithmen und Schräglaufwinkel α in ‰.

$$S = \lambda \cdot f \cdot \Sigma R$$

$$X_{1i} = \lambda_{1ix} \cdot f \cdot \Sigma R \quad X_{2i} = \lambda_{2ix} \cdot f \cdot \Sigma R$$

$$Y_{1i} = \lambda_{1iy} \cdot f \cdot \Sigma R \quad Y_{2i} = \lambda_{2iy} \cdot f \cdot \Sigma R$$

Hierin bedeuten:

ΣR = Summe aller Radlasten aus Eigenlasten und Hublast ohne Beiwerte nach Abschnitt 4.1.4.

$$\alpha = \alpha_F + \alpha_v + \alpha_0 \leq 15 ‰$$

Schräglaufwinkel aus der Summe aller auf den Abstand a der formschlüssigen Führungsmittel bezogenen bei Schrägstellung des Kranes möglichen Verschiebungen quer zur Fahrbahn,

α_F = Schräglaufwinkel aus 75 ‰ des Spurspieles zwischen gerader Schiene und formschlüssigen Führungsmitteln, jedoch mindestens aus 5 mm bei Führungsrollen und mindestens aus 10 mm bei Spurkränzen,

α_v = Schräglaufwinkel aus Verschleiß mindestens 3 ‰ der Schienenkopfbreite bei Führungsrollen und mindestens 10 ‰ der Schienenkopfbreite bei Spurkränzen,

$\alpha_0 = 1 ‰$ Schräglaufwinkel aus Toleranzen des Kranes und der Kranbahn.

Andere Werte für Schräglaufwinkel α sind zu vereinbaren.

Die Faktoren λ , λ_{1ix} , λ_{1iy} und λ_{2ix} , λ_{2iy} für die Berechnung der Kräfte S , X_{1i} , Y_{1i} , X_{2i} , Y_{2i} sowie der Lage h des Gleitpoles sind nach den Tabellen 4 und 5 bestimmt durch die Abmessungen des Kranes nach Bild 5, die Lage des Gesamtschwerpunktes aus Eigenlasten und Hublasten und den Systemen von Fahrwerk und Tragwerk entsprechend den folgenden Kennzeichen:

W = Laufradpaar, das durch eine mechanische oder elektrische Welle drehzahlgekoppelt ist

E = Laufradpaar, einzeln gelagert oder einzeln angetrieben

F = Festlager von Laufrad und Tragwerk in bezug auf die seitliche Verschiebbarkeit

L = Loslager von Laufrad oder Tragwerk in bezug auf die seitliche Verschiebbarkeit

Tabelle 4. Lage h des Gleitpoles und Faktor λ zur Berechnung der formschlüssigen Kraft S

System	h	λ
FF	$\frac{m \cdot \xi \cdot \xi' \cdot l^2 + \Sigma e_i^2}{\Sigma e_i}$	$1 - \frac{\Sigma e_i}{n \cdot h}$
FL	$\frac{m \cdot \xi \cdot l^2 + \Sigma e_i^2}{\Sigma e_i}$	$\xi \left(1 - \frac{\Sigma e_i}{n \cdot h} \right)$

Tabelle 5. Faktoren λ_{1ix} , λ_{1iy} und λ_{2ix} , λ_{2iy} zur Berechnung der kraftschlüssigen Kräfte X_{1i} , Y_{1i} und X_{2i} , Y_{2i}

System	λ_{1ix}	λ_{1iy}	λ_{2ix}	λ_{2iy}
WFF	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$
EFF	0	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	0	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$
WFL	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	$\frac{\xi \cdot \xi'}{n} \cdot \frac{l}{h}$	0
EFL	0	$\frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h} \right)$	0	0

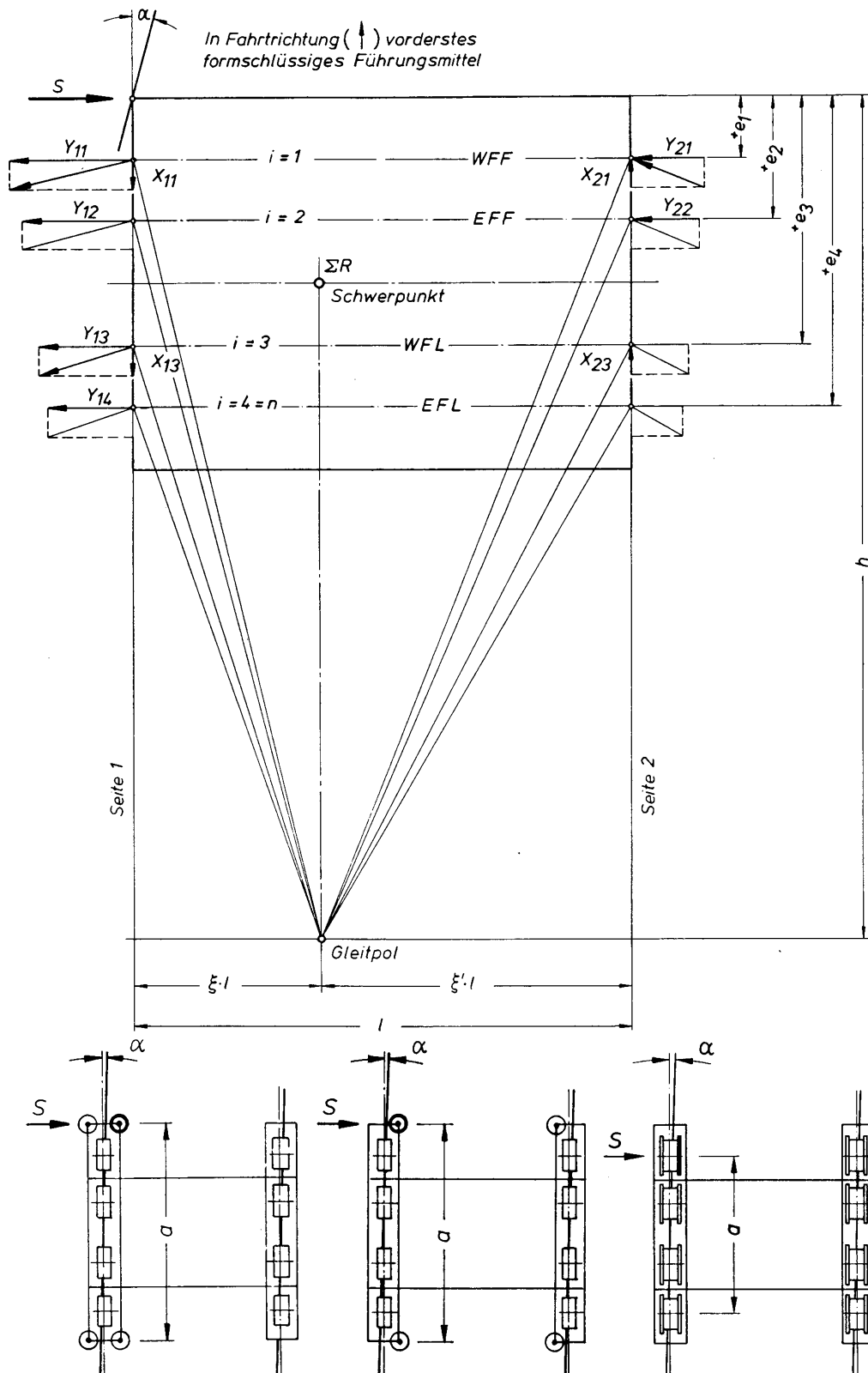


Bild 5. Abmessungen und Kräfte aus Schräglau für einen Kran mit vier durch unterschiedliche Systemmerkmale gekennzeichneten Laufradpaaren

4.2.3 Wärmewirkungen

Wärmewirkungen sind nur in besonderen Fällen zu berücksichtigen. Für Krane im Freien sind dann bei einer angenommenen Aufstellungstemperatur von $+10^\circ\text{C}$ Temperaturunterschiede von $\pm 35\text{ K}$, bei ungleichmäßiger Erwärmung einzelner Teile Temperaturunterschiede von $\pm 15\text{ K}$ anzunehmen.

Bei Kranen, die in Warmbetrieben arbeiten, müssen diese Werte den örtlichen Verhältnissen entsprechen, z. B. in Gießhallen, Tiefofenhallen.

In den Berechnungen ist ein Längen-Ausdehnungskoeffizient nach Tabelle 8 einzusetzen.

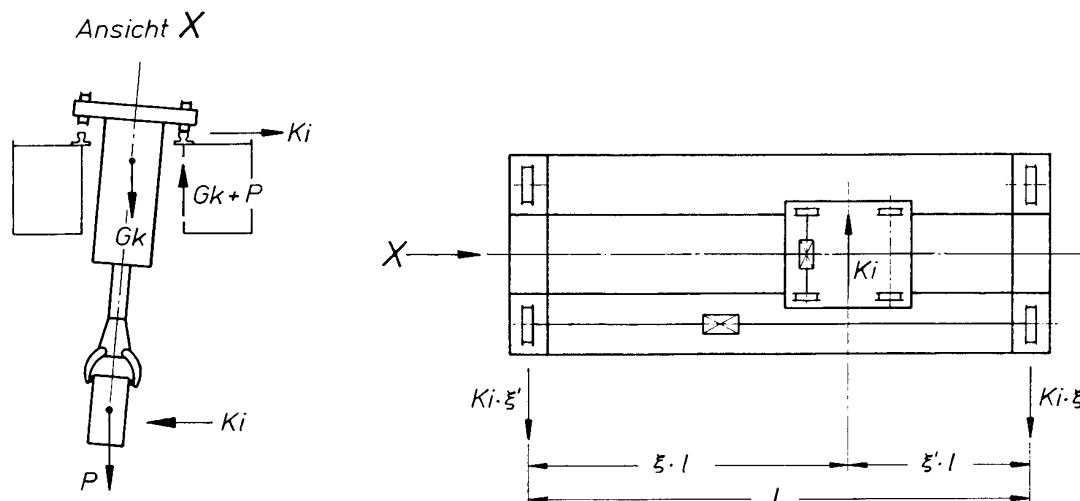


Bild 6. Beispiel für die Verteilung der Kräfte beim Kippen einer Laufkatze mit Hublastführung in Kranfahrrichtung

4.2.4 Schneelasten

Sneelasten sind nur in besonderen Fällen und dann nach DIN 1055 Teil 5 anzunehmen.

4.2.5 Lasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern

Für Laufstege, Treppen und Podeste ist neben den Eigenlasten noch eine wandernde Einzellast anzusetzen, und zwar 3000 N bei Begehen mit Traglasten, 1500 N bei Begehen ohne Traglasten.

An Geländerholmen ist eine wandernde, waagerechte nach außen oder innen wirkende Einzellast anzunehmen, und zwar

300 N bei Begehen mit Traglasten,

150 N bei Begehen ohne Traglasten.

Diese Einzellasten brauchen bei allen durch Hublasten nach Abschnitt 4.1.3 beanspruchten Bauteilen, z. B. Hauptträgern von Kranbrücken, nicht berücksichtigt zu werden.

4.3 Sonderlasten

4.3.1 Kippkraft bei Laufkatzen mit Hublastführung

Die Kraft beim Kippen von Laufkatzen mit Hublastführung ist aus den Kippbedingungen ohne Beiwerte nach Abschnitt 4.1.4 als eine in Flur- oder Hindernishöhe und in Katz- oder Kranfahrrichtung wirkende waagerechte Last K_i zu ermitteln. Die Laufkatze ist dabei in ungünstiger Stellung anzusetzen. Sofern nicht genauer gerechnet wird, ist K_i anteilig auf beide Kranbahnseiten ohne Massenkraftwirkungen und ohne Rücksicht auf etwaiges Rutschen der angetriebenen Laufräder zu verteilen (siehe Bild 6). Der Zahlenwert von K_i darf auf $1/4$ der Summe aus Eigenlast der Laufkatze G_K und Hublast P begrenzt werden.

Besteht betrieblich die Möglichkeit, daß die angekippete Laufkatze durch plötzliches Nachgeben des Hindernisses in die Normallage zurückkippen kann, so sind die hierbei auftretenden Kräfte zu berücksichtigen.

4.3.2 Pufferkräfte

Für diesen Sonderlastfall wird vorausgesetzt, daß im normalen Betrieb Krane oder Katzen nur selten an- oder zusammenprallen. Die Pufferkräfte P_u beim Anprall von Kranen oder Katzen gegen Anschläge oder beim Zusammenprall untereinander sind durch Puffer oder gleichwertige energieaufnehmende Einrichtungen zu begrenzen. Das erforderliche Arbeitsaufnahmevermögen der Puffer sowie die größten Pufferkräfte P_u sind bei Kranen aus 85 %, bei Katzen aus 100 % der Nennfahrsgeschwindigkeit zu ermitteln.

Sind Einrichtungen zum selbsttätigen Herabsetzen der Geschwindigkeit vorhanden, so dürfen das erforderliche Arbeitsaufnahmevermögen der Puffer und die größten Pufferkräfte P_u aus der dann größtmöglichen Fahrgeschwindigkeit — jedoch mindestens aus 70 % der Nenngeschwindigkeit — berechnet werden.

Außerdem ist beim Zusammenprall zweier Krane mit den bewegten Massen m_1 und m_2 und den Beträgen $|v_{F1}|$ und $|v_{F2}|$ der größten Fahrgeschwindigkeit die kinetische Energie anzusetzen zu

$$E = \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot (|v_{F1}| + |v_{F2}|)^2}{2(m_1 + m_2)}$$

Für den Nachweis der Puffer und der Festigkeit des Tragwerkes sind die Kräfte aus den bewegten Massen der Eigenlasten und ggf. der geführten Hublasten in der jeweils ungünstigsten Stellung anzusetzen, aber ohne die Beiwerte nach Abschnitt 4.1.4. An Tragmitteln hängende und frei auspendelnde Lasten bleiben unberücksichtigt. Für rotierende Fahrwerksteile ist eine entsprechende Ersatzmasse in die Rechnung einzuführen. Die Verteilung der Pufferkräfte ist entsprechend den Pufferkennlinien und den Bewegungsmöglichkeiten des Tragwerkes vorzunehmen. Hierbei dürfen Bewegungswiderstände aus dem Reibungsschluß zwischen Laufrädern und Schienen mit $f = 0,20$ berücksichtigt werden.

Bei Kranen oder Katzen mit oder ohne Nutzlast dürfen infolge der 1,1fachen Pufferkraft und der vorgenannten Eigen- und Hublasten keine negativen Radlasten entstehen. Falls nicht genauer gerechnet wird, sind beim Spannungsnachweis die Pufferkräfte mit einem Schwingbeiwert nach Tabelle 6 entsprechend der Form der Fläche unter der Pufferkennlinie zu vervielfachen.

Tabelle 6. Schwingbeiwerte zur vereinfachten Berechnung

Fläche unter der Pufferkennlinie etwa	Schwingbeiwert beim Anprall mit	
	Kran	Katze
Dreieck	1,25	1,35
Viereck	1,50	1,60

Auf den Nachweis des Arbeitsaufnahmevermögens der Puffer und der Wirkung der Pufferkräfte auf das Tragwerk kann für Turm- und Portaldrehkrane verzichtet werden, wenn die Nennfahrgeschwindigkeit kleiner als 40 m/min ist und außer den Anschlägen zuverlässig wirkende Endschräler vorhanden sind.

4.3.3 Prüflasten

Für Krane, deren Standsicherheitsnachweis nach DIN 15019 Teil 1 bzw. Teil 2 geführt werden muß, sind die dort angegebenen kleinen bzw. großen Prüflasten dem rechnerischen Spannungsnachweis zugrunde gelegt.

Für Krane, für die kein Standsicherheitsnachweis geführt zu werden braucht, gelten in Abhängigkeit von der Hublast P als

kleine Prüflast: $P_k = 1,25 \cdot P$

große Prüflast: $P_g = 1,33 \cdot P$

für die Hubklassen H1 und H2

(Nach besonderer Vereinbarung) $P_g = 1,50 \cdot P$

für die Hubklassen H3 und H4

Für den Spannungsnachweis ist die kleine Prüflast mit $\frac{1 + \psi}{2}$ zu vervielfachen.

Die Lastannahmen für den Spannungsnachweis bei Prüflast setzen folgendes Vorgehen bei Durchführung der Prüflastbelastung voraus:

Wird der Kran mit der kleinen Prüflast belastet, müssen alle zulässigen Bewegungen einzeln mit den ungünstigsten Laststellungen, aber mit der gebotenen Vorsicht, ausgeführt werden. Eine neue Bewegung darf erst eingeleitet werden, wenn Schwingungen aus der vorangegangenen Bewegung abgeklungen sind.

Wird der Kran mit der großen Prüflast belastet, ist zunächst die kleine Prüflast auf einen geringen Abstand vom Boden anzuheben. Anschließend ist die Restlast für die große Prüflast mit erforderlicher Sorgfalt so aufzubringen, daß möglichst geringe Schwingungen verursacht werden.

Prüfungen mit P_k oder P_g sind bei Windstille vorzunehmen.

5 Lastfälle

Die in Abschnitt 4 genannten Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten sind in Tabelle 7 zu den Lastfällen H, HZ und HS zusammengefaßt.

Alle Lasten einer Spalte der dick umrandeten Felder innerhalb der Regellastfälle bilden zusammen einen Lastfall H. Alle Lasten einer Spalte innerhalb der Regellastfälle bilden zusammen einen Lastfall HZ.

6 Berechnung

6.1 Allgemeine Angaben

Die Berechnungen müssen den anerkannten Regeln der Statik, Dynamik und Festigkeitslehre entsprechen.

Werden zusätzliche Versuche zur Ermittlung von Spannungen im Rahmen der Lastannahmen nach den Abschnitten 4 und 5 durchgeführt, dann können die Versuchsergebnisse unter Einhaltung gleicher Sicherheit der Berechnung zugrunde gelegt werden.

Die Angaben über System, Maße und Querschnitte müssen in Berechnungen und Zeichnungen übereinstimmen. Abweichungen sind zulässig, wenn dadurch zweifelsfrei die Sicherheit in allen Teilen erhöht ist.

6.2 Lage der Kranbahn

Wenn der Kranbetreiber nichts Abweichendes angibt, wird in der Berechnung vorausgesetzt, daß die Kranbahn sorgfältig verlegt sowie lotrecht und waagrecht ausgerichtet ist.

6.3 Bewegliche Lasten

Bewegliche Lasten sind in den für den untersuchten Bauteil ungünstigsten Stellungen, Werten und Richtungen anzusetzen.

6.4 Werkstoffe

Die vorgesehenen Werkstoffe sind anzugeben. Andere Werkstoffe als die in Tabelle 8 genannten Stahlsorten dürfen verwendet werden, wenn die mechanischen Eigenschaften, die chemische Zusammensetzung und gegebenenfalls die Schweißbeignung vom Hersteller des Werkstoffes gewährleistet werden.

Die zulässigen Spannungen für den Allgemeinen Spannungsnachweis und Betriebsfestigkeitsnachweis sowie die Stabilitätskriterien dürfen bei bestenfalls gleichem Verhältnis aus den gefährlichen Grenzzuständen (gewährleistete Streckgrenze bzw. 0,2 % -Grenze, Betriebsfestigkeit bei 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit, Knicken, Kippen, Beulen) abgeleitet werden wie bei den in Tabelle 8 genannten Stahlsorten, und zwar durch zuverlässig begründbare Rechnung oder ausreichend wirklichkeitsnahe Versuche, z. B. mit Schweißverbindungen bei ruhender oder zeitlich veränderlicher Beanspruchung.

6.5 Querschnittswerte und Lochabzug für Bauteile und Querschnittswerte für Schweißnähte

Die maßgebenden Querschnittswerte und Lochabzüge für Bauteile sind nach DIN 18800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Abschnitt 3.4, und für Schweißnähte nach den Abschnitten 7.3.1.1 und 7.3.1.2 derselben Norm zu ermitteln. Für HV-Verbindungen gelten die „HV-Richtlinien“ (siehe Abschnitt 2).

Elastische Verformungen, z. B. zur Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke, sind mit Querschnittswerten ohne Lochabzug zu ermitteln.

6.6 Zugstäbe

Zugstäbe, die bei kleinen Abweichungen von den planmäßigen Lastannahmen Druckspannungen erhalten können, sollen einen Schlankheitsgrad $\lambda \leq 250$ haben und eine angemessene Druckkraft aufnehmen können.

6.7 Spannungsermittlung

Die Spannungen sind für die einzelnen Lastfälle nach Abschnitt 5 und Tabelle 7 mit den Querschnittswerten nach Abschnitt 6.5 zu ermitteln.

Bei quer zur Nahrichtung auf Druck beanspruchten Kehlnähten, z. B. zwischen Gurt- und Stegblech, darf Kontakt zwischen den zu verbindenden Bauteilen nicht berücksichtigt werden.

6.8 Anschlüsse und Stöße

Im Bereich von Kraftumleitungen und Ausschnitten sind die dadurch gestörten Spannungszustände nachzuweisen, soweit diese nicht durch bauliche Maßnahmen ausreichend berücksichtigt sind.

Die einzelnen Teile eines Stabes usw. sind je für sich anzuschließen oder zu stoßen und zu decken.

Beim Anschluß einer Schnittgröße zusammengesetzter Bauteile gemeinsam durch Schweißnähte, Nieten und Schrauben muß die Schnittgröße anteilig auf die einzelnen Querschnittsteile eindeutig verteilbar sein und in jedem Querschnittsteil durch nur eine Verbindungsart übertragen werden.

Beiwinkel sind entweder in einem Schenkel mit dem 1,5fachen und im anderen Schenkel mit dem einfachen Wert oder in beiden Schenkeln mit dem 1,25fachen Wert, angeschweißte Beibleche mit dem 1,5fachen Wert der anteiligen Schnittgröße anzuschließen.

Tabelle 7. Lastfälle

Lasten		Zeichen	Regellastfälle					Sonderlastfälle			
			$\varphi \cdot G$	$\varphi \cdot G$	G	$\varphi \cdot G$	G	G	$\varphi \cdot G$	G	
4.1 Hauptlasten	4.1.1 Eigenlast	G									G
	4.1.4.1 Eigenlastbeiwert	φ									
	4.1.2 Lasten von Schüttgütern in Bunkern und auf Stetigförderern	G_m	$\varphi \cdot G_m$	$\varphi \cdot G_m$	G_m	$\varphi \cdot G_m$		$\varphi \cdot G_m$			
	4.1.3 Hublast	P	$\psi \cdot P$					P			
	4.1.4.2 Hublastbeiwert	ψ									
	4.1.4.3 Fallenlassen oder plötzliches Absetzen von Nutzlasten	$-0,25 \cdot \psi \cdot P$									
	4.1.3 Hublast ohne Wirkung der Nutzlast	P_0		$-0,25 \cdot \psi \cdot P$			P_0				
	4.1.5 Massenkkräfte aus Antrieben	Katzenfahren	K_a	K_a					K_a		
		Kranfahren	K_r			K_r				K_r	
		Drehen	D_r	D_r		D_r				D_r	
		Wippen	W_p	W_p		W_p				W_p	
4.2 Zusatzlasten	4.1.6 Fliehkräfte	Z		Z						Z	
	4.2.1 Windlast	in Betrieb	W_i	W_i				W_i			
		außer Betrieb	W_a				W_a				
	4.2.2 Kräfte aus Schräglaufl	S						S			
4.3 Sonderlasten	4.3.1 Kippkraft bei Laufkatzen mit Hublastführung	K_i							K_i		
	4.3.2 Pufferkräfte	P_u								P_u	
	4.3.3 Prüflasten	klein								$\frac{1+\psi}{2} \cdot P_k$	
		groß									P_g

Die Windlasten sind stets in voller Größe einzusetzen. Gleichzeitig mit Windlasten wirkende Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte sind nur so weit anzusetzen, daß die Antriebskräfte nach Abschnitt 4.1.5 nicht überschritten werden.

Aufprall von Schüttgut nach Abschnitt 4.1.7, Wärmewirkungen nach Abschnitt 4.2.3, Schneelasten nach Abschnitt 4.2.4, Lasten auf Laufstegen usw. nach Abschnitt 4.2.5 sind nur in besonderen Fällen zu berücksichtigen.

Tabelle 8. Kennwerte der Stahlsorten für die Berechnung

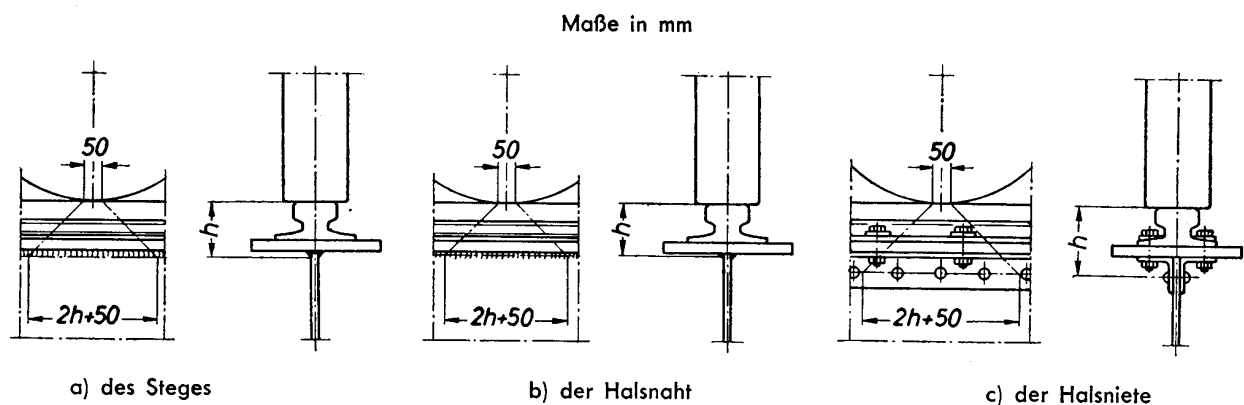
Stahlsorte		Kennwerte			α_T $\frac{\text{mm}}{\text{mm} \cdot \text{K}}$
		Streck- grenze σ_S N/mm ²	Elastizitäts- modul (Zug, Druck) E N/mm ²	Schub- modul G N/mm ²	
Kurzname	nach				
Baustahl St 37 *)	DIN 17 100	240	210 000	81 000	$12 \cdot 10^{-6}$ $12 \cdot 10^{-6}$
Rohr Stahl St 35 *)	DIN 1629 T 1 u. T 3				
Baustahl St 52-3	DIN 17 100				
Schienenstahl von mindestens 600 N/mm ² Zugfestigkeit					
*) Alle Gütegruppen, Erschmelzungs- und Vergießungsarten.					

Auswahl von Gütegruppen, Erschmelzungs- und Vergießungsart der Stähle nach DIN 15018 Teil 2.

6.9 Längsverteilung von Radlasten

Die örtlichen Spannungen in Schiene, Schienenfuß, Gurten, Halsnähten oder Halsnieten und Stegen von Schienenträgern aus normal und quer zur Schiene gerichteten Radlasten sind entsprechend dem Schiene-Gurt-System zu ermitteln. Die einzelne Radlast darf, falls nicht genauer gerechnet wird, bei unmittelbarer Lagerung der Schiene auf dem Gurt nach Bild 7 in Schienenrichtung auf die Länge ($2h + 50$ mm) gleichmäßig verteilt werden. Als Höhe h , bezogen auf die Oberkante der Schiene, ist dabei einzusetzen für die Untersuchung

- des Steges: der Abstand bis zur Unterkante der Halsnaht oder des Flanschansatzes (siehe Bild 7 a),
 der Halsnaht: der Abstand bis zur Schwerlinie der Halsnaht (siehe Bild 7 b),
 der Halsniete: der Abstand bis zur Nietrißlinie (siehe Bild 7 c).

Bild 7. Höhe h für die Untersuchung

Ist die Schiene auf einer elastischen Unterlage verlegt, so muß die Quer- und Längsverteilung der Auflagerpressung unter der Schiene in der für die Berechnung des Schienenträgers und der Schiene jeweils ungünstigeren Form berücksichtigt werden.

7 Nachweise

7.1 Allgemeine Angaben

Die Nachweise nach den Abschnitten 7.2, 7.3 und 7.4 sind einzeln für die tragenden Bauteile und wesentlichen Verbindungen zu führen. Für untergeordnete Bauteile, z. B. Laufstege, Treppen, Podeste, Geländer und Schutzhäuser, brauchen keine Nachweise in die Berechnungen aufgenommen zu werden.

Die nach Kranart, Lastfall und Nachweis maßgebenden Gesamtspannungen dürfen die jeweils zulässigen Spannungen nicht überschreiten, ebenso dürfen die geforderten Sicherheiten nicht unterschritten werden.

In Sonderfällen nach Tabelle 9 dürfen die zulässigen Spannungen nach den Tabellen 10 bis 12 überschritten und die geforderten Beulsicherheiten nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 und nach Tabelle 13 unterschritten werden. Beim Zusammentreffen mehrerer Sonderfälle darf insgesamt nur die größte der für einen dieser Sonderfälle zugestandenen Über- oder Unterschreitungen erreicht werden, jedoch für jeden einzelnen nur der betreffende Wert.

Tabelle 9. Zugelassene Überschreitungen der zulässigen Spannungen und Unterschreitungen der Beulsicherheiten

Lfd. Nr	Sonderfall	zul. Überschreitungen	zul. Unterschreitungen
1	Abweichungen der Lastannahmen zusammen	3 % der zul. Spannungen	3 % der Sicherheiten
2	Ungewollte Änderungen der Stützbedingungen	10 % der zul. Spannungen	6 % der Sicherheiten
3	Bauzustände	10 % der zul. Spannungen für Lastfall HZ	6 % der Sicherheiten für Lastfall HZ

7.2 Allgemeiner Spannungsnachweis

7.2.1 Lastfälle und zulässige Spannungen

Der Allgemeine Spannungsnachweis auf Sicherheit gegen Erreichen der Fließgrenze ist getrennt für die Lastfälle H und HZ mit den zulässigen Spannungen nach den Tabellen 10 bis 12 zu führen. Für die Lastfälle HS sind die 1,1fachen Spannungen des Lastfalles HZ zulässig.

In unmittelbarer Nähe von Krafteinleitungsstellen sind auch für Druckspannungen die Werte der Spalte „zul σ_z “ zulässig.

Die Schweißnaht muß mindestens die Zugfestigkeit und die Streckgrenze des Stahles der verschweißten Bauteile haben. Für Längsbeanspruchung gelten die zulässigen Spannungen in Bauteilen nach Tabelle 10.

Die zulässigen Zugspannungen in Schweißnähten für Querbeanspruchung dürfen nur dann angewandt werden, wenn die zu der Übertragung der Zugkräfte erforderlichen und dabei quer in ihrer Walzebene beanspruchten Bleche hierzu geeignet sind (siehe Tabelle 24; Prüfverfahren zu Kurzzeichen D).

Tabelle 10. Zulässige Spannungen in Bauteilen beim Allgemeinen Spannungsnachweis und Stabilitätsnachweis

Stahlsorte der Bauteile		Lastfall	zulässige Vergleichs- spannung	zulässige Zugspannung	zulässige Druckspannung	zulässige Schubspannung
Kurzname	nach		zul σ_z N/mm ²		zul σ_d N/mm ²	zul τ N/mm ²
St 37 *)	DIN 17 100	H	160		140	92
		HZ	180		160	104
St 52-3	DIN 17 100	H	240		210	138
		HZ	270		240	156

*) Alle Gütegruppen, Erschmelzungs- und Vergießungsarten.

In den Nachweisen nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 sind für „zul σ “ immer nur die Werte der Spalte „zul σ_d “ einzusetzen.

Tabelle 11. Zulässige Spannungen in Schweißnähten beim Allgemeinen Spannungsnachweis

Stahlsorte der verschweißten Bauteile		Lastfall	zulässiger Vergleichs- wert	zulässige Zugspannung für Querbeanspruchung			zulässige Druckspannung für Querbeanspruchung		zulässige Schubspannung	
				zul σ_{wz} N/mm ²			zul σ_{wd} N/mm ²		zul τ_w N/mm ²	
Kurzname	nach		alle Nahtarten	Stumpfnah K-Naht Sondergüte	K-Naht Normal- güte	Kehl- naht	Stumpf- naht K-Naht	Kehl- naht	alle Nahtarten	
St 37 *)	DIN 17 100	H		160		140	113	160	130	113
		HZ		180		160	127	180	145	127
St 52-3	DIN 17 100	H		240		210	170	240	195	170
		HZ		270		240	191	270	220	191

*) Alle Gütegruppen, Erschmelzungs- und Vergießungsarten.