F 4763 A

MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

35. Jahrgang | Ausgegeben zu Düsseldorf am 27. Januar 1982 | Nummer 4

Inhalt

I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBl. NW.) aufgenommen werden.

Glied.-Nr.	Datum	Titel	Seite
23236	21. 12. 1981	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 4132 – Kranbahnen	50
23236	22. 12. 1981	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 15018 – Krane	95
23236	23. 12. 1981	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 15019 – Krane; Standsicherheit	144

II.

Veröffentlichungen, die **nicht** in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBl. NW.) aufgenommen werden.

Datum		Seite
	Hinweise	
	Inhalt des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen	
	Nr. 1 v. 8. 1. 1982	151
	Nr. 2 v. 14. 1. 1982	151
	Hinweis für die Bezieher des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen	152

I.

23236

DIN 4132 – Kranbahnen

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung
v. 21. 12. 1981 – V B 4 – 481.124

Anlage 1 1 Die Norm Ausgabe Februar 1981 – Kranbahnen;
DIN 4132, Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung; bauliche Durchbildung und Ausführung –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

Sie ersetzt zusammen mit DIN 15018 Teile 1 und 2, Ausgabe April 1974, und DIN 15019 Teil 1, Ausgabe September 1979, die Norm

DIN 120, Ausgabe November 1936,
Teil 1 Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen
Teil 2 –; Grundsätze für die bauliche Durchbildung

Anlage 2 Das Beiblatt 1 zu DIN 4132, Ausgabe Februar – Erläuterungen – wird bekanntgemacht.

2 Die Bauaufsichtsbehörden haben im Bauschein folgenden Hinweis aufzunehmen:

„Eine Überprüfung der Kranbahnen auf Anrisse ist in geeigneten Zeitabständen vom Betreiber der Kranbahn oder von seinem Beauftragten durchzuführen (vgl. DIN 4132 Abschn. 1, 3. Absatz)."

3 Folgende RdErl. werden aufgehoben:

v. 6. 12. 1940 (RABl. 1941 S. I 16/ZdB. 1941 S. 313) betr. Einführung der Normen DIN 120 Teil 1 und Teil 2

v. 28. 5. 1942 (RABl. S. I 279/ZdB. S. 331) betr. ergänzende Bestimmungen bezügl. Stahl und Stahlbeton

v. 9. 11. 1943 (RABl. S. I 562/ZdB. 1944 S. 26) betr. Tragfähigkeit von Maschinenhauskranen

v. 20. 4. 1959 (MBl. NW. S. 1093/SMBl. NW. 232343) betr. Ersatz der §§ 17 u. 18 durch DIN 4114

v. 17. 7. 1959 (MBl. NW. S. 1798/SMBl. NW. 23236) betr. zulässige Spannungen und Baustoffe

v. 23. 6. 1964 (MBl. NW. S. 976/SMBl. NW. 23236) betr. Windlasten

4 Der RdErl. v. 16. 11. 1979 (SMBl. NW. 2323) ist in der Anlage bei Abschnitt 7 wie folgt zu ergänzen:

Spalte 1: 4132
Spalte 2: Februar 1981
Spalte 3: Kranbahnen; Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung
Spalte 4: 21. 12. 1981
Spalte 5: MBl. NW. S. 50
SMBl. NW. 23236
Spalte 6: Beiblatt 1 zu DIN 4132, Ausgabe Februar 1981, Erläuterungen;
bekanntgegeben: RdErl. v. 21. 12. 1981 (MBl. NW. 1982 S. 83/SMBl. NW. 23236)

DK 621.873.2 : 621.874 : 624.96.014.2 DEUTSCHE NORMEN

Anlage 1
Februar 1981

Kranbahnen
Stahltragwerke
Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung

DIN 4132

Crane runways; steel structures; design and construction principles

Chemins de roulement de ponts roulants; structures porteuses en acier; principes pour le calcul, la construction et l'exécution

Diese Norm wurde im Fachbereich Stahlbau des NABau ausgearbeitet.

Maße in mm

Inhalt

1 Allgemeine Angaben
1.1 Anwendungsbereich
1.2 Mitgeltende Normen und Unterlagen

2 Bedingungen aus Kranbetrieb

3 Lastannahmen
3.1 Hauptlasten (H)
3.1.1 Ständige Lasten
3.1.2 Verkehrslasten von Kranlaufrädern
3.1.3 Schwingbeiwerte
3.1.4 Radlasten aus mehreren Kranen
3.2 Zusatzlasten (Z)
3.2.1 Lasten quer zur Fahrbahn
3.2.1.1 Kranbahnträger
3.2.1.2 Kranbahnunterstützungen und -aufhängungen
3.2.2 Waagerechte Lasten L längs der Fahrbahn aus Anfahren oder Bremsen von Kranen
3.2.3 Zusatzlasten (Z) aus mehreren Kranen
3.2.4 Verkehrslasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern
3.2.5 Windlasten
3.2.5.1 Lasten infolge Wind auf Krane
3.2.5.2 Lasten infolge Wind auf Kranbahnen
3.2.6 Wärmewirkungen
3.2.7 Schneelasten
3.3 Sonderlastfälle
3.3.1 Kippen bei Laufkatzen mit Hublastführung
3.3.2 Anprall von Kranen gegen Anschläge — Pufferendkräfte

4 Festigkeitsberechnungen und zulässige Spannungen
4.1 Berechnungsgrundsätze
4.1.1 Allgemeine Angaben
4.1.2 Spannungen aus der Radlasteinleitung
4.2 Allgemeiner Spannungsnachweis
4.3 Stabilitätsnachweis
4.4 Betriebsfestigkeitsuntersuchung
4.4.1 Allgemeine Angaben
4.4.2 Berechnung nach Beanspruchungsgruppen
4.4.3 Spannungsnachweise
4.4.4 Zwängungsspannungen in Fachwerkträgern
4.4.5 Zulässige Spannungen zul σ_{Be}, zul τ_{Be}, zul $\tau_{a,Be}$, zul $\sigma_{l,Be}$
4.5 Zulässige Kräfte und zulässige Spannungen bei Anwendung hochfester Schrauben
4.5.1 SLP-Verbindungen
4.5.2 GV- und GVP-Verbindungen
4.6 Standsicherheits- und sonstige Nachweise
4.7 Formänderungen

5 Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung
5.1 Niet- und Schraubenverbindungen
5.1.1 Niete
5.1.2 Paßschrauben
5.1.3 Rohe Schrauben
5.1.4 Hochfeste Schrauben
5.1.5 Anordnung der Niete und Schrauben
5.2 Brenngeschnittene Walzerzeugnisse
5.3 Schweißverbindungen
5.3.1 Anforderungen an Betriebe und Fachkräfte
5.3.2 Nahtarten und Nahtgüten
5.3.3 Bauliche Durchbildung geschweißter Bauteile
5.3.4 Dicke der mit dem Trägersteg verschweißten Gurtplatten
5.4 Anschlüsse, Stöße
5.4.1 Anzahl der Niete und Schrauben
5.4.2 Mittelbare Deckung
5.4.3 Futterstücke
5.4.4 Beiwinkel und Beibleche
5.4.5 Zusammenwirken von Schweißnähten und anderen Verbindungsmitteln
5.5 Besondere Maßnahmen
5.5.1 Lasteinleitungen und Kraftumlenkungen
5.5.2 Gurtbiegung aus der Radlasteinleitung
5.6 Korrosionsschutz
5.7 Anforderungen an die Erstellung der Kranbahnen von Brückenkranen
5.7.1 Spurweite
5.7.2 Lage der Schiene im Grundriß
5.7.3 Höhenlage der Schienenoberkante
5.7.4 Lage der Endanschläge

6 Tabellen für die Schweißnahtgüten, die Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle und die zulässigen Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung
6.1 Schweißnahtgüten (Tabelle 4)
6.2 Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle (Tabellen 5 und 6)
6.3 Zulässige Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung
6.3.1 Zulässige Spannungen für St 37 (Tabellen 7 bis 12)
6.3.2 Zulässige Spannungen für St 52 (Tabellen 13 bis 18)
6.4 Angaben des Bauherrn (Tabelle 19)

Frühere Ausgaben:
DIN 120 Teil 1: 11.36xxxx
DIN 120 Teil 2: 11.36
DIN 4132: 02.80

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

Änderung Februar 1981:
Zulässige Schubspannungen in Kehlnähten abgemindert (Abschnitt 4.4.5)

DIN 4132

1 Allgemeine Angaben

Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung von Stahltragwerken für Kranbahnen erfordern gründliche Fachkenntnisse. Daher dürfen mit diesen Arbeiten nur solche Ingenieure und Betriebe beauftragt werden, die diese Kenntnisse haben und Gewähr für eine sorgfältige Durchführung bieten. Für die Ausführung geschweißter Tragwerke müssen Fachkräfte und Betriebe die besonderen Anforderungen nach Abschnitt 5.3.1 erfüllen.

Von den Bestimmungen dieser Norm darf in Ausnahmefällen abgewichen werden, wenn dies durch rechnerische Nachweise, gegebenenfalls auch durch entsprechende Versuche, begründet und von der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle anerkannt ist.

Wegen der Streuungen in den Versuchswerten für die Festigkeiten unter häufig wiederholter Beanspruchung und wegen möglicher Ungenauigkeiten in der Vorausbeurteilung des Kranbetriebes ist eine Überprüfung der Kranbahnen auf Anrisse erforderlich. Sie ist in geeigneten Zeitabständen vom Betreiber der Kranbahn (oder seinem Beauftragten) durchzuführen. Der Hersteller hat den Bauherrn bei der Übergabe der Kranbahnen auf die Notwendigkeit dieser späteren Überprüfungen hinzuweisen.

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für Stahltragwerke von Kranbahnen aller Art, hierzu gehören auch Bahnträger für Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen sowie fest oder pendelnd aufgehängte Bahnträger für Hängekrane (Deckenkrane). Die Norm ergänzt, erweitert oder beschränkt die hierfür als Grundnormen dienende DIN 1050 sowie die nur auf Tragwerke mit vorwiegend ruhenden Lasten anwendbare DIN 4100 und behandelt auch die für Kranbahnen zu führende Betriebsfestigkeitsuntersuchung. Ebenso wird DIN 1000 als Grundnorm benutzt.

1.2 Mitgeltende Normen und Unterlagen

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

DIN 1000	Stahlbauten; Ausführung
DIN 1050	Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 1055 Teil 1	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 Teil 3	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Schneelast und Eislast
DIN 4100	Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 4114 Teil 1	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen; Vorschriften
DIN 4114 Teil 2	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen; Richtlinien
DASt-Richtlinie 008	Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau *)
DASt-Richtlinie 010	Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau *)

Weitere Normen und Richtlinien, auf die im Text hingewiesen wird, sind auf Seite 32 zusammengestellt.

2 Bedingungen aus Kranbetrieb

Die Berechnung richtet sich nach Art und Anzahl der verkehrenden Krane. Die verschiedenen Kranarten sind in DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, eingestuft

- nach den Hubmöglichkeiten in Hubklassen H 1, H 2, H 3, H 4 (siehe dort Tabelle 23),
- nach den Spannungsspielbereichen und Spannungskollektiven in Beanspruchungsgruppen B 1, B 2, B 3, B 4, B 5 und B 6 (siehe dort Tabellen 14 und 23).

Verkehrt ein Kran mit zwei verschiedenen Nutzlasten unter abweichenden Betriebsbedingungen nach DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Tabelle 23, so sind für beide Fälle die Nachweise nach Abschnitt 4 zu führen.

Besondere Betriebsverhältnisse, so z. B. das planmäßige Zusammenarbeiten zweier Krane als Kranpaar, sind zu berücksichtigen (siehe Abschnitte 3.1.4 und 3.2.3).

Günstigere Betriebsbedingungen oder Hublasten für einzelne Kranbahnabschnitte nach Angaben und Gewährleistung des Bauherrn dürfen entsprechend berücksichtigt werden. Die zu berücksichtigenden Einflüsse, Bedingungen und Verhältnisse sind vom Bauherrn verbindlich anzugeben (siehe Abschnitt 6.4, Tabelle 19). Diese Angaben sind in die Festigkeitsberechnung als Bestandteil aufzunehmen. Nachträgliche Änderungen bedingen neue Untersuchungen.

Es wird vorausgesetzt, daß die vom Bauherrn und Kranhersteller vereinbarten Herstellungstoleranzen der Krane eingehalten werden. Zum Beispiel müssen bei Brückenkranen die Achsen der Laufräder innerhalb der tolerierten Grenzen parallel zueinander sein und auf jeder Seite für sich in einer Höhe liegen.

3 Lastannahmen

Die Hauptlasten bilden den Lastfall H, die Haupt- und Zusatzlasten zusammen den Lastfall HZ.

3.1 Hauptlasten (H)

Hauptlasten sind die ständigen Lasten nach DIN 1055 Teil 1, die Verkehrslasten von Kranlaufrädern einschließlich Schwingwirkungen und in besonderen Fällen die waagerechten Seitenlasten infolge der „Massenkräfte aus Antrieben" (siehe Abschnitt 3.2.1.1), wenn diese in einem bestimmten Kranbahnbereich bedingt durch den Kranbetrieb nach Angaben des Bauherrn (Tabelle 19) regelmäßig wiederholt auftreten.

Wegen Einschränkungen für Verkehrslasten aus den Kranlaufrädern siehe Abschnitt 3.2.3.1, wegen Behandlung der Schneelasten als Hauptlasten siehe Abschnitt 3.2.7, 2. Absatz.

Bei gekrümmten Kranbahnen, die von Einschienenkatzen befahren werden (Katzbahnen), sind die auftretenden Fliehkräfte als Hauptlasten zu berücksichtigen.

3.1.1 Ständige Lasten

Über DIN 1055 Teil 3 hinaus gehören hierzu auch ständige Wirkungen von planmäßigen Änderungen der Stützbedingungen, Vorspannungen [1]) und ungewollte Änderungen der Stützbedingungen, falls die planmäßigen nicht wieder hergestellt werden. Bei Tragsicherheitsnachweisen nach Abschnitt 4.1.1, Absatz 4, bleiben diese Einflüsse laut DASt-Richtlinie 008, Abschnitt 3, unberücksichtigt.

---

[1]) Im Falle von Vorspannungen ist ein Tragsicherheitsnachweis zu führen. Die künftige Grundnorm DIN 18800 wird hierzu voraussichtlich Regelungen enthalten.

*) Zu beziehen durch Deutscher Stahlbauverlag, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

**) Für Teile von Normen wird die Bezeichnung „Teil" verwendet, auch wenn die derzeitig vorliegende, hier zitierte Ausgabe noch die Bezeichnung „Blatt" trägt.

3.1.2 Verkehrslasten von Kranlaufrädern

Es sind die ungünstigsten Radlasten aus ständiger Last und Hublast der planmäßig verkehrenden Krane in ungünstigster Stellung anzusetzen. Ohne Hublast ist zu rechnen, falls dies ungünstiger ist.

Bei den Beanspruchungsgruppen B1 bis B3 dürfen die Radlasten von Rädern auf Schienen als planmäßig in Schienenkopfmitte angreifend angenommen werden, sofern für besondere Betriebsbedingungen vom Bauherrn nichts anderes festgelegt ist. Bei den Beanspruchungsgruppen B4 bis B6 ist im allgemeinen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung ein außermittiger Lastangriff von ± ¼ der Schienenkopfbreite anzunehmen.

3.1.3 Schwingbeiwerte

Wegen der Schwingwirkungen in der Kranbahn beim Kran- und Katzfahren sowie beim Anheben und Absetzen der Nutzlasten sind die Radlasten mit dem Schwingbeiwert φ zu vervielfachen. Seine Größe richtet sich nach den Hubklassen H1 bis H4 des Kranes und ist für Kranbahnträger und deren Unterstützungen oder Aufhängungen [2]) aus der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1. **Schwingbeiwerte φ**

Bauteil	Hubklasse des Krans			
	H 1	H 2	H 3	H 4
Träger	1,1	1,2	1,3	1,4
Unterstützungen oder Aufhängungen	1,0	1,1	1,2	1,3

Bei der Berechnung von Spannungen aus dem gleichzeitigen Wirken mehrerer Krane ist für den Kran mit dem größten Wert $\varphi \cdot R$ mit dessen Schwingbeiwert und für die übrigen mit dem Schwingbeiwert der Hubklasse H1 zu rechnen.

Ohne Schwingbeiwert sind stets zu berechnen:

Grundbauten, Bodenpressungen, Formänderungen, Standsicherheit (siehe auch Abschnitte 3.3.1, 3.3.2 und 4.6).

3.1.4 Radlasten aus mehreren Kranen

Zwei Krane gleicher oder verschiedener Bauart, die nach Angaben des Bauherrn vorwiegend als Kranpaar planmäßig zusammenarbeiten, sind wie **ein** Kran zu behandeln.

Im übrigen sind im Lastfall H Radlasten — jeweils in ungünstigster Stellung — von höchstens

a) 2 Kranen je Kranbahn

b) 3 Kranen je Hallenschiff

oder

3 Kranen in mehrschiffigen Bauten

(jeweils unter Beachtung der Bedingung a)) anzusetzen.

Sollen weitere Krane berücksichtigt werden, so ist dies besonders zu vereinbaren.

Angaben über anzusetzende lotrechte Lasten weiterer Krane als Zusatzlasten siehe Abschnitt 3.2.3.1.

3.2 Zusatzlasten (Z)

3.2.1 Lasten quer zur Fahrbahn

3.2.1.1 Kranbahnträger

Waagerechte Seitenlasten H_M infolge der „Massenkräfte aus Antrieben" oder Seitenlasten H_S und S als „Kräfte aus Schräglauf" [3]) sind entsprechend DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitte 4.1.5 und 4.2.2, je für sich in ungünstigster Größe und Richtung auf die Kranbahn anzusetzen; sie sind vom Bauherrn (Tabelle 19) anzugeben. Die mögliche Überlagerung von Seitenlasten aus den beiden vorgenannten Einflüssen ist durch einen Zuschlag von 10% zu den Seitenlasten H_S und S zu berücksichtigen, sofern kein genauerer Nachweis für diese Überlagerung erfolgt. Der Zuschlag darf entfallen, wenn der größte mögliche Kraftschlußbeiwert $f = 0{,}3$ (DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Tabelle 3) angesetzt wird.

Bezüglich eines Ansatzes der Seitenlasten H_M als Hauptlasten siehe Abschnitt 3.1. Auch in diesem Falle sind entweder die Lasten H_M oder H_S und S wie vorstehend anzusetzen.

Die Schräglaufkraft S geht aus von dem in Fahrtrichtung vordersten formschlüssigen Führungsmittel [3]); der Angriff der Horizontallasten H_S und H_M wird in den Aufstandsflächen der Laufräder angenommen [3]).

Die Seitenlasten H_M sind (ebenso wie die Seitenlasten H_S) auf die seitlich fest gelagerten Räder der Laufradpaare, an denen sie wirken, unter Berücksichtigung der exzentrischen Lage des Massenschwerpunktes des Krans zu verteilen, sofern kein genauerer Nachweis erfolgt.

Bei festen Kranbahnträgern für Hängekrane sind waagerechte Seitenlasten in den Radaufstandsflächen in der Größe von 1/10 der größten lotrechten Radlasten (ohne Schwingbeiwert) zu berücksichtigen, sofern kein genauerer Nachweis geführt wird. Dies gilt auch für Seitenlasten bei pendelnd aufgehängten Kranbahnen.

Bei festen Kranbahnträgern, die von Unterflanschlaufkatzen befahren werden (Katzbahnträger), sind waagerechte Seitenlasten in den Radaufstandsflächen in der Größe von 1/20 der größten lotrechten Radlasten (ohne Schwingbeiwert) zu berücksichtigen; dies gilt auch für gekrümmte Kranbahnträgerbereiche. Ohne genaueren Nachweis gilt dies ferner für pendelnd aufgehängte Katzbahnträger.

Bei Verkehr von mehreren Kranen sind jeweils nur die für den Kranbahnträger ungünstigsten waagerechten Seitenlasten von **einem** Kran zu berücksichtigen.

3.2.1.2 Kranbahnunterstützungen und -aufhängungen

Für Bauteile, die Seitenlasten aus Kranbahnen vom Anschluß der Kranbahnträger oder Horizontalträger an die Kranbahnunterstützungen oder -aufhängungen bis in die Fundamente weiterzuleiten haben, sind diese Lasten ebenfalls nach Abschnitt 3.2.1.1 anzunehmen.

3.2.2 Waagerechte Lasten L längs der Fahrbahn aus Anfahren oder Bremsen von Kranen
(siehe auch Abschnitt 3.2.3.3)

Waagerechte Lasten längs der Fahrbahn entstehen beim Anfahren oder Bremsen.

Die längs einer Schiene in Höhe Schienenoberkante (SO) wirkende waagerechte Last ist für die zu berücksichtigenden Krane (siehe Abschnitt 3.2.3.3) in der Größe

$$L = 1{,}5 \cdot f \cdot \Sigma R_{KrB} \qquad (1)$$

anzunehmen.

Dabei bedeutet:

f Reibungsbeiwert, bei Stahl auf Stahl $f = 0{,}2$

ΣR_{KrB} bei Kranen mit Einzelantrieb die Summe der kleinsten und bei Kranen mit Zentralantrieb die Summe der größten ruhenden Lasten aller angetriebenen oder gebremsten Räder des unbelasteten Krans auf einer Fahrbahnseite.

Diese Lasten in Längsrichtung sind bei anderen Werkstoffpaarungen als Stahl auf Stahl entsprechend zu berücksichtigen.

Minderungen der Längskräfte bei pendelnd aufgehängten Kranbahnen dürfen berücksichtigt werden, sofern sie nachgewiesen werden.

---

[2]) Das sind die Bauteile, die die Lasten von der Kranbahn bis in die Fundamente weiterzuleiten haben.

[3]) Siehe Beiblatt 1 zu DIN 4132, zu Abschnitt 3.2.1.1, Bilder 4 und 5

3.2.3 Zusatzlasten (Z) aus mehreren Kranen

Zwei Krane gleicher oder verschiedener Bauart, die nach Angaben des Bauherrn vorwiegend als Kranpaar planmäßig zusammenarbeiten, sind wie **ein** Kran zu behandeln.

3.2.3.1 Verkehrslasten von Kranlaufrädern

Über die Bestimmungen des Abschnittes 3.1.4 hinaus sind Radlasten weiterer Krane als Zusatzlasten zu berücksichtigen. Anzusetzen sind im Lastfall HZ insgesamt Radlasten mit Schwingbeiwert φ nach Abschnitt 3.1.3 je in ungünstigster Stellung von höchstens

a) 3 Kranen je Kranbahn,

b) 4 Kranen je Hallenschiff
(unter Beachtung der vorgenannten Bedingung), und

c) 6 Kranen in mehrschiffigen Bauten
(unter Beachtung der vorgenannten Bedingungen).

Sollen weitere Krane berücksichtigt werden, so ist dies besonders zu vereinbaren.

3.2.3.2 Lasten quer zur Fahrbahn

Die Wirkungen von Lasten quer zur Fahrbahn auf Kranbahnunterstützungen und -aufhängungen nach Abschnitt 3.2.1.2 sind in jeweils ungünstigster Stellung zu berücksichtigen von höchstens

– 2 Kranen je Kranbahn
– 2 übereinander laufenden Kranen je Hallenschiff und
– 4 Kranen in mehrschiffigen Bauten
(unter Beachtung der vorgenannten Bedingungen).

Der zweite Kran je Kranbahn braucht nur angesetzt zu werden, wenn er zum Heben besonders schwerer Lasten mit dem ersten zusammenwirkt und sich bei seiner Berücksichtigung ungünstigere Seitenlasten ergeben.

3.2.3.3 Lasten in Richtung der Kranbahn

Die Wirkung von Lasten in Richtung der Kranbahnen nach Abschnitt 3.2.2 ist von höchstens zwei ungünstigsten Kranen anzunehmen oder, wenn ungünstiger, Kippkräfte nach Abschnitt 3.3.1 oder Anprallkräfte nach Abschnitt 3.3.2 von jeweils nur einem ungünstigsten Kran.

3.2.4 Verkehrslasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern

Auf Laufstegen, Treppen und Podesten ist im allgemeinen eine wandernde Einzellast von 3000 N bei einer Aufstandsfläche von 30 cm × 30 cm anzunehmen. Sofern sie selten und nur ohne Traglasten begangen werden (Zugänge zu Schmierstellen), darf die Einzellast auf 1500 N ermäßigt werden.

Für Geländer ist eine wandernde, waagerecht am Geländerholm nach außen oder innen wirkende Einzellast von 300 N anzunehmen.

Diese Lasten dürfen bei allen durch Verkehrslasten nach Abschnitt 3.1.2 beanspruchten Bauteilen außer acht gelassen werden.

3.2.5 Windlasten

Windlasten brauchen nicht berücksichtigt zu werden, wenn sie offensichtlich nicht maßgebend sind; anderenfalls ist eine mögliche Windwirkung auf Krane und Kranbahnen für die beiden Fälle „Krane in Betrieb" und „Krane außer Betrieb" zu berücksichtigen.

3.2.5.1 Lasten infolge Wind auf Krane

Die Radlasten der Krane (gegebenenfalls auch Lasten von Kippsicherungen) infolge Wind sind vom Bauherrn unter Beachtung von DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.2.1, anzugeben.

3.2.5.2 Lasten infolge Wind auf Kranbahnen

Für „Krane in Betrieb" ist der Staudruck auf die Kranbahn in der Regel mit $q = 250\,N/m^2$ anzunehmen. Für „Krane außer Betrieb" ist der Staudruck nach DIN 1055 Teil 4 anzusetzen.

3.2.6 Wärmewirkungen

Wirkungen von Temperaturschwankungen sind gegebenenfalls zu berücksichtigen, wobei im Freien im allgemeinen als Temperaturgrenzen anzunehmen sind: −25 °C und +45 °C bei einer Mitteltemperatur von +10 °C. Ungleiche Erwärmungen im Freien brauchen im allgemeinen nicht berücksichtigt zu werden. Betrieblich bedingte Temperaturschwankungen sowie ungleiche Erwärmungen sind vom Bauherrn anzugeben.

3.2.7 Schneelasten

Schneelasten auf Kranbahnen sind auch im Freien im allgemeinen nicht anzunehmen.

Schneelasten von Dächern nach DIN 1055 Teil 5 sind beim Zusammenwirken mit Kranlasten, z. B. in Kranbahnunterstützungen [2]), als Zusatzlasten, ohne solche Mitwirkung jedoch nach DIN 1050 als Hauptlasten anzunehmen.

3.3 Sonderlastfälle (siehe auch Abschnitt 3.2.3.3)

3.3.1 Kippen bei Laufkatzen mit Hublastführung

Die durch Kippen von Laufkatzen mit Hublastführung beim Fahren gegen Hindernisse auftretenden, gegenüber Abschnitt 3.1.2 veränderten Radlasten sind vom Bauherrn anzugeben (siehe DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.3.1) und ohne Schwingbeiwert ($\varphi = 1$) zu berücksichtigen. Außerdem sind nur die ständigen Lasten nach Abschnitt 3.1.1 anzusetzen.

Es sind die zulässigen Spannungen und Sicherheiten des Lastfalles HZ anzuwenden.

3.3.2 Anprall von Kranen gegen Anschläge – Pufferendkräfte

Die Anprallkräfte von Kranen beim Fahren gegen Anschläge der Kranbahn sind nach Größe und Angriffsort (Höhe über SO) vom Bauherrn nach DIN 15018 anzugeben und für die betroffenen Bauteile (Träger, Verbände, Portale, Anschläge und Puffer) zu berücksichtigen. Außerdem sind nur noch die Hauptlasten nach Abschnitt 3.1, aber keine Schwingwirkung ($\varphi = 1$) und keine anderen waagerecht angreifenden Zusatzlasten nach Abschnitt 3.2 anzunehmen. Bei mehreren Kranbahnen in ein- und mehrschiffigen Bauten braucht nur der Anprall des jeweils ungünstigsten Kranes berücksichtigt zu werden.

Als zulässige Spannungen sind die 1,1fachen Werte und als Sicherheiten die 0,9fachen Werte des Lastfalles HZ anzuwenden [4]).

---

[2]) Siehe Seite 3

[4]) Siehe Beiblatt 1 zu DIN 4132, zu Abschnitt 3.3.2

4 Festigkeitsberechnungen und zulässige Spannungen

4.1 Berechnungsgrundsätze

4.1.1 Allgemeine Angaben

Es dürfen im allgemeinen nur die Baustähle der Stahlsorten St 37 und St 52 nach DIN 17 100 und andere diesen zuzuordnende Baustähle (vgl. DIN 4100) verwendet werden. Angeschweißte Kranschienen aus anderen Stahlsorten als den in DIN 4100 angegebenen dürfen nicht als mittragend angenommen werden. St 33 darf nur für Teile Verwendung finden, für die eine Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4.1 nicht erforderlich ist.

Für sämtliche Bauteile und wesentliche Verbindungen sind die nach den Abschnitten 4.2 bis 4.7 geforderten Nachweise und Untersuchungen zu erbringen. Die Berechnungsverfahren sind freigestellt, soweit sie dieser Norm nicht widersprechen.

Über die Festlegungen von DIN 1050 und DIN 4100 hinaus ist wegen der häufig wiederholten schwellenden oder wechselnden Spannungen während der Verwendungsdauer der Kranbahn die Betriebsfestigkeit nach Abschnitt 4.4 zu untersuchen. Die Ermittlung von Spannungen nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 5.3.3, ist dabei nicht zulässig.

Anstatt des Allgemeinen Spannungsnachweises nach Abschnitt 4.2 kann der Tragsicherheitsnachweis nach der DASt-Richtlinie 008 geführt werden, jedoch ist zusätzlich nachzuweisen, daß unter den Gebrauchslasten die Streckgrenze nicht überschritten wird.

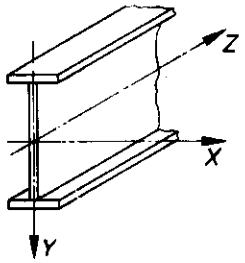


Bild 1. Koordinatensystem für die Bezeichnung der Spannungen

4.1.2 Spannungen aus der Radlasteinleitung

Der Bezeichnung der Spannungen ist das Koordinatensystem nach Bild 1 zugrunde gelegt.

Die Spannungen am oberen Stegblechrand aus der Radlasteinleitung sind durch Überstreichen gekennzeichnet, z. B. $\bar{\sigma}_y$.

Für die befahrenen Gurtungen sind die folgenden Spannungen zu berücksichtigen:

a) beim Allgemeinen Spannungsnachweis und bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung:

   Druckspannungen, gegebenenfalls Zugspannungen, $\bar{\sigma}_y$ am belasteten Stegrand und im Gurtanschluß,

b) bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung als zusätzliche Spannungen am belasteten Stegblechrand und im Gurtanschluß:

   Schub $\bar{\tau}_{yz}$ sowie wesentliche Spannungen aus Stegblechbiegung bei Gurttorsion.

Wegen Normal- und Schubspannungen aus Gurtbiegung in Querrichtung (z. B. durch die Lasteinleitung über die Breite des Schienenfußes) sowie Schub- und Scherspannungen in den Verbindungsmitteln zwischen mehreren Gurtteilen siehe Abschnitt 5.5.2.

Wenn kein genauerer Nachweis geführt wird, darf zur Berechnung der Spannungen $\bar{\sigma}_y$ bei unmittelbarer Lagerung der Schiene auf dem Gurt nach Bild 2 die Verteilung der einzelnen Radlast auf die Länge $2\,h + 50$ mm gleichmäßig angenommen werden. Für diese ist der größte Wert $\varphi \cdot R$ aus Eigen- und Hublast des Krans bei ungünstigster Katzstellung anzusetzen und als Höhe h, bezogen auf die Oberkante der Schiene, für die Untersuchung

des Steges und der Halsnaht:
der Abstand bis zur Unterkante des Gurtes (siehe Bild 2a, 2b),

des Steges bei Walzträgern:
der Abstand bis zur Unterkante des Flanschansatzes (siehe Bild 2c).

Die Spannung σ_y in der Höhe der Längsnaht nach Bild 2d darf sinngemäß berechnet werden.

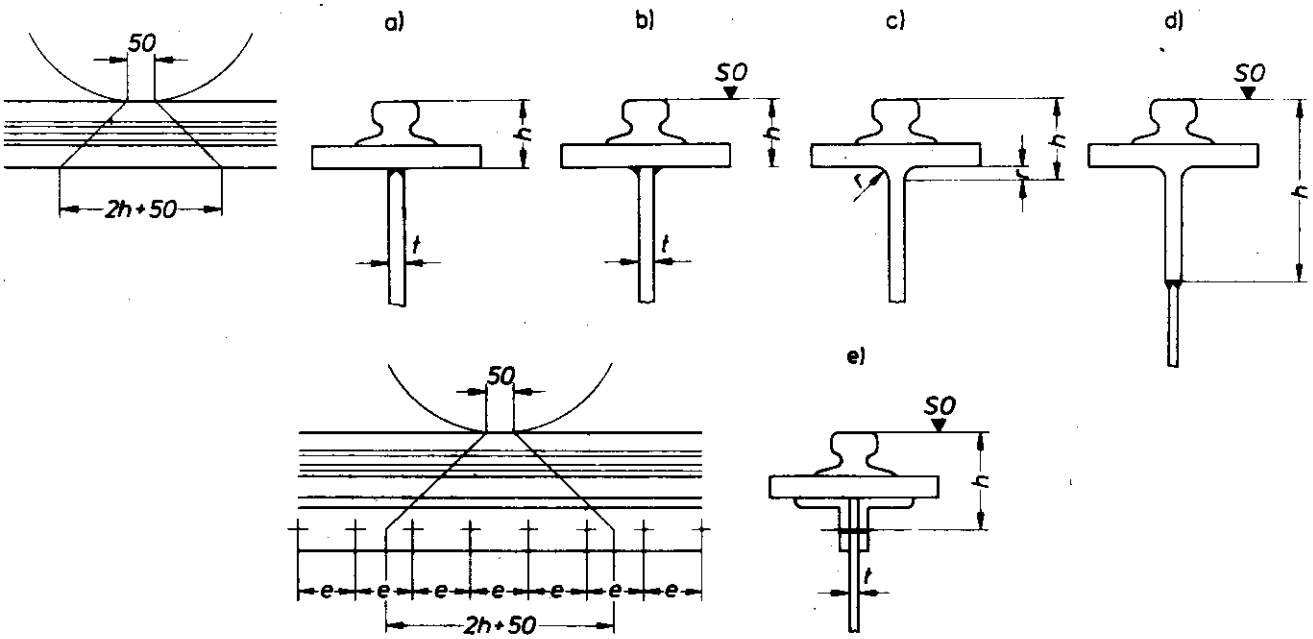


Bild 2. Höhe h für die Bestimmung von $\bar{\sigma}_y$

Die Schubspannung $\bar{\tau}_{yz}$ darf zu

$$\bar{\tau}_{yz} = 0{,}2\,\bar{\sigma}_y \qquad (2)$$

angenommen werden.

Bei Anordnung einer elastischen Schienenunterlage dürfen die Spannungen $\bar{\sigma}_y$ und $\bar{\tau}_{yz}$ abgemindert werden [5]). Die veränderte Querverteilung der Auflagerpressung unter der Schiene ist bei der Gurtbiegung in Querrichtung zu berücksichtigen.

Für Halskehlnähte (siehe Bild 2 b) darf eine Kontaktwirkung zwischen Gurt und Steg nicht in Rechnung gestellt werden.

In Halsnieten und Halsschrauben braucht die Radlast nicht berücksichtigt zu werden, wenn bei bearbeitetem Stegblechrand ein sattes Aufliegen des Gurtbleches über die ganze Länge zuverlässig gewährleistet ist. Andernfalls ergibt sich die auf einen Schaft entfallende Last zu

$$N = \varphi R \frac{e}{2h + 50}. \qquad (3)$$

Die Maße e und h sind nach Bild 2e anzusetzen.

Wenn Bauteile und Verbindungsmittel, die einer Abnutzung oder Schädigung ausgesetzt sind, so ausgebildet und angeordnet werden, daß sie erneuert werden können, dürfen mit dem Bauherrn im Einvernehmen mit der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle erleichternde Bestimmungen vereinbart werden. Das setzt voraus, daß der Zustand der Kranbahn häufiger untersucht wird und ihre Standsicherheit gemäß dem Allgemeinen Spannungsnachweis stets gewährleistet bleibt.

Die durch Einleitung der vertikalen und horizontalen Radlasten von Hängekranen oder Laufkatzen in den Unterflansch der Bahnträger auftretenden Spannungen, z. B. aus der Flanschbiegung, sind bei den Nachweisen zu berücksichtigen.

4.2 Allgemeiner Spannungsnachweis

Der Allgemeine Spannungsnachweis ist mit den zulässigen Spannungen nach DIN 1050 und DIN 4100 zu führen, außer für den Sonderlastfall nach Abschnitt 3.3.2.

Bei gleichzeitigem Wirken von Normal- und Schubspannungen dürfen diese Spannungen je für sich die zulässigen Werte nicht überschreiten. Ferner ist die zusammengesetzte Beanspruchung nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 6.2, und DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitt 3.4, nachzuweisen.

Wegen Führung des Tragsicherheitsnachweises anstelle des Allgemeinen Spannungsnachweises siehe Abschnitt 4.1.1.

4.3 Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach DIN 4114 mit den zulässigen Spannungen nach DIN 1050 zu führen, siehe jedoch Abschnitt 3.3.2.

Der Lastfall H entspricht dem Belastungsfall 1, der Lastfall HZ dem Belastungsfall 2 in DIN 4114.

Die Beulsicherheit von Stegen unter Radlasten ist nachzuweisen.

Wird anstelle des Allgemeinen Spannungsnachweises ein Tragsicherheitsnachweis nach der DASt-Richtlinie 008 geführt, so müssen die dort geforderten Stabilitätsnachweise erbracht werden.

4.4 Betriebsfestigkeitsuntersuchung

4.4.1 Allgemeine Angaben

Die Betriebsfestigkeitsuntersuchung ist nur im Lastfall H nach Abschnitt 3 (jedoch nicht für die Hauptlasten nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 4.12, letzter Satz) für Bauteile und Verbindungsmittel durchzuführen, und zwar unter Beachtung der Abschnitte 4.1.1 und 4.1.2. Sie darf für Unterstützungen und Aufhängungen [2]) entfallen, wenn sie offensichtlich nicht maßgebend ist. Sie entfällt ferner bei Verkehr von nur einem Kran, der unterhalb der Beanspruchungsgruppe B 1 einzustufen ist, sofern die von ihm hervorgerufenen Spannungen nur ein Spannungsspiel je Kranüberfahrt durchlaufen.

Die hierbei zulässigen Spannungen nach Abschnitt 4.4.5 hängen ab von

a) der verwendeten **Stahlsorte,**

b) den **Beanspruchungsgruppen,** nach denen die Kranbahn in Abhängigkeit von den verkehrenden Kranen zu untersuchen ist (siehe Abschnitt 4.4.2),

c) dem **Kerbfall,** der den Grad der Kerbwirkung berücksichtigt; für wichtige und häufige Bauformen und Verbindungen siehe Tabellen 5 und 6,

d) dem **Spannungsverhältnis** $\varkappa$, das ist das Verhältnis der Unterspannung (σ_u, τ_u) zu der Oberspannung (max. σ_o, max. τ_o). Die Oberspannung ist die (dem Betrage nach) größte Spannung; als Unterspannung ist der Wert einzusetzen, der das algebraisch kleinste $\varkappa$ ergibt.

$$\varkappa_\sigma = \frac{\sigma_u}{\max.\ \sigma_o}, \quad \varkappa_\tau = \frac{\tau_u}{\max.\ \tau_o}$$

Bei Untersuchungen mit der Summenformel (4) ist $\varkappa$ für jedes zu einem Summanden gehörige Teilkollektiv gesondert zu bestimmen.

4.4.2 Berechnung nach Beanspruchungsgruppen

a) Für die Spannungen max. σ, τ, die ein einzeln verkehrender Kran unter Berücksichtigung des Schwingbeiwertes φ seiner Hubklasse hervorruft, gilt dessen Beanspruchungsgruppe, sofern ein genauerer Nachweis nicht geführt wird; es kann die nächstgünstigere Beanspruchungsgruppe angewendet werden, wenn nach Angaben des Bauherrn weniger als ein Drittel der Arbeitsspiele des Kranes in dem betrachteten Kranbahnbereich stattfindet.

b) Für Spannungen max. σ, τ, die durch gelegentliches Zusammenwirken von mehreren Kranen (siehe Abschnitt 3.1.4) hervorgerufen werden, gilt

- bei 2 Kranen die um 2 Stufen ermäßigte Beanspruchungsgruppe desjenigen Kranes mit der niedrigeren Beanspruchungsgruppe,
- bei 3 Kranen die um 3 Stufen ermäßigte Beanspruchungsgruppe desjenigen Kranes mit der niedrigsten Beanspruchungsgruppe.

Die Höchstspannung aus der gemeinsamen Wirkung von drei Kranen ist nicht zu berücksichtigen, wenn sie bezogen auf die zulässige Spannung kleiner ist als diejenige aus zwei Kranen.

4.4.3 Spannungsnachweise

Für die Beanspruchungen σ und τ ist bei Verkehr von nur **einem** Kran die Einhaltung der zulässigen Spannungen nach Abschnitt 4.4.5 unter Beachtung der nach Abschnitt 4.4.2a gültigen Beanspruchungsgruppe nachzuweisen, wenn (bei genügend langem gleichsinnigem Einflußbereich) nur ein Spannungsspiel je Kranüberfahrt stattfindet.

---

[5]) Bei Verwendung einer elastischen Schienenunterlage (bisher nur für den atmosphärischen Temperaturbereich verfügbar) von mindestens 6 mm Dicke, Shore-A-Härte 90, darf die Abminderung mit 25 % angenommen werden, wenn kein genauerer Nachweis geführt wird.

[2]) Siehe Seite 3

Dabei ist in den Beanspruchungsgruppen B1 bis B3 anstelle der Kerbfälle K 0, K 1 und K 2 der Kerbfall W 0 zu berücksichtigen, wenn dessen zulässige Spannungen niedriger sind (siehe auch Tabellen 7 bis 9, 13 und 14).

Bei Verkehr von **mehreren** (i) Kranen ist wegen der Aufsummierung der Spannungsspiele aus den Einzelkranen und der weiteren Spannungsspiele aus deren gemeinsamer Wirkung die Bedingung

$$\sum \left(\frac{\max.\ \sigma/\tau}{\text{zul}\ \sigma/\tau\ \text{Be}}\right)_i^k + \left(\frac{\max.\ \sigma/\tau}{\text{zul}\ \sigma/\tau\ \text{Be}}\right)^k \leq 1 \qquad (4)$$

Einzelkrane i — Krane gemeinsam

einzuhalten.

In Formel (4) bedeuten unter dem Summenzeichen:

$\max.\ \sigma/\tau$ Höchstspannung infolge des Einzelkranes i

$\text{zul}\ \sigma/\tau\ \text{Be}$ zulässige Spannung der Beanspruchungsgruppe für den Einzelkran i gemäß Abschnitt 4.4.2 a

beim letzten Ausdruck

$\max.\ \sigma/\tau$ Höchstspannung aus mehreren Kranen gemeinsam

$\text{zul}\ \sigma/\tau\ \text{Be}$ zulässige Spannung der Beanspruchungsgruppe für mehrere Krane gemäß Abschnitt 4.4.2 b

Der letzte Ausdruck kann unberücksichtigt bleiben, wenn die Krane gemeinsam keine höhere Spannung hervorrufen als die Einzelkrane.

Exponent k:

$k = 6{,}635$ für die Kerbfälle W 0 bis W 2 bei St 37
$k = 5{,}336$ für die Kerbfälle W 0 bis W 2 bei St 52
$k = 3{,}323$ für die Kerbfälle K 0 bis K 4

Die Stellen hinter dem Komma dürfen jeweils unberücksichtigt bleiben.

Der Nachweis nach Formel (4) ist zusätzlich für den Kerbfall W 0 zu führen, sofern in den Beanspruchungsgruppen B 1 bis B 3 für die Kerbfälle K 0, K 1 oder K 2 höhere zulässige Spannungen (vgl. Tabelle 3) festgelegt sind als für W 0.

Werden bei der Überfahrt eines Kranes Spannungshöchstwerte σ oder τ schon von einzelnen **Kranrädern** oder **Radgruppen** hervorgerufen, so sind diese in dem Nachweis nach Formel (4) je für sich als Wirkungen von Einzelkranen i mit der zulässigen Spannung nach deren Beanspruchungsgruppen zu berücksichtigen; in der Formel entfällt dann der letzte Ausdruck. Dabei braucht von zwei aufeinander folgenden Spannungshöchstwerten jedoch nur einer (gegebenenfalls der größere) in Formel (4) als Summenglied berücksichtigt zu werden, wenn dazwischen die zu ihm gehörige Mittelspannung nicht unterschritten wird.

Nachweise nach Formel (4) sind in keinem Falle erforderlich, wenn jeder einzelne der auftretenden Spannungshöchstwerte $(\max.\ \sigma/\tau)_i$ die 0,85fachen Werte der zulässigen Spannungen der Beanspruchungsgruppe B6 unterschreitet. Unter dieser Bedingung darf die Formel (4) einen größeren Wert als Eins ergeben.

4.4.4 Zwängungsspannungen in Fachwerkträgern

In Fachwerkträgern sind bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung die Zwängungsspannungen zu berücksichtigen. Bei Verzicht auf eine genauere Untersuchung dürfen sie für einfeldrige Fachwerkträger durch Erhöhung der in den Stäben des Gelenksystems errechneten Grundspannungen mit dem Faktor δ eingesetzt werden.

Die Grundspannung errechnet sich wie folgt:

a) bei indirekter Belastung: Normalspannung im betrachteten Stab des Gelenksystems
b) bei direkter Belastung: Überlagerung aus Normalspannung und Biegerandspannung, wobei die Normalspannung wie unter a) und die Biegerandspannung aus dem maximalen Feldmoment des als Einfeldträger in den Nachbarknoten gelenkig gelagerten direkt belasteten Gurtstabes ermittelt wird.

Der Faktor δ ist abhängig vom Verhältnis $s : e$ und aus den Tabellen 2a und 2b zu entnehmen; dabei bedeuten:

s Netzlänge des Stabes

e in der Fachwerkebene gemessener Abstand des maßgebenden Stabrandes von der Stabschwerachse (siehe auch Abschnitt 5.5.1, 2. Absatz).

Maßgebend: Druckgurt: oberer Stabrand
Zuggurt: unterer Stabrand
Füllstäbe: größter Abstand

Tabelle 2. **Erhöhungsfaktor δ**

a) Erhöhungsfaktoren δ für Fachwerke, die in den Knotenpunkten belastet werden (indirekte Belastung)		
s/e	$20 \leq s/e \leq 50$	$s/e > 50$
Gurte Streben	$\frac{1{,}1}{0{,}5 + 0{,}01\ s/e}$	1,1
Hilfspfosten	1,35	1,35
b) Erhöhungsfaktoren δ für Fachwerke, deren Obergurte direkt belastet werden		
s/e	$s/e \leq 15$	$s/e > 15$
belasteter Obergurt	$\frac{0{,}4}{0{,}25 + 0{,}01\ s/e}$	1,00
unbelasteter Untergurt, Hilfspfosten	1,35	1,35
Endstrebe	2,50	2,50
übrige Streben	1,65	1,65

4.4.5 Zulässige Spannungen zul σ_{Be}, zul τ_{Be}, zul $\tau_{a,\,Be}$, zul $\sigma_{l,\,Be}$

Die zulässigen Spannungen für Bauteile und Verbindungsmittel sind für die Beanspruchungsgruppen B 1 bis B 6 je nach Stahlsorte und Kerbfall in den Tabellen 7 bis 18 in Abhängigkeit vom Spannungsverhältnis $\varkappa$ angegeben. Die Tabellenwerte ergeben sich aus den Festlegungen in der Tabelle 3 und nach dem Schema in Bild 3.

Für Kehlnähte (Tabelle 4, Zeilen 6 und 9) sind die zulässigen Schubspannungen (Tabelle 3, Zeile 7, und Tabellen 7 bis 18 jeweils 4. Spalte von rechts) mit dem Faktor 0,6 abzumindern. Im Schwellbereich $0 \leq \varkappa \leq +1$, darf auch mit höheren Werten nach folgender Formel gerechnet werden, wobei zul $\sigma_{Be,\,z,\,0}$ und zul $\sigma_{Be,\,z,\,+1}$ für die in Tabelle 3, Zeile 7, angegebenen Kerbfälle einzusetzen ist.

$$\text{zul}\ \tau_{Be,\,\varkappa>0} = \frac{0{,}6 \cdot \text{zul}\ \sigma_{Be,\,z,\,0}/\sqrt{2}}{1 - \left(1 - \frac{0{,}6 \cdot \text{zul}\ \sigma_{Be,\,z,\,0}}{\text{zul}\ \sigma_{Be,\,z,\,+1}}\right) \cdot \varkappa} \qquad (5)$$

Tabelle 3. **Zulässige Spannungen zul σ_{Be}, zul τ_{Be}, zul $\tau_{a,Be}$, zul $\sigma_{l,Be}$ in N/mm²**

	Beanspruchungsgruppe „m"		St 37			St 52			St 37 und St 52 [6]				
			W 0	W 1	W 2	W 0	W 1	W 2	K 0	K 1	K 2	K 3	K 4
1	Normalspannung zul $\sigma_{Be,\varkappa=-1}$	B 1	285,4	228,3	199,8	388,4	308,9	247,2	[475,2]	[424,2]	(356,4)	254,6	152,7
		B 2	240,0	192,0	168,0	313,0	249,0	199,2	[336,0]	(300,0)	(252,0)	180,0	108,0
		B 3	201,8	161,4	141,3	252,2	200,6	160,5	(237,6)	(212,1)	178,2	127,3	76,4
		B 4	169,7	135,8	118,8	203,2	161,7	129,3	168,0	150,0	126,0	90,0	54,0
		B 5	142,7	114,2	99,9	163,8	130,3	104,2	118,8	106,1	89,1	63,6	38,2
		B 6	120,0	96,0	84,0	132,0	105,0	84,0	84,0	75,0	63,0	45,0	27,0
2	$\frac{\text{zul } \sigma_{Be,m}}{\text{zul } \sigma_{Be,m+1}}$		1,189			1,241			1,414				
3	zul $\sigma_{Be,\varkappa<0}$ (Wechselbereich)		$\text{zul } \sigma_{Be,z,\varkappa<0} = \frac{5}{3-2\varkappa} \cdot \text{zul } \sigma_{Be,-1}$						$\text{zul } \sigma_{Be,d,\varkappa<0} = \frac{2}{1-\varkappa} \cdot \text{zul } \sigma_{Be,-1}$				
4	zul $\sigma_{Be,\varkappa=0}$		$\text{zul } \sigma_{Be,z,0} = \frac{5}{3} \cdot \text{zul } \sigma_{Be,-1}$						$\text{zul } \sigma_{Be,d,0} = 2 \cdot \text{zul } \sigma_{Be,-1}$				
5	zul $\sigma_{Be,\varkappa>0}$ (Schwellbereich)		$\text{zul } \sigma_{Be,z,\varkappa>0} = \frac{\text{zul } \sigma_{Be,z,0}}{1-\left(1-\frac{\text{zul } \sigma_{Be,z,0}}{\text{zul } \sigma_{Be,z,+1}}\right)\cdot\varkappa}$						$\text{zul } \sigma_{Be,d,\varkappa>0} = \frac{\text{zul } \sigma_{Be,d,0}}{1-\left(1-\frac{\text{zul } \sigma_{Be,d,0}}{\text{zul } \sigma_{Be,d,+1}}\right)\cdot\varkappa} = 1{,}2 \text{ zul } \sigma_{Be,z,\varkappa>0}$				
6	zul $\sigma_{Be,\varkappa=+1}$ und σ_B		$\text{zul } \sigma_{Be,z,+1} = \frac{\sigma_B}{\nu_{Be}} = \frac{\sigma_B}{4/3} = 0{,}75 \cdot \sigma_B$						$\text{zul } \sigma_{Be,d,+1} = 1{,}2 \cdot \frac{\sigma_B}{\nu_{Be}} = 1{,}2 \cdot \frac{\sigma_B}{4/3} = 0{,}9 \cdot \sigma_B$				
				St 37		St 52							
			σ_B	370,0		520,0							
			zul $\sigma_{Be,z,+1}$	277,5		390,0							
			zul $\sigma_{Be,d,+1}$	333,0		468,0							
7	Schubspannung zul $\tau_{Be,\varkappa}$	Bauteil	zul $\tau_{Be,\varkappa}$ = zul $\sigma_{Be,z,\varkappa} / \sqrt{3}$ mit zul $\sigma_{Be,z,\varkappa}$ nach Kerbfall W 0										
		Schweißnaht	zul $\tau_{Be,\varkappa}$ = zul $\sigma_{Be,z,\varkappa} / \sqrt{2}$ mit zul $\sigma_{Be,z,\varkappa}$ nach Kerbfall K 0; nach W 0, wenn dafür zul $\sigma_{Be,z,\varkappa}$ niedriger								
8	Scherspannung zul $\tau_{a,Be,\varkappa}$		zul $\tau_{a,Be,\varkappa}$ = 0,8 · zul $\sigma_{Be,z,\varkappa}$			mit zul $\sigma_{Be,z,\varkappa}$ nach Kerbfall W 2			Für einschnittige, ungestützte Verbindungen sind vorstehende Werte auf 75 % abzumindern.				
9	Leibungsspannung zul $\sigma_{l,Be,\varkappa}$		zul $\sigma_{l,Be,\varkappa}$ = 2,0 · zul $\sigma_{Be,z,\varkappa}$										

[6] (): zul σ_{Be} des Kerbfalles W 0 ist überschritten bei St 37
[]: zul σ_{Be} des Kerbfalles W 0 ist überschritten bei St 37 und St 52

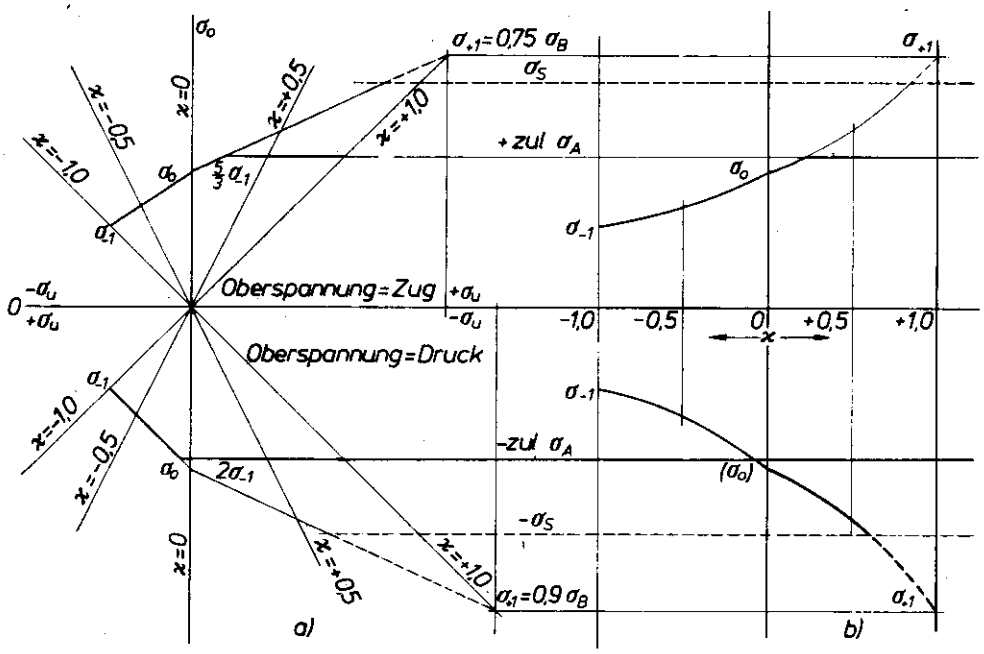


Bild 3. Zusammenhänge zwischen zul $\sigma_{Be,x}$ und zul $\sigma_{Be,x=-1}$

Die in den Tabellen über die zulässigen Spannungen des Allgemeinen Spannungsnachweises im Lastfall H hinausgehenden (und kursiv ausgedruckten) Spannungswerte sind nur verwendbar,

- wenn ein Tragsicherheitsnachweis nach der DASt-Richtlinie 008 geführt wird oder
- wenn Zwängungsspannungen berücksichtigt werden, z. B. bei der Radlasteinleitung in die Kranbahnträger gemäß Abschnitt 4.1.2 oder bei Fachwerk-Kranbahnträgern entsprechend Abschnitt 4.4.4 und
- bei Anwendung der Formel (4).

4.5 Zulässige Kräfte und zulässige Spannungen bei Anwendung hochfester Schrauben

Es dürfen

Scher-Lochleibungs-Paßschraubenverbindungen (SLP),

gleitfeste Verbindungen mit hochfesten vorgespannten Schrauben (GV) und

gleitfeste Verbindungen mit hochfesten vorgespannten Paßschrauben (GVP)

unter Beachtung der DASt-Richtlinie 010 angewendet werden. Insbesondere sind die Bestimmungen für den „Dauerfestigkeitsnachweis" bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung zu beachten.

Hochfeste Schrauben nach DIN 6914 dürfen zur Kraftübertragung in SL-Verbindungen nur verwendet werden, wenn eine Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4.1 nicht erforderlich ist. Nur unter derselben Voraussetzung dürfen hochfeste Schrauben in nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen zur Übertragung von Kräften in Richtung der Schraubenachse verwendet werden.

4.5.1 SLP-Verbindungen

Bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung der SLP-Verbindungen sind als zulässige Spannungen zul σ_{Be} für die verschraubten Bauteile die Werte des Kerbfalles W 2 und für die hochfesten Paßschrauben die Werte zul $\tau_{a,Be}$ nach Tabelle 3, Zeile 8, für die Festigkeitsklasse 5.6 (St 52) einzuhalten.

4.5.2 GV- und GVP-Verbindungen

Als zulässige Spannungen zul σ_{Be} für die verschraubten Bauteile sind bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung für die GV-Verbindungen die Werte des Kerbfalles W 1 und für die GVP-Verbindungen die Werte des Kerbfalles W 2 einzuhalten. W 1 gilt auch für GVP-Verbindungen, die nur bis zul N_{GV} beansprucht sind.

4.6 Standsicherheits- und sonstige Nachweise

Hierfür gilt DIN 1050.

4.7 Formänderungen

Der Bauherr kann aus baulichen oder betrieblichen Gründen eine Beschränkung der Formänderung vorschreiben (wegen Durchbiegungen siehe Abschnitt 5.7.3).

5 Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung

5.1 Niet- und Schraubenverbindungen

5.1.1 Niete

Für Niete sind Klemmlängen (in mm) größer als $0{,}2\,d^2$ (d in mm) nicht zulässig.

5.1.2 Paßschrauben

Bei Paßschrauben nach DIN 7968 darf das Gewinde nicht in die zu verbindenden Teile hineinreichen. Die Passung muß mindestens $H11/h_{11}$ (Schrauben nach DIN ISO 898 Teil 1) betragen.

5.1.3 Rohe Schrauben

Rohe Schrauben nach DIN 7990 dürfen zur Kraftübertragung nur in Verbindungen verwendet werden, für die eine Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4.1 nicht erforderlich ist.

5.1.4 Hochfeste Schrauben

Bei Verbindungen mit hochfesten Schrauben sind die Bestimmungen der DASt-Richtlinie 010 für nicht vorwiegend ruhende Belastung zu beachten.

5.1.5 Anordnung der Niete und Schrauben

Für die Rand- und Lochabstände gilt DIN 1050. Für die Anreißmaße der Form- und Stabstähle gelten DIN 997, DIN 998 und DIN 999.

5.2 Brenngeschnittene Walzerzeugnisse

Die durch Brennschneiden entstandenen Schnittflächen müssen mindestens eine Güte 23 nach DIN 2310 Teil 3, Ausgabe Februar 1975, Abschnitt 2, bei Kerbfall W 11 (siehe Tabelle 5) und 12 bei Kerbfall W 01 aufweisen.

5.3 Schweißverbindungen

5.3.1 Anforderungen an Betriebe und Fachkräfte

Geschweißte Stahlbauteile für Kranbahnen nach dieser Norm dürfen nur in Betrieben hergestellt werden, die eine Bescheinigung über ihre Eignung nach Beiblatt 1 zu DIN 4100 mit der Erweiterung auf den Anwendungsbereich von DIN 4132 besitzen [7]).

Mit der Schweißaufsicht dürfen nur Schweißfachingenieure beauftragt werden, die mit den Besonderheiten dieser Norm, insbesondere mit den Zusammenhängen zwischen Nahtgüten und Kerbfällen, vertraut sind.

Die eingesetzten Schweißer müssen mindestens die Bedingungen der Prüfgruppe B II nach DIN 8560 erfüllen und überwacht werden.

5.3.2 Nahtarten und Nahtgüten

Art und Güte einer Naht müssen jeweils demjenigen der in der Tabelle 6 festgelegten Kerbfälle entsprechen, der der Betriebsfestigkeitsuntersuchung nach Abschnitt 4.4 zugrunde gelegt ist (oder einem mit höherer zulässiger Spannung); sie sind unter Benutzung der Sinnbilder nach Tabelle 4 in den Zeichnungen anzugeben.

5.3.3 Bauliche Durchbildung geschweißter Bauteile

Die Durchbildung der geschweißten Bauteile muß den Kerbfällen entsprechen, die der Betriebsfestigkeitsuntersuchung zugrunde gelegt sind. Dies gilt auch dann, wenn statt der Betriebsfestigkeitsuntersuchung der Allgemeine Spannungsnachweis maßgebend wird.

Das Anschweißen von Steifen und Schienenklemmplatten an Gurte, die von Kranradlasten befahren werden, ist für Kranbahnen der Beanspruchungsgruppen B 5 und B 6 unzulässig.

5.3.4 Dicke der mit dem Trägersteg verschweißten Gurtplatten

Die Gurtplattendicken nach DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitt 6.2.4.1, sollen in der Regel nicht überschritten werden. Zugbeanspruchte, durch Radlasten von Laufkranen befahrene Gurtplatten, die mit dem Trägersteg unmittelbar verschweißt sind, dürfen zur Vermeidung hoher Beanspruchungen in den Verbindungen zwischen mehreren Gurtteilen, geeignete Maßnahmen beim Schweißen vorausgesetzt, in einer Dicke bis zu 50 mm, gedrückte Gurte bis zu 80 mm, ausgeführt werden.

5.4 Anschlüsse, Stöße

5.4.1 Anzahl der Niete und Schrauben

Jeder Querschnittsteil eines Stabes ist in Kraftrichtung hintereinander je Reihe mit mindestens 2 Nieten oder Schrauben und mit höchstens 6 bei schwellender und 5 bei wechselnder Beanspruchung anzuschließen.

5.4.2 Mittelbare Deckung

Bei mittelbarer Deckung eines Stoßes über m Zwischenlagen ist die Anzahl der Niete oder Schrauben, nicht aber Schrauben in gleitfesten Verbindungen nach der DASt-Richtlinie 010, gegenüber der bei unmittelbarer Deckung rechnerisch erforderlichen Zahl n auf $n' = n(1 + 0{,}3\,m)$ zu erhöhen.

5.4.3 Futterstücke

Kraftübertragende Futterstücke, ausgenommen in gleitfesten Verbindungen nach DASt-Richtlinie 010, mit Dicken größer als 6 mm und größer als ⅓ des aufzufutternden Teiles sind mit mindestens 2 Nieten oder 2 Schrauben oder entsprechenden Schweißnähten (unter Beachtung des Kerbfalles) vorzubinden; andernfalls ist wegen des mittelbaren Anschlusses des unterfutterten Teiles die Anzahl der Anschlußniete oder -schrauben entsprechend Abschnitt 5.4.2 zu vergrößern.

5.4.4 Beiwinkel und Beibleche

Bei genieteten und bei geschraubten Anschlüssen, ausgenommen in gleitfesten Verbindungen nach DASt-Richtlinie 010, sind Beiwinkel entweder in einem Schenkel mit dem 1,5fachen oder in beiden Schenkeln mit dem 1,25fachen Wert der anteiligen Schnittgröße anzuschließen.

5.4.5 Zusammenwirken von Schweißnähten und anderen Verbindungsmitteln

Sofern die Betriebsfestigkeitsuntersuchung maßgebend ist, darf in gleitfesten Verbindungen aus Schweißnähten und hochfesten Schrauben und in Verbindungen aus Schweißnähten und Nieten oder Paßschrauben, abweichend von DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitt 3.2.2, nur dann gemeinsame Übertragung einer Schnittgröße angenommen werden, wenn die Aufteilung der Schnittgröße auf die einzelnen Querschnittsteile unter Berücksichtigung der verschiedenen Formänderungswiderstände der Verbindungsmittel möglich ist und die einzelnen Anteile der Schnittgröße in jedem Querschnittsteil je für sich durch nur eine Verbindungsart übertragen werden.

5.5 Besondere Maßnahmen

5.5.1 Lasteinleitungen und Kraftumlenkungen

Im Bereich von Lasteinleitungen oder von Kraftumlenkungen an Knicken, Krümmungen, Ausschnitten und Durchbrüchen sind, soweit nach der entsprechenden Festigkeitsberechnung (siehe Abschnitt 4) erforderlich, geeignete bauliche Maßnahmen zu treffen.

Fachwerkstabanschlüsse mit ungünstigen Zwängungsspannungen [8]) sollen möglichst nicht ausgeführt werden. Sie müssen bei vereinfachtem Ansatz der Zwängungsspannungen nach Abschnitt 4.4.4 vermieden werden.

5.5.2 Gurtbiegung aus der Radlasteinleitung

Die Biegebeanspruchung in Querrichtung, der die Gurtplatten durch die flächige Lastübertragung von der Kranschiene, insbesondere bei elastischen Schienenunterlagen, wegen ihrer linienförmigen Unterstützung durch das Stegblech ausgesetzt sind, ist durch bauliche Maßnahmen möglichst gering zu halten.

Das gleiche gilt für die Schub- und Scherbeanspruchung, der die Verbindungen zwischen mehreren Teilen von durch Kranlaufräder befahrenen Gurten durch ihre lastverteilende Wirkung in Längsrichtung und durch Torsionsmomente ausgesetzt sind.

5.6 Korrosionsschutz

Die zulässigen Spannungen nach Abschnitt 4 gelten unter der Voraussetzung, daß die Stahlbauteile gegen Querschnittsminderungen und gegen Bildung von Oberflächenkerben durch Rost ständig ausreichend geschützt sind. Wegen der korrosionsschutzgerechten Durchbildung der Bauteile sowie der Auswahl und richtigen Verarbeitung geeigneter Schutzsysteme einschließlich der erforderlichen Oberflächenvorbereitung ist DIN 55928 Teil 1 bis Teil 8 in Verbindung mit DIN 18364 zu beachten.

---

[7]) Nach den bauaufsichtlichen Regelungen gilt der Nachweis als erbracht, wenn eine Eignungsbescheinigung für den Geltungsbereich DIN 15018 oder DV 848 (DS 804 neu) vorliegt.

[8]) Siehe „Der Stahlbau", Heft 9/1968, Seite 266

In DIN 55928 Teil 5 nicht genannte Korrosionsschutzarten und -systeme dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit durch Gutachten einer geeigneten Materialprüfungsanstalt nachgewiesen wird.

5.7 Anforderungen an die Erstellung der Kranbahnen von Brückenkranen

Unmittelbar nach Abschluß der Montage sind für die nur unter der ständigen Last stehenden Kranbahnträger wegen der Maßgenauigkeit die nachfolgenden Bedingungen einzuhalten. Abweichende Bedingungen sind vom Bauherrn anzugeben.

Die Messungen sind bei gleichmäßigen, im Meßbericht festzuhaltenden Temperaturbedingungen mit einwandfreien Meßgeräten durchzuführen.

5.7.1 Spurweite

Die Spurweite s darf vom Sollmaß höchstens abweichen:

bei $s \leq 15\,\text{m}$: $\Delta s = \pm 5\,\text{mm}$

bei $s > 15\,\text{m}$: $\Delta s = \pm 5 + 0{,}25\,(s - 15)\,\text{mm}$

(s in m einsetzen)

5.7.2 Lage der Schiene im Grundriß

Jede Kranschiene darf höchstens ±10 mm von der Sollage (ihrer Achse) abweichen. Außerdem darf an keiner Stelle in Schienenlängsrichtung auf eine Meßlänge von 2,0 m ein Stichmaß von ±1 mm überschritten werden.

Bei Kranen, die beiderseitig durch horizontale Rollen geführt sind, gelten vorstehende Werte auch für deren Laufflächen. Bei einseitig zwangsgeführten Kranen ist das Stichmaß auf ±0,5 mm abzumindern.

Merkbare Versätze an Schienenstößen dürfen nicht vorhanden sein. Gegebenenfalls sind die Übergänge unter Einhaltung dieser Grenzwerte, z. B. durch Schleifen, auszugleichen.

5.7.3 Höhenlage der Schienenoberkante

Die Schienenoberkante darf von der Sollhöhe nicht mehr als ±10 mm abweichen. Die Sollhöhe kann konstant sein, gegebenenfalls eine planmäßige Neigung besitzen oder der planmäßigen Überhöhungskurve entsprechen. Die planmäßige Überhöhung soll der Durchbiegung infolge Kranbahneigenlast und der gemittelten Radlasten $\frac{1}{2} \cdot (\max. R + \min. R)$ des Lastfalles H ohne Schwingbeiwert entsprechen, sofern diese 10 mm überschreitet.

Darüber hinaus darf an keiner Stelle in Schienenlängsrichtung auf eine Meßlänge von 2,0 m ein Stichmaß von ±2 mm überschritten werden. Merkbare Höhenunterschiede an Schienenstößen dürfen nicht vorhanden sein. Gegebenenfalls sind die Übergänge unter Einhaltung dieses Grenzwertes, z. B. durch Schleifen, auszugleichen.

5.7.4 Lage der Endanschläge

Die Endanschläge dürfen in Richtung der Kranbahn nicht mehr als 1‰ der Spurweite, jedoch nicht mehr als 20 mm, gegeneinander versetzt sein.

DIN 4132

6 Tabellen für die Schweißnahtgüten, die Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle und die zulässigen Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung

6.1 Schweißnahtgüten

Tabelle 4. **Schweißnahtgüten**

Zeile	Nahtart	Nahtausführung Ergänzend zu DIN 4100 müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:	Sinnbild Beispiele	Prüfung auf fehlerfreie Ausführung Prüfverfahren	Kurzzeichen
1	Stumpfnaht-Sondergüte	a) Wurzel ausgeräumt und Kapplage gegengeschweißt b) in Spannungsrichtung blecheben bearbeitet c) keine Endkrater		Zerstörungsfreie Prüfung der Naht auf 100 % der Nahtlänge, z. B. Durchstrahlung	P 100
2	Stumpfnaht-Normalgüte	a) Wurzel ausgeräumt und Kapplage gegengeschweißt c) keine Endkrater		wie Zeile 1 bei max $\sigma \geq 0{,}8 \cdot$ zul σ_{Be} außer im Druckschwellbereich	P 100
3	Stumpfnaht (einseitig auf Wurzelunterlage geschweißt)			Für die wichtigsten übrigen Nähte zerstörungsfreie Prüfung in Stichproben auf mind. 10 % der Nahtlänge jedes Schweißers	P
4	K-Naht mit Doppelkehlnaht (Wurzel durchgeschweißt) DIN 4100, Bild 7	a) Wurzel ausgeräumt und durchgeschweißt b) Nahtübergänge kerbfrei; erforderlichenfalls bearbeitet		Zerstörungsfreie Prüfung des quer zu seiner Ebene auf Zug beanspruchten Bleches auf Doppelung und Strukturfehler im Nahtbereich, z. B. Durchschallung	D
5	HV-Naht mit Kehlnaht (Kapplage gegengeschweißt) DIN 4100, Bild 5				
6	Kehlnaht-Sondergüte DIN 4100, Bild 2	a) Einwandfreie Wurzelverschweißung b) Nahtübergänge kerbfrei; erforderlichenfalls bearbeitet			
7	K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht DIN 4100, Bild 6				
8	HV-Stegnaht mit Kehlnaht DIN 4100, Bild 4				
9	Kehlnaht				

6.2 Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle

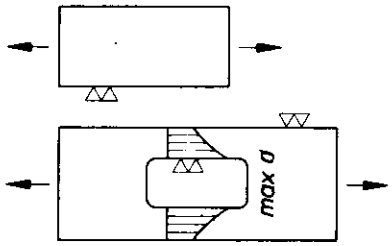
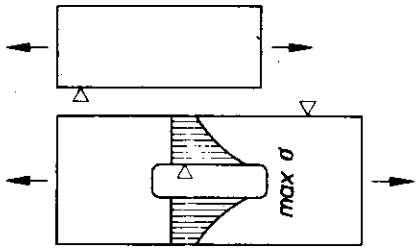
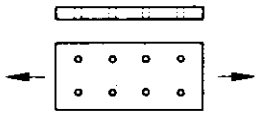
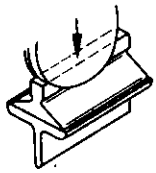
Die Tabellen 5 und 6 geben eine Anleitung zur Einordnung der verschiedenen Bauformen in die Kerbfälle.

Nicht angegebene Bauformen sind sinngemäß einzuordnen.

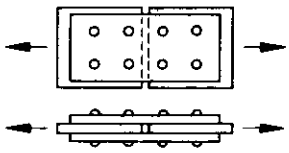
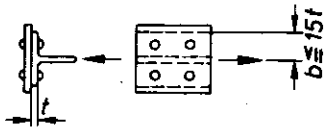
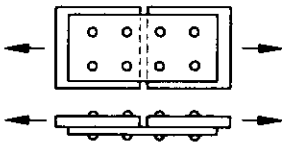
Bauformen mit noch ungünstigeren Kerbfällen als in Tabelle 6 aufgeführt sind unzulässig.

In den Tabellen ist durch Sperrung angegeben, ob die Schweißnaht, das durch Schweißung beeinflußte durchlaufende Teil oder beide in den jeweiligen Kerbfall eingeordnet sind. Hieraus ergeben sich für Schweißnaht oder Teil gegebenenfalls Einordnungen in unterschiedliche Kerbfälle.

Tabelle 5. **Bauteile, geschraubte und genietete Verbindungen**
Kerbfall W 0 und Kerbfall W 1

Ordnungs-Nummer	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
W 01	Teile mit normaler Oberflächenbeschaffenheit und mit Seitenflächen als Walzkanten oder durch Sägeschnitte, wenn überlagerte geometrische Kerbwirkungen nicht vorhanden oder bei der Spannungsermittlung berücksichtigt sind, z. B. bei Ausschnitten. Brenngeschnittene Flächen müssen mindestens die Güte 12 nach DIN 2310 Teil 3, Ausgabe Februar 1975, Abschnitt 2, haben.		
W 11	Teile mit Scherenschnitt- oder mit Brennschnittflächen mit mindestens Güte 23 nach DIN 2310 Teil 3, Ausgabe Februar 1975, Abschnitt 2, wenn überlagerte geometrische Kerbwirkungen nicht vorhanden oder bei der Spannungsermittlung berücksichtigt sind, z. B. bei Ausschnitten.		
W 12	Gelochte Teile auch mit Nieten und Schrauben bei Beanspruchung der Niete und Schrauben bis höchstens 20 %, der hochfesten Schrauben in GV-Verbindungen bis 100 % der zulässigen Werte Für einschnittige Verbindungen gelten die Einschränkungen der Kerbfälle W 22 und W 23 auch hier.		
W 13	Stegansatz von Walzprofilen bei Angriff von Radlasten		

Kerbfall W 2 — Nietung, Paßschrauben nach DIN 7968, SLP- und GVP-Verbindungen

W 21	Gelochte Teile bei zweischnittigem Niet- oder Schraubenanschluß		
W 22	Gelochte Teile bei einschnittigem, aber gestütztem Niet- oder Schraubenanschluß; die Stützung darf nur für die Breite $b \leq 15\,t$ angenommen werden.		
W 23	Gelochte Teile bei einschnittigem, aber nicht gestütztem Niet- oder Schraubenanschluß mit Nachweis der außermittigen Kraftwirkungen		

DIN 4132

Tabelle 6. **Bauteile und geschweißte Verbindungen**
Kerbfall K0 — Geringe Kerbwirkung

Ordnungs-Nummer	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild	Kurzzeichen nach Tabelle 4
011	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile			P 100 P 100
012	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge ≤ 1 : 4 oder mit symmetrischem Stoß und Schräge ≤ 1 : 3			P 100 P 100
021	Mit Stumpfnaht-Normalgüte, HV-Naht mit Kehlnaht oder K-Naht mit Doppelkehlnaht längs zur Kraftrichtung verbundene Teile			P oder P 100 P oder P 100
022	Mit Stumpfnaht-Normalgüte verbundene Stegbleche und Gurtprofile aus Form- und Stabstahl			P oder P 100 P oder P 100

Kerbfall K1 — Mäßige Kerbwirkung

111	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile			P oder P 100 P oder P 100
112	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge ≤ 1 : 4 oder mit symmetrischem Stoß und Schräge ≤ 1 : 3			P oder P 100 P oder P 100
123	Mit K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht, HV-Stegnaht mit Kehlnaht, Doppelkehlnaht oder Kehlnaht längs zur Kraftrichtung verbundene Teile			
131	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Teile mit durchlaufender K-Naht mit Doppelkehlnaht angeschweißt sind			
151	Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht quer zur Kraftrichtung verbundene Teile***)			D

***) Auf Freiheit von Lamellenrissen ist bei den in Dickenrichtung beanspruchten Bauteilen besonders zu achten.

Kerbfall K1 — Mäßige Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)

Ordnungs-Nummer	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild	Kurzzeichen nach Tabelle 4
152	K-Naht mit Doppelkehlnaht in Anschlüssen mit Biegung***)			D
153	K-Naht mit Doppelkehlnaht zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten Druck und Zug quer zur Naht (gilt nur für Querbeanspruchung der Naht)***)			D

Kerbfall K2 — Mittlere Kerbwirkung

211	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile aus Form- oder Stabstahl außer Flachstahl. (Beim Allgemeinen Spannungsnachweis ist DIN 4100, Abschnitt 5.4, Ausgabe Dezember 1968, zu beachten.)			P 100 P 100
212	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge ≤ 1 : 3 oder mit symmetrischem Stoß und Schräge ≤ 1 : 2	≤1:3 ≤1:2 ≤1:3		P oder P 100 P oder P 100
231	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Teile mit durchlaufender Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind. Nahtübergänge kerbfrei.			
233	Gurt- und Stegbleche, an die quer zur Kraftrichtung Schotte oder Steifen mit abgeschnittenen Ecken mit Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind. Nahtübergänge kerbfrei. Die Einstufung in den Kerbfall gilt nur für den Bereich der Querkehlnähte.			
241	Durchlaufendes Teil, an dessen Kante an den Enden abgeschrägte oder ausgerundete Teile längs zur Kraftrichtung mit Stumpfnaht-Normalgüte angeschweißt sind. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.	≥R 50 ≤60°		P oder P 100 P oder P 100
242	Durchlaufendes Teil, an das an den Enden abgeschrägte oder ausgerundete Teile oder Steifen längs zur Kraftrichtung angeschweißt sind. Die Endnähte sind im Bereich ≥ 5 *t* als K-Naht mit Doppelkehlnaht ausgeführt. Nahtübergänge kerbfrei.	≥R 50 ≤60° ≥5t ≥5t	Nur Endnaht	
244	Durchlaufendes Teil, auf das ein am Ende mit Neigung ≤ 1 : 3 abgeschrägtes Gurtblech aufgeschweißt ist. Die Endnähte sind im Bereich ≥ 5 *t* in Kehlnaht-Sondergüte mit a = 0,5 *t* ausgeführt. Nahtübergänge kerbfrei.	1:3 a=0,5t ≥5t		

***) Siehe Seite 14

DIN 4132

Kerbfall K 3 — Starke Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)

Ordnungs-Nummer	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild	Kurzzeichen nach Tabelle 4
311	Mit einseitig auf Wurzelunterlage geschweißter Stumpfnaht quer zur Kraftrichtung verbundene Teile			P
312	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge ≤ 1:2, mit unsymmetrischem Stoß ohne Schräge mit Dickenunterschieden ≤ 3 mm oder mit symmetrischem Stoß ohne Schräge			P oder P 100 P oder P 100
313	Stumpfnaht-Normalgüte und durchlaufendes Teil, beide quer zur Kraftrichtung, z. B. an Kreuzungsstellen von Gurtblechen mit Querschnittsverbreiterungen, die durch Stumpfnaht-Normalgüte angeschweißt sind. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.			P oder P 100 P oder P 100
331	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Teile mit durchlaufender Doppelkehlnaht angeschweißt sind			
333	Gurt- und Stegbleche, an die quer zur Kraftrichtung Schotte oder Steifen mit ununterbrochener Doppelkehlnaht angeschweißt sind. Die Einordnung in den Kerbfall gilt nur für den Bereich der Querkehlnähte.			
341	Durchlaufendes Teil, an dessen Kante an den Enden abgeschrägte Teile längs zur Kraftrichtung mit Kehlnaht oder Doppelkehlnaht angeschweißt sind. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.			
342	Durchlaufendes Teil, auf das an den Enden abgeschrägte Teile oder Steifen längs zur Kraftrichtung mit Doppelkehlnaht angeschweißt sind. Die Endnähte sind im Bereich ≥ 5 t kerbfrei bearbeitet.			
343	Durchlaufendes Teil, mit dem ein an den Enden abgeschrägtes oder ausgerundetes und durchgestecktes Blech verschweißt ist. Die Endnähte sind im Bereich ≥ 5 t als K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht ausgeführt und kerbfrei bearbeitet.			Nur Endnaht
344	Durchlaufendes Teil, an das ein Gurtblech mit $t_o \leq 1{,}5\ t_u$ aufgeschweißt ist. Die Endnähte sind im Bereich ≥ 5 t_o als Kehlnaht-Sondergüte ausgeführt.			

Kerbfall K 3 — Starke Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)

Ordnungs-Nummer	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild	Kurzzeichen nach Tabelle 4
346	Durchlaufendes Teil, an das Längssteifen mit unterbrochener Doppelkehlnaht oder durch Ausschnittsschweißung mit Doppelkehlnaht angeschweißt sind. Die Einordnung in den Kerbfall gilt nur für die Bereiche der kurzen Nahtabschnitte zwischen den Endnähten; für diese siehe Ordnungs-Nummer 242, 342 oder 442, je nach Ausbildung.			
351	Mit K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht quer zur Kraftrichtung verbundene Teile			D
352	K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht in Anschlüssen mit Biegung			D
353	K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten in Stegebene Druck und Zug quer zur Naht (gilt nur für Querbeanspruchung der Naht)			D

Kerbfall K 4 — Besonders starke Kerbwirkung

412	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß, ohne Schräge, gestützt. Nichtgestützte Stöße bei Berücksichtigung der Außermittigkeit	$>3 \leq 10$ $>3 \leq 10$		P P
413	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile an Kreuzungsstellen, z. B. von Gurtblechen			P P
433	Gurt- und Stegbleche, an die Schotte mit ununterbrochener einseitiger Kehlnaht quer zur Kraftrichtung angeschweißt sind			
441	Durchlaufendes Teil, an dessen Kante längs zur Kraftrichtung rechtwinklig endende Teile angeschweißt sind			
442	Durchlaufendes Teil, auf das rechtwinklig endende Teile, z. B. Steifen oder Knaggen zur Schienenbefestigung, längs zur Kraftrichtung mit Doppelkehlnaht aufgeschweißt sind			

DIN 4132

Kerbfall K4 – Besonders starke Kerbwirkung (Fortsetzung Tabelle 6)

Ordnungs-Nummer	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild	Kurzzeichen nach Tabelle 4
443	Durchlaufendes Teil, mit dem ein rechtwinkliges durchgestecktes Blech mit Doppelkehlnaht verschweißt ist			
444	Durchlaufendes Teil, auf dem ein mit umlaufender Kehlnaht aufgeschweißtes Gurtblech endet			
446	Durchlaufende Teile, zwischen denen Bindebleche mit Kehlnaht oder Stumpfnaht-Normalgüte eingeschweißt sind			
447	Durchlaufende Teile, auf die Stäbe mit Kehlnähten ringsumlaufend aufgeschweißt sind			
448	Stäbe aus Rohren, die mit Kehlnähten ringsumlaufend verschweißt sind			
449	Stoßlaschen, die auf Teile von $t_u \geq t_o$ mit Stirn- und Flankenkehlnähten aufgeschweißt sind			
451	Durch Doppelkehlnaht oder HV-Naht mit Kehlnaht auf Wurzelunterlage quer zur Kraftrichtung verbundene Teile (Kreuzstoß)			D
452	Durch Doppelkehlnaht-Anschluß mit Biegung angeschlossenes Teil			D
453	Doppelkehlnaht zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten in Stegebene Druck und Zug quer zur Naht (gilt nur für Querbeanspruchung der Naht)			

6.3 Zulässige Spannungen bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung

Bei Verwendung der Zahlenwerte ist Abschnitt 4.4.5, 2. und 3. Absatz besonders zu beachten.

6.3.1 Zulässige Spannungen für St 37 (Tabellen 7 bis 12)

Tabelle 7	
St 37	**Beanspruchungsgruppe B 1**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten	$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck					$\varkappa$
− 1,0	*(285,4)*	*(285,4)*	*228,3*	*228,3*	*199,8*	*199,8*							*(254,6)*	*(254,6)*	152,7	152,7	*(164,8)*	*(201,8)*	*159,8*	*399,6*	− 1,0
− 0,9			*237,8*	*(240,3)*	*208,1*	*210,3*									159,1	*160,7*			*166,5*	*416,2*	− 0,9
− 0,8			*(248,2)*		*217,2*	*222,0*									*166,0*	*169,7*			*173,8*	*434,4*	− 0,8
− 0,7					*227,0*	*235,1*									*173,5*	*179,6*			*181,6*	*454,0*	− 0,7
− 0,6					*237,9*	*(249,8)*	wie W 0		wie W 0		wie W 0				*181,8*	*190,9*			*190,3*	*475,8*	− 0,6
− 0,5					*(249,8)*										*190,9*	*203,6*			*(199,8)*	*(499,6)*	− 0,5
− 0,4															*200,9*	*218,1*					− 0,4
− 0,3															*212,1*	*234,9*					− 0,3
− 0,2															*224,6*	*(254,5)*					− 0,2
− 0,1															*238,6*						− 0,1
0															*(254,5)*						0
+ 0,1																					+ 0,1
+ 0,2																					+ 0,2
+ 0,3																					+ 0,3
+ 0,4																					+ 0,4
+ 0,5																					+ 0,5
+ 0,6																					+ 0,6
+ 0,7																					+ 0,7
+ 0,8																					+ 0,8
+ 0,9																					+ 0,9
+ 1,0	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*240,0*	*138,6*	*169,7*	*192,0*	*490,0*	+ 1,0

$\varkappa$ 160,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	−0,886	−0,909
$\varkappa$ 240,0	–	–	*−0,878*	*−0,903*	*−0,581*	*−0,665*	–	–	–	–	–	–	–	–	*−0,091*	*−0,273*

Tabelle 8	
St 37	Beanspruchungsgruppe **B 2**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	240,0	240,0	192,0	192,0	168,0	168,0							180,0	180,0	108,0	108,0	138,6	169,7	134,4	336,0	− 1,0
− 0,9			200,0	202,1	175,0	176,8							187,5	189,5	112,5	113,7			140,0	350,0	− 0,9
− 0,8			208,7	213,3	182,6	186,7							195,7	200,0	117,4	120,0			146,1	365,2	− 0,8
− 0,7			218,2	225,9	190,9	197,6							204,6	211,8	122,7	127,1			152,7	381,8	− 0,7
− 0,6			228,6	240,0	200,0	210,0	wie W 0		wie W 0		wie W 0		214,3	225,0	128,6	135,0			160,0	400,0	− 0,6
− 0,5			240,0		210,0	224,0							225,0	240,0	135,0	144,0			168,0	420,0	− 0,5
− 0,4			(252,6)		221,1	240,0							236,8		142,1	154,3			176,9	442,2	− 0,4
− 0,3					233,3								(250,0)		150,0	166,2			186,6	466,6	− 0,3
− 0,2					(247,1)										158,8	180,0			(197,7)	(494,2)	− 0,2
− 0,1															168,7	196,4					− 0,1
0															180,0	216,0					0
+ 0,1															186,6	223,9					+ 0,1
+ 0,2															193,6	232,3					+ 0,2
+ 0,3															201,2	(241,4)					+ 0,3
+ 0,4															209,4						+ 0,4
+ 0,5															218,4						+ 0,5
+ 0,6															228,1						+ 0,6
+ 0,7															238,7						+ 0,7
+ 0,8															(250,4)						+ 0,8
+ 0,9																					+ 0,9
+ 1,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	138,6	169,7	192,0	480,0	+ 1,0

$\varkappa$ 160,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	−0,187	−0,350
$\varkappa$ 240,0	−1,000	−1,000	−0,500	−0,600	−0,250	−0,400	−1,000	–	–	–	–	–	−0,375	−0,500	+0,712	+0,285

Tabelle 9	
St 37	Beanspruchungsgruppe **B 3**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	201,8	201,5	161,4	161,4	141,3	141,3					178,2	178,2	127,3	127,3	76,4	76,4	116,5	142,7	113,0	282,5	− 1,0
− 0,9	210,2	212,4	168,2	170,0	147,2	148,7					185,6	187,6	132,6	134,0	79,5	80,4	121,4	148,6	117,8	294,4	− 0,9
− 0,8	219,4	224,2	175,5	179,4	153,6	157,0					193,7	198,0	138,3	141,4	83,0	84,9	125,7	155,1	122,9	307,2	− 0,8
− 0,7	229,3	237,4	183,4	189,9	160,5	166,2					202,5	209,6	144,6	149,7	86,8	89,8	132,4	162,1	128,4	321,0	− 0,7
− 0,6	(240,3)	(252,3)	192,2	201,8	168,2	176,6	wie W 0		wie W 0		212,1	222,7	151,5	159,1	90,9	95,5	(138,7)	(169,9)	134,6	336,4	− 0,6
− 0,5			201,8	215,2	176,6	188,4					222,7	237,6	159,1	169,7	95,5	101,8			141,3	353,2	− 0,5
− 0,4			212,4	230,7	185,9	201,8					234,5	(254,6)	167,5	181,8	100,5	109,1			148,7	371,8	− 0,4
− 0,3			224,3	(248,4)	196,2	217,3					(247,5)		176,8	195,8	106,1	117,5			157,0	392,4	− 0,3
− 0,2			237,4		207,8	235,5							187,2	212,1	112,3	127,3			166,2	415,4	− 0,2
− 0,1			(252,2)		220,7	(256,9)							198,9	231,4	119,3	138,8			176,6	441,4	− 0,1
0					235,5								212,1	(254,6)	127,3	152,8			188,4	471,0	0
+ 0,1					239,1								217,2		134,6	161,5			191,3	478,2	+ 0,1
+ 0,2					(242,9)								222,6		142,8	171,4			(194,3)	(485,8)	+ 0,2
+ 0,3													228,2		152,0	182,4					+ 0,3
+ 0,4													234,2		162,5	195,0					+ 0,4
+ 0,5													(240,4)		174,5	209,4					+ 0,5
+ 0,6															188,5	226,2					+ 0,6
+ 0,7															205,0	(246,0)					+ 0,7
+ 0,8															224,5						+ 0,8
+ 0,9															(248,2)						+ 0,9
+ 1,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	138,6	169,7	192,0	480,0	+ 1,0

$\varkappa$ 160,0	–	–	–	–	−0,703	−0,764	–	–	–	–	–	–	−0,489	−0,591	+0,377	+0,083
$\varkappa$ 240,0	−0,602	−0,682	−0,181	−0,345	+0,124	−0,178	−0,602	−0,682	−0,602	−0,682	−0,356	−0,485	+0,493	−0,061	+0,867	+0,671

Tabelle 10	
St 37	**Beanspruchungsgruppe B4**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W0 Oberspannung		W1 Oberspannung		W2 Oberspannung		K0 Oberspannung		K1 Oberspannung		K2 Oberspannung		K3 Oberspannung		K4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	169,7	169,7	135,8	135,8	118,8	118,8	168,0	168,0	150,0	150,0	126,0	126,0	90,0	90,0	54,0	54,0	98,0	118,8	95,0	237,6	− 1,0
− 0,9	176,8	178,6	141,5	143,0	123,7	125,0	175,0	176,8	156,3	157,9	131,3	132,6	93,8	94,7	56,3	56,8	102,1	123,7	99,0	247,4	− 0,9
− 0,8	184,5	188,6	147,7	151,0	129,1	132,0	182,6	186,7	163,0	166,7	137,0	140,0	97,8	100,0	58,7	60,0	106,5	129,1	103,3	258,2	− 0,8
− 0,7	192,8	199,7	154,4	159,8	135,0	139,8	190,9	197,6	170,5	176,5	143,2	148,2	102,3	105,9	61,4	63,5	111,3	135,0	108,0	270,0	− 0,7
− 0,6	202,0	212,1	161,7	169,8	141,4	148,5	200,0	210,0	178,6	187,5	150,0	157,5	107,1	112,5	64,3	67,5	116,6	141,4	113,1	282,8	− 0,6
− 0,5	212,1	226,3	169,8	181,1	148,5	158,4	210,0	224,0	187,5	200,0	157,5	168,0	112,5	120,0	67,5	72,0	122,5	148,5	118,8	297,0	− 0,5
− 0,4	223,3	(242,4)	178,7	194,1	156,3	169,7	221,1	240,0	197,4	214,3	165,8	180,0	118,4	128,6	71,1	77,1	128,9	156,3	125,0	312,6	− 0,4
− 0,3	235,7		188,6	209,0	165,0	182,8	233,3		208,3	230,8	175,0	193,8	125,0	138,5	75,0	83,1	136,1	165,0	132,0	330,0	− 0,3
− 0,2	(249,6)		199,7	226,4	174,7	198,0	(247,1)		220,6	(250,0)	185,3	210,0	132,4	150,0	79,4	90,0	(144,1)	(174,7)	139,8	349,4	− 0,2
− 0,1			213,2	(247,0)	185,6	216,0			234,4		196,9	229,1	140,6	163,6	84,4	98,2			148,5	371,2	− 0,1
0			226,4		198,0	237,6			(250,0)		210,0	(252,0)	150,0	180,0	90,0	108,0			158,4	396,0	0
+ 0,1			230,6		203,8	(244,6)					215,2		157,2	188,6	96,5	115,8			163,0	407,6	+ 0,1
+ 0,2			235,1		210,0						220,7		165,2	198,2	104,1	124,9			168,0	420,0	+ 0,2
+ 0,3			239,6		216,6						226,5		174,0	208,8	112,9	135,5			173,3	433,2	+ 0,3
+ 0,4			(244,4)		223,6						232,6		183,8	220,6	123,3	148,0			178,9	447,2	+ 0,4
+ 0,5					231,1						239,1		194,7	233,6	135,9	163,1			184,9	462,2	+ 0,5
+ 0,6					239,1						(245,9)		207,1	(248,5)	151,4	181,7			191,3	478,2	+ 0,6
+ 0,7					(247,7)								221,1		170,8	205,0			(198,2)	(495,4)	+ 0,7
+ 0,8													237,2		195,9	235,1					+ 0,8
+ 0,9													(255,8)		229,7	(275,6)					+ 0,9
+ 1,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	(277,5)	240,0	138,6	169,7	192,0	480,0	+ 1,0

$\varkappa$ 160,0	–	–	−0,622	−0,698	−0,356	−0,485	–	–	−0,843	−0,875	−0,468	−0,575	+0,136	−0,125	+0,647	+0,481
$\varkappa$ 240,0	−0,268	−0,414	+0,316	−0,132	+0,611	+0,035	−0,250	−0,400	−0,063	−0,250	+0,514	−0,050	+0,816	+0,544	+0,925	+0,814

Tabelle 11	
St 37	Beanspruchungsgruppe **B 5**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	142,7	142,7	114,2	114,2	99,9	99,9	118,8	118,8	106,1	106,1	89,1	89,1	63,6	63,6	38,2	38,2	82,4	84,0	79,9	199,8	− 1,0
− 0,9	148,7	150,2	119,0	120,2	104,1	105,2	123,8	125,1	110,5	111,7	92,8	93,8	66,3	67,0	39,8	40,2	85,8	87,5	83,3	208,2	− 0,9
− 0,8	155,1	158,6	124,0	126,9	108,6	111,0	129,1	132,0	115,3	117,9	96,8	99,0	69,2	70,7	41,5	42,4	89,5	91,3	86,9	217,2	− 0,8
− 0,7	162,2	167,9	129,7	134,3	113,5	117,5	135,0	139,8	120,6	124,8	101,2	104,8	72,3	74,9	43,4	44,9	93,6	95,5	90,8	227,0	− 0,7
− 0,6	169,9	178,4	135,9	142,7	118,9	124,9	141,4	148,5	126,3	132,6	106,1	111,4	75,8	79,5	45,5	47,7	98,1	100,0	95,1	237,8	− 0,6
− 0,5	178,4	190,3	142,7	152,2	124,9	133,2	148,5	158,4	132,6	141,5	111,4	118,8	79,5	84,9	47,7	50,9	103,0	105,0	99,9	249,8	− 0,5
− 0,4	187,8	203,9	150,2	163,2	131,4	142,7	156,3	169,7	139,6	151,6	117,2	127,3	83,7	90,9	50,2	54,5	108,4	110,5	105,1	262,8	− 0,4
− 0,3	198,2	219,5	158,6	175,7	138,7	153,7	165,0	182,8	147,4	163,2	123,7	137,1	88,4	97,9	53,0	58,7	114,4	116,7	111,0	277,4	− 0,3
− 0,2	209,9	237,8	167,9	190,4	146,9	166,5	174,7	198,0	156,0	176,8	131,0	148,5	93,6	106,1	56,1	63,6	121,2	123,5	117,5	293,8	− 0,2
− 0,1	223,0	(259,5)	178,4	207,6	156,1	181,6	185,6	216,0	165,8	192,9	139,2	162,0	99,4	115,7	59,7	69,4	128,7	131,2	124,9	312,2	− 0,1
0	237,8		190,3	228,4	166,5	199,8	198,0	237,6	176,8	212,2	148,5	178,2	106,1	127,3	63,6	76,4	137,3	140,0	133,2	333,0	0
+ 0,1	(241,3)		196,5	235,8	173,4	208,1	203,8	(244,6)	183,5	220,2	155,7	186,8	113,1	135,7	68,9	82,7	(139,3)	144,1	138,7	346,8	+ 0,1
+ 0,2			203,1	(243,7)	181,0	217,2	210,0		190,6	228,7	163,7	196,4	121,1	145,3	75,2	90,2		148,5	144,8	362,0	+ 0,2
+ 0,3			210,1		189,2	227,0	216,6		198,4	238,1	172,6	207,1	130,2	156,2	82,7	99,2		153,2	151,4	378,4	+ 0,3
+ 0,4			217,7		198,2	237,8	223,6		206,8	(248,2)	182,4	218,9	140,9	169,1	92,0	110,4		158,1	158,6	396,4	+ 0,4
+ 0,5			225,8		208,1	(249,7)	231,1		216,0		193,5	232,2	153,5	184,2	103,5	124,2		163,4	166,5	416,2	+ 0,5
+ 0,6			234,5		219,1		239,1		226,0		205,9	(247,1)	168,6	202,3	118,3	142,0		169,1	175,3	438,2	+ 0,6
+ 0,7			(244,0)		231,3		(247,7)		237,0		220,1		186,9	224,3	138,1	165,7		(175,2)	185,0	462,6	+ 0,7
+ 0,8					(244,9)				(249,1)		236,4		209,7	(251,6)	165,9	199,1			(195,9)	(489,8)	+ 0,8
+ 0,9											(255,3)		238,9		207,7	(249,2)					+ 0,9
+ 1,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	(277,5)	240,0	(277,5)	240,0	138,6	169,7	192,0	480,0	+ 1,0

$\varkappa$ 160,0	−0,730	−0,784	−0,285	−0,428	−0,060	−0,249	−0,356	−0,485	−0,158	−0,326	+0,155	−0,114	+0,545	+0,331	+0,782	+0,678
$\varkappa$ 240,0	+0,064	−0,189	+0,659	+0,154	+0,765	+0,419	+0,611	+0,035	+0,726	+0,319	+0,820	+0,554	+0,903	+0,760	+0,954	+0,885

Tabelle 12	
St 37	Beanspruchungsgruppe **B6**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	120,0	120,0	96,0	96,0	84,0	84,0	84,0	84,0	75,0	75,0	63,0	63,0	45,0	45,0	27,0	27,0	69,3	59,4	67,2	168,0	− 1,0
− 0,9	125,0	126,3	100,0	101,1	87,5	88,4	87,5	88,4	78,1	78,9	65,6	66,3	46,9	47,4	28,1	28,4	72,2	61,9	70,0	175,0	− 0,9
− 0,8	130,4	133,3	104,3	106,6	91,3	93,3	91,3	93,3	81,5	83,3	68,5	70,0	48,9	50,0	29,3	30,0	75,3	64,6	73,0	182,6	− 0,8
− 0,7	136,4	141,2	109,1	112,9	95,5	98,8	95,5	98,8	85,2	88,2	71,6	74,1	51,1	52,9	30,7	31,8	78,7	67,5	76,4	191,0	− 0,7
− 0,6	142,9	150,0	114,3	120,0	100,0	105,0	100,0	105,0	89,3	93,8	75,0	78,8	53,6	56,3	32,1	33,8	82,5	70,7	80,0	200,0	− 0,6
− 0,5	150,0	160,0	120,0	128,0	105,0	112,0	105,0	112,0	93,8	100,0	78,8	84,0	56,3	60,0	33,8	36,0	86,6	74,2	84,0	210,0	− 0,5
− 0,4	157,9	171,4	126,3	137,1	110,5	120,0	110,5	120,0	98,7	107,1	82,9	90,0	59,2	64,3	35,5	38,6	91,2	78,1	88,4	221,0	− 0,4
− 0,3	166,7	184,6	133,4	147,7	116,7	129,2	116,7	129,2	104,2	115,4	87,5	96,9	62,5	69,2	37,5	41,5	96,2	82,5	93,4	233,4	− 0,3
− 0,2	176,5	200,0	141,2	160,0	123,5	140,0	123,5	140,0	110,3	125,0	92,6	105,0	66,2	75,0	39,7	45,0	101,9	87,3	98,8	247,0	− 0,2
− 0,1	187,5	218,2	150,0	174,6	131,3	152,7	131,3	152,7	117,2	136,4	98,4	114,5	70,3	81,8	42,2	49,1	108,3	92,8	105,0	262,6	− 0,1
0	200,0	240,0	160,0	192,0	140,0	168,0	140,0	168,0	125,0	150,0	105,0	126,0	75,0	90,0	45,0	54,0	115,5	99,0	112,0	280,0	0
+ 0,1	205,7		167,1	200,5	147,3	176,8	147,3	176,8	132,3	158,8	112,0	134,4	80,9	97,1	49,1	58,9	118,8	104,2	117,8	294,6	+ 0,1
+ 0,2	211,8		174,8	209,8	155,4	186,5	155,4	186,5	140,4	168,5	119,9	143,9	87,8	105,4	54,1	64,9	122,3	109,9	124,3	310,8	+ 0,2
+ 0,3	218,3		183,3	220,0	164,4	197,3	164,4	197,3	149,7	179,6	129,1	154,9	96,0	115,2	60,1	72,1	126,0	116,2	131,5	328,8	+ 0,3
+ 0,4	225,2		192,6	231,1	174,6	209,5	174,6	209,5	160,2	192,2	139,7	167,6	105,9	127,1	67,7	81,2	130,0	123,5	139,7	349,2	+ 0,4
+ 0,5	232,5		203,0	(243,6)	186,1	223,3	186,1	223,3	172,4	206,9	152,4	182,9	118,1	141,7	77,4	92,9	134,2	131,6	148,9	372,2	+ 0,5
+ 0,6	(240,3)		214,5		199,2	239,1	199,2	239,1	186,5	223,8	167,5	201,0	133,4	160,1	90,5	108,6	(138,7)	140,9	159,4	398,4	+ 0,6
+ 0,7			227,4		214,3	(257,2)	214,3	(257,2)	203,1	(243,7)	185,9	223,1	153,3	184,0	108,8	130,6		151,5	171,4	428,6	+ 0,7
+ 0,8			(242,0)		231,9		231,9		223,1		208,9	(250,7)	180,2	216,2	136,5	163,8		164,0	185,5	463,8	+ 0,8
+ 0,9					(252,7)		(252,7)		(247,3)		238,3		218,5	(262,2)	183,0	219,6		(178,7)	(202,2)	(505,4)	+ 0,9
+ 1,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	(277,5)	240,0	(277,5)	240,0	(277,5)	(333,0)	138,6	169,7	192,0	480,0	+ 1,0

$\varkappa$ 160,0	−0,375	−0,500	0	−0,200	+0,252	−0,050	+0,252	−0,050	+0,398	+0,114	+0,553	+0,342	+0,728	+0,600	+0,858	+0,790
$\varkappa$ 240,0	+0,597	0	+0,787	+0,472	+0,841	+0,605	+0,841	+0,605	+0,872	+0,682	+0,905	+0,764	+0,942	+0,857	+0,970	+0,925

Tabelle 13	
St 52	Beanspruchungsgruppe **B 1**

6.3.2 Zulässige Spannungen für St 52 (Tabellen 13 bis 18)

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	(388,4)	(388,4)	308,9	308,9	247,2	247,2					356,4	356,4	254,6	254,6	152,7	152,7	(224,2)	(274,6)	197,8	494,4	− 1,0
− 0,9			321,8	325,2	257,5	260,2					(371,3)	(375,2)	265,2	268,0	159,1	160,7			206,0	515,0	− 0,9
− 0,8			335,8	343,2	268,7	274,7							276,7	282,9	166,0	169,7			215,0	537,4	− 0,8
− 0,7			351,0	(363,4)	280,9	290,8							289,3	299,5	173,5	179,6			224,7	561,8	− 0,7
− 0,6			(367,7)		294,3	309,0	wie W 0		wie W 0				303,1	318,3	181,8	190,9			235,4	588,6	− 0,6
− 0,5					309,0	329,6							318,3	339,5	190,9	203,6			247,2	618,0	− 0,5
− 0,4					325,3	353,1							335,0	(363,7)	200,9	218,1			260,2	650,6	− 0,4
− 0,3					343,3	(380,3)							353,6		212,1	234,9			274,6	686,6	− 0,3
− 0,2					(363,5)								(374,4)		224,6	254,5			(290,8)	(727,0)	− 0,2
− 0,1															238,6	277,6					− 0,1
0															254,5	305,4					0
+ 0,1															263,7	316,4					+ 0,1
+ 0,2															273,5	328,2					+ 0,2
+ 0,3															284,1	340,9					+ 0,3
+ 0,4															295,6	354,7					+ 0,4
+ 0,5															308,0	(369,6)					+ 0,5
+ 0,6															321,5						+ 0,6
+ 0,7															336,3						+ 0,7
+ 0,8															352,5						+ 0,8
+ 0,9															(370,3)						+ 0,9
+ 1,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	207,8	254,6	288,0	720,0	+ 1,0

$\varkappa$ 240,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	−0,091	−0,273
$\varkappa$ 360,0	−1,000	−1,000	−0,645	−0,716	−0,217	−0,373	−1,000	−1,000	−1,000	−1,000	−0,975	−0,980	−0,268	−0,414	+0,843	+0,437

Tabelle 14	
St 52	Beanspruchungsgruppe **B 2**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	313,0	313,0	249,0	249,0	199,2	199,2			300,0	300,0	252,0	252,0	180,0	180,0	108,0	108,0	180,7	221,3	159,4	398,4	− 1,0
− 0,9	326,0	329,5	259,4	262,1	207,5	209,7			312,5	315,8	262,5	265,3	187,5	189,5	112,5	113,7	188,2	230,5	166,0	415,0	− 0,9
− 0,8	340,2	347,8	270,7	276,7	216,5	221,3			326,1	333,3	273,9	280,0	195,7	200,0	117,4	120,0	196,4	240,6	173,2	433,0	− 0,8
− 0,7	355,7	(368,2)	283,0	292,9	226,4	234,4			340,9	352,9	286,4	296,5	204,5	211,8	122,7	127,1	205,4	251,5	181,1	452,8	− 0,7
− 0,6	(372,6)		296,4	311,3	237,1	249,0	wie W 0		357,1	(375,0)	300,0	315,0	214,3	225,0	128,6	135,0	(215,1)	(263,5)	189,7	474,2	− 0,6
− 0,5			311,3	332,0	249,0	265,6			(375,0)		315,0	336,0	225,0	240,0	135,0	144,0			199,2	498,0	− 0,5
− 0,4			327,6	355,7	262,1	284,6					331,6	360,0	236,8	257,1	142,1	154,3			209,7	524,2	− 0,4
− 0,3			345,8	(383,1)	276,7	306,5					350,0		250,0	276,9	150,0	166,2			221,4	553,4	− 0,3
− 0,2			(366,2)		292,9	332,0					(370,6)		264,7	300,0	158,8	180,0			234,3	585,8	− 0,2
− 0,1					311,3	(362,2)							281,3	327,3	168,8	196,4			249,0	622,6	− 0,1
0					332,0								300,0	360,0	180,0	216,0			265,6	664,0	0
+ 0,1					337,0								307,1		190,2	228,2			269,6	674,0	+ 0,1
+ 0,2					342,2								314,5		201,7	242,0			273,8	684,4	+ 0,2
+ 0,3					347,5								322,3		214,7	257,6			278,0	695,0	+ 0,3
+ 0,4					353,0								330,5		229,4	275,2			282,4	706,0	+ 0,4
+ 0,5					358,7								339,1		246,3	295,6			287,0	717,4	+ 0,5
+ 0,6					(364,5)								348,2		265,9	319,1			(291,6)	(729,0)	+ 0,6
+ 0,7													357,8		288,9	346,7					+ 0,7
+ 0,8													(367,9)		316,2	(379,4)					+ 0,8
+ 0,9															349,3						+ 0,9
+ 1,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	(390,0)	360,0	207,8	254,6			+ 1,0

$\varkappa$ 240,0	–	–	–	–	−0,575	−0,660	–	–	–	–	–	–	−0,375	−0,500	+0,464	+0,186
$\varkappa$ 360,0	−0,674	−0,739	−0,229	−0,383	+0,523	−0,107	−0,674	−0,739	−0,583	−0,667	−0,250	−0,400	+0,722	0,000	+0,926	+0,743

Tabelle 15	
St 52	Beanspruchungsgruppe **B 3**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	252,2	252,2	200,6	200,6	160,5	160,5	237,6	237,6	212,1	212,1	178,2	178,2	127,3	127,3	76,4	76,4	145,6	168,0	128,4	321,0	− 1,0
− 0,9	262,6	265,5	208,9	211,1	167,2	168,9	247,5	250,1	220,9	223,3	185,6	187,6	132,6	134,0	79,5	80,4	151,6	175,0	133,8	334,4	− 0,9
− 0,8	274,1	280,2	218,0	222,8	174,5	178,3	258,3	264,0	230,5	235,7	193,7	198,0	138,3	141,4	83,0	84,9	158,2	182,6	139,6	349,0	− 0,8
− 0,7	286,6	296,6	228,0	236,0	182,4	188,8	270,0	279,5	241,0	249,5	202,5	209,6	144,6	149,7	86,8	89,8	165,5	190,9	145,9	364,8	− 0,7
− 0,6	330,3	315,2	238,8	250,7	191,1	200,6	282,9	297,0	252,5	265,1	212,1	222,7	151,5	159,1	90,9	95,5	173,4	200,0	152,9	382,2	− 0,6
− 0,5	315,2	336,2	250,7	267,5	200,6	214,0	297,0	316,8	265,1	282,8	222,7	237,6	159,1	169,7	95,5	101,8	182,0	210,0	160,5	401,2	− 0,5
− 0,4	331,8	(360,2)	263,9	286,5	211,2	229,3	312,6	339,4	279,1	303,0	234,5	254,6	167,5	181,8	100,5	109,1	191,6	221,0	169,0	422,4	− 0,4
− 0,3	350,3		278,6	308,6	222,9	246,9	330,0	(365,5)	294,6	326,3	247,5	274,1	176,8	195,8	106,1	117,5	202,2	233,3	178,3	445,8	− 0,3
− 0,2	(370,9)		295,0	334,3	236,0	267,5	349,4		311,9	353,5	262,0	297,0	187,2	212,1	112,3	127,3	(214,1)	247,1	188,8	472,0	− 0,2
− 0,1			313,4	(364,7)	250,8	291,8	(371,3)		331,4	(385,6)	278,4	324,0	198,9	231,4	119,3	138,8		(262,6)	200,6	501,6	− 0,1
0			334,3		267,5	321,0			353,5		297,0	356,4	212,1	254,6	127,3	152,8			214,0	535,0	0
+ 0,1			339,1		276,2	331,4			356,8		304,3	(365,2)	222,2	266,6	136,5	163,8			221,0	552,4	+ 0,1
+ 0,2			344,1		285,4	342,5			(360,2)		311,9		233,4	280,1	147,1	176,5			228,3	570,8	+ 0,2
+ 0,3			349,3		295,3	354,4					319,9		245,7	294,8	159,5	191,4			236,2	590,6	+ 0,3
+ 0,4			354,6		305,9	(367,1)					328,3		259,4	311,3	174,2	209,0			244,7	611,8	+ 0,4
+ 0,5			360,0		317,3						337,2		274,8	329,8	191,9	230,3			253,8	634,6	+ 0,5
+ 0,6					329,6						346,6		292,0	350,4	213,6	256,3			263,7	659,2	+ 0,6
+ 0,7					342,9						356,5		311,6	(373,9)	240,9	289,1			274,3	685,8	+ 0,7
+ 0,8					357,3						(367,0)		334,0		276,1	331,3			285,8	714,6	+ 0,8
+ 0,9					(372,9)								359,8		323,3	(388,0)			(298,3)	(745,8)	+ 0,9
+ 1,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	360,0	207,8	254,6	288,0	720,0	+ 1,0

$\varkappa$ 240,0	–	–	−0,590	−0,671	−0,172	−0,338	−0,975	−0,980	−0,709	−0,768	−0,356	−0,485	+0,255	−0,061	+0,697	+0,539
$\varkappa$ 360,0	−0,251	−0,401	+0,500	−0,114	+0,818	+0,345	−0,150	−0,320	+0,193	−0,178	+0,734	+0,042	+0,901	+0,642	+0,959	+0,855

Tabelle 16	
St 52	Beanspruchungsgruppe **B4**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	203,2	203,2	161,7	161,7	129,3	129,3	168,0	168,0	150,0	150,0	126,0	126,0	90,0	90,0	54,0	54,0	117,3	118,8	103,4	258,6	− 1,0
− 0,9	211,7	213,9	168,4	170,1	134,7	136,2	175,0	176,8	156,3	157,9	131,3	132,6	93,8	94,7	56,3	56,8	122,2	123,7	107,8	269,4	− 0,9
− 0,8	220,8	225,7	175,7	179,6	140,6	143,7	182,6	186,7	163,0	166,7	137,0	140,0	97,8	100,0	58,7	60,0	127,5	129,1	112,5	281,2	− 0,8
− 0,7	230,9	239,0	183,7	190,2	147,0	152,2	190,9	197,6	170,5	176,5	143,2	148,2	102,3	105,9	61,4	63,5	133,3	135,0	117,6	294,0	− 0,7
− 0,6	241,9	254,0	192,5	202,0	154,0	161,7	200,0	210,0	178,6	187,5	150,0	157,5	107,1	112,5	64,3	67,5	139,7	141,4	123,2	308,0	− 0,6
− 0,5	254,0	270,9	202,0	215,5	161,7	172,5	210,0	224,0	187,5	200,0	157,5	168,0	112,5	120,0	67,5	72,0	146,6	148,5	129,4	323,4	− 0,5
− 0,4	267,3	290,3	212,8	231,0	170,2	184,8	221,1	240,0	197,4	214,3	165,8	180,0	118,4	128,6	71,1	77,1	154,3	156,3	136,2	340,4	− 0,4
− 0,3	282,1	312,6	224,5	248,7	179,6	199,0	233,3	258,5	208,3	230,8	175,0	193,8	125,0	138,5	75,0	83,1	162,9	165,0	144,2	360,4	− 0,3
− 0,2	298,8	338,7	237,8	269,5	190,2	215,6	247,1	280,0	220,6	250,0	185,3	210,0	132,4	150,0	79,4	90,0	172,5	174,7	152,2	380,4	− 0,2
− 0,1	317,4	(369,5)	252,6	294,0	202,1	235,2	262,5	305,5	234,4	272,7	196,9	229,1	140,6	163,6	84,4	98,2	183,2	185,6	161,7	404,2	− 0,1
0	338,7		269,5	323,3	215,6	258,7	280,0	336,0	250,0	300,0	210,0	252,0	150,0	180,0	90,0	108,0	195,5	198,0	172,5	431,2	0
+ 0,1	343,2		278,1	333,7	225,7	270,8	288,2	345,8	259,3	311,2	220,2	264,2	159,8	191,8	97,5	117,0	198,1	203,8	180,6	451,4	+ 0,1
+ 0,2	347,9		287,3	344,8	236,8	284,2	296,8	356,2	269,3	323,2	231,4	277,7	171,1	205,3	106,4	127,7	200,9	209,9	189,4	473,6	+ 0,2
+ 0,3	352,6		297,0	356,4	249,2	299,0	305,9	(367,1)	280,2	336,2	243,7	292,4	184,0	220,8	117,0	140,4	203,6	216,3	199,4	498,4	+ 0,3
+ 0,4	357,5		307,5	(369,0)	262,6	315,1	315,6		291,9	350,3	257,5	309,0	199,0	238,8	130,0	156,0	206,4	223,2	210,1	525,2	+ 0,4
+ 0,5	(362,5)		318,7		277,7	333,2	326,0		304,7	(365,6)	273,0	327,6	216,7	260,0	146,3	175,6	(209,3)	230,5	222,2	555,4	+ 0,5
+ 0,6			330,8		294,7	353,6	337,0		318,6		290,4	348,5	237,8	285,4	167,1	200,5		238,3	235,8	589,4	+ 0,6
+ 0,7			343,9		313,8	(376,6)	348,9		333,9		310,2	(372,2)	263,5	316,2	195,0	234,0		246,7	251,0	627,6	+ 0,7
+ 0,8			358,0		335,7		(361,6)		350,7		332,9		295,5	354,6	234,0	280,8		(255,7)	268,6	671,4	+ 0,8
+ 0,9			(373,3)		(360,8)				(369,3)		359,2		336,2	(403,4)	292,5	351,0			(288,6)	(721,6)	+ 0,9
+ 1,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	(468,0)	207,8	254,6	288,0	720,0	+ 1,0

$\varkappa$ 240,0	−0,617	−0,693	−0,184	−0,348	+0,228	−0,078	−0,250	−0,400	−0,063	−0,250	+0,271	−0,050	+0,609	+0,406	+0,812	+0,715
$\varkappa$ 360,0	+0,450	−0,129	+0,813	+0,330	+0,897	+0,629	+0,788	+0,236	+0,851	+0,464	+0,903	+0,650	+0,948	+0,813	+0,975	+0,910

Tabelle 17	
St 52	Beanspruchungsgruppe **B 5**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	163,8	163,8	130,3	130,3	104,2	104,2	118,8	118,8	106,1	106,1	89,1	89,1	63,6	63,6	38,2	38,2	94,6	84,0	83,4	208,4	− 1,0
− 0,9	170,6	172,4	135,7	137,1	108,6	109,7	123,8	125,1	110,5	111,7	92,8	93,8	66,3	67,0	39,8	40,2	98,5	87,5	86,9	217,2	− 0,9
− 0,8	178,1	182,1	141,6	144,7	113,3	115,8	129,1	132,0	115,3	117,9	96,8	99,0	69,2	70,7	41,5	42,4	102,8	91,3	90,6	226,6	− 0,8
− 0,7	186,1	192,7	148,0	153,3	118,4	122,6	135,0	139,8	120,6	124,8	101,2	104,8	72,3	74,9	43,4	44,9	107,4	95,5	94,7	236,8	− 0,7
− 0,6	195,0	204,7	155,1	162,8	124,1	130,3	141,4	148,5	126,3	132,6	106,1	111,4	75,8	79,5	45,5	47,7	112,6	100,0	99,3	248,2	− 0,6
− 0,5	204,7	218,4	162,8	173,7	130,3	139,0	148,5	158,4	132,6	141,5	111,4	118,8	79,5	84,9	47,7	50,9	118,2	105,0	104,2	260,6	− 0,5
− 0,4	215,5	234,0	171,4	186,1	137,2	148,9	156,3	169,7	139,6	151,6	117,2	127,3	83,7	90,9	50,2	54,5	124,4	110,5	109,8	274,4	− 0,4
− 0,3	227,5	252,0	180,9	200,4	144,8	160,4	165,0	182,8	147,4	163,2	123,7	137,1	88,4	97,9	53,0	58,7	131,3	116,7	115,8	289,6	− 0,3
− 0,2	240,9	273,0	191,5	217,2	153,3	173,7	174,7	198,0	156,0	176,8	131,0	148,5	93,6	106,1	56,1	63,6	139,1	123,5	122,6	306,6	− 0,2
− 0,1	256,0	297,8	203,6	236,8	162,9	189,5	185,6	216,0	165,8	192,9	139,2	162,0	99,4	115,7	59,7	69,4	147,8	131,2	130,3	325,8	− 0,1
0	273,0	327,6	217,2	260,5	173,7	208,5	198,0	237,6	176,8	212,2	148,5	178,2	106,1	127,3	63,6	76,4	157,6	140,0	139,0	347,4	0
+ 0,1	281,4	337,7	227,3	272,8	183,9	220,7	208,3	250,0	187,0	224,4	158,3	190,0	114,4	137,3	69,4	83,3	162,5	147,3	147,1	367,8	+ 0,1
+ 0,2	290,4	348,5	238,3	286,0	195,4	234,5	219,6	263,5	198,5	238,2	169,5	203,4	124,2	149,0	76,4	91,7	167,7	155,3	156,3	390,8	+ 0,2
+ 0,3	300,0	360,0	250,5	300,6	208,4	250,1	232,3	278,8	211,5	253,8	182,4	218,9	135,7	162,8	84,9	101,9	173,2	164,3	166,7	416,8	+ 0,3
+ 0,4	310,2		264,0	316,8	223,2	267,8	246,6	295,9	226,3	271,6	197,4	236,9	149,7	179,6	95,6	114,7	179,1	174,4	178,6	446,4	+ 0,4
+ 0,5	321,2		279,0	334,8	240,4	288,5	262,7	315,2	243,3	292,0	215,1	258,1	166,8	200,2	109,4	131,3	185,4	185,8	192,3	480,8	+ 0,5
+ 0,6	332,9		295,9	355,1	260,3	312,4	281,0	337,2	263,1	315,7	236,3	283,6	188,4	226,1	127,8	153,4	192,2	198,7	208,2	520,6	+ 0,6
+ 0,7	345,6		314,9	(377,9)	283,9	340,7	302,1	(362,5)	286,4	343,7	262,1	314,5	216,3	259,6	153,6	184,3	199,5	213,6	227,1	567,8	+ 0,7
+ 0,8	359,2		336,5		312,2	(374,6)	326,6		314,2	(377,0)	294,3	353,2	254,0	304,8	192,5	231,0	207,4	230,9	249,8	624,4	+ 0,8
+ 0,9	(374,0)		(361,3)		346,8		355,5		348,0		335,4	(402,5)	307,7	(369,2)	257,7	309,2	(215,9)	251,4	277,4	693,6	+ 0,9
+ 1,0	360,0	360,0	360,0	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	360,0	(390,0)	(468,0)	207,8	(275,8)	(312,0)	(780,0)	+ 1,0

$\varkappa$ 240,0	−0,206	−0,365	+0,214	−0,086	+0,498	+0,237	+0,355	+0,020	+0,482	+0,212	+0,616	+0,416	+0,766	+0,645	+0,878	+0,815
$\varkappa$ 360,0	+0,805	+0,300	+0,895	+0,623	+0,933	+0,759	+0,914	+0,691	+0,931	+0,751	+0,948	+0,816	+0,969	+0,888	+0,983	+0,941

Tabelle 18	
St 52	Beanspruchungsgruppe **B 6**

Spannungsverhältnis	Zulässige Normalspannungen σ_{Be} in N/mm² in den Kerbfällen																Zulässige Schubspannungen τ_{Be}		Zulässige Scher- und Leibungsspannungen für genietete und geschraubte Verbindungen gestützt oder mehrschnittig		Spannungsverhältnis
	W 0 Oberspannung		W 1 Oberspannung		W 2 Oberspannung		K 0 Oberspannung		K 1 Oberspannung		K 2 Oberspannung		K 3 Oberspannung		K 4 Oberspannung		in Bauteilen	in Schweißnähten			
$\varkappa$	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck			$\tau_{a,Be}$	$\sigma_{l,Be}$	$\varkappa$
− 1,0	132,0	132,0	105,0	105,0	84,0	84,0	84,0	84,0	75,0	75,0	63,0	63,0	45,0	45,0	27,0	27,0	76,2	59,4	67,2	168,0	− 1,0
− 0,9	137,5	138,9	109,4	110,6	87,5	88,4	87,5	88,4	78,1	78,9	65,6	66,3	46,9	47,4	28,1	28,4	79,4	61,9	70,0	175,0	− 0,9
− 0,8	143,4	146,6	114,2	116,6	91,3	93,3	91,3	93,3	81,5	83,3	68,5	70,0	48,9	50,0	29,3	30,0	82,8	64,6	73,0	182,6	− 0,8
− 0,7	149,9	155,3	119,3	123,5	95,5	98,8	95,5	98,8	85,2	88,2	71,6	74,1	51,1	52,9	30,7	31,8	86,5	67,5	76,4	191,0	− 0,7
− 0,6	157,2	165,0	125,0	131,2	100,0	105,0	100,0	105,0	89,3	93,8	75,0	78,8	53,6	56,3	32,1	33,8	90,8	70,7	80,0	200,0	− 0,6
− 0,5	165,0	176,0	131,2	140,0	105,0	112,0	105,0	112,0	93,8	100,0	78,8	84,0	56,3	60,0	33,8	36,0	95,3	74,2	84,0	210,0	− 0,5
− 0,4	173,7	188,5	138,1	150,0	110,5	120,0	110,5	120,0	98,7	107,1	82,9	90,0	59,2	64,3	35,5	38,6	100,3	78,1	88,4	221,0	− 0,4
− 0,3	183,4	203,1	145,9	161,5	116,7	129,2	116,7	129,2	104,2	115,4	87,5	96,9	62,5	69,2	37,5	41,5	105,9	82,5	93,4	233,4	− 0,3
− 0,2	194,2	220,0	154,4	175,0	123,5	140,0	123,5	140,0	110,3	125,0	92,6	105,0	66,2	75,0	39,7	45,0	112,1	87,3	98,8	247,0	− 0,2
− 0,1	206,3	240,0	164,1	191,0	131,3	152,7	131,3	152,7	117,2	136,4	98,4	114,5	70,3	81,8	42,2	49,1	119,1	92,8	105,0	262,6	− 0,1
0	220,0	*264,0*	175,0	210,0	140,0	168,0	140,0	168,0	125,0	150,0	105,0	126,0	75,0	90,0	45,0	54,0	127,0	99,0	112,0	280,0	0
+ 0,1	230,0	*276,0*	185,2	222,2	149,6	179,5	149,6	179,5	134,1	160,9	113,3	136,0	81,6	97,9	49,4	59,3	132,8	105,8	119,7	299,2	+ 0,1
+ 0,2	*241,0*	*289,2*	196,7	236,0	160,6	192,7	160,6	192,7	144,7	173,6	123,0	147,6	89,4	107,3	54,7	65,6	*139,1*	113,6	128,5	321,2	+ 0,2
+ 0,3	*253,1*	*303,7*	209,7	*251,6*	173,3	208,0	173,3	208,0	157,0	188,4	134,5	161,4	99,0	118,8	61,3	73,6	*146,1*	122,5	138,6	346,6	+ 0,3
+ 0,4	*266,5*	*319,8*	224,5	*269,4*	188,3	226,0	188,3	226,0	171,7	206,0	148,4	178,1	110,8	133,0	69,6	83,5	*153,9*	133,1	150,6	376,6	+ 0,4
+ 0,5	*281,3*	*337,6*	*241,6*	*289,9*	206,0	*247,2*	206,0	*247,2*	189,3	227,2	165,5	198,6	125,8	151,0	80,7	96,8	*162,4*	145,7	164,8	412,0	+ 0,5
+ 0,6	*297,9*	*357,5*	*261,5*	*313,8*	227,5	*273,0*	227,5	*273,0*	211,0	*253,2*	187,0	224,4	145,5	174,6	95,9	115,1	*172,0*	160,9	182,0	*455,0*	+ 0,6
+ 0,7	*316,6*	*(379,9)*	*285,0*	*342,0*	*254,0*	*304,8*	*254,0*	*304,8*	238,4	*286,1*	215,0	*258,0*	172,6	207,1	118,2	141,8	*182,8*	*179,6*	203,2	*508,0*	+ 0,7
+ 0,8	*337,8*		*313,1*	*(375,7)*	*287,4*	*344,9*	*287,4*	*344,9*	*273,9*	*328,7*	*252,8*	*303,4*	212,0	*254,4*	153,9	184,7	*195,0*	203,2	*229,9*	*574,8*	+ 0,8
+ 0,9	*(362,0)*		*347,3*		*330,9*	*(397,1)*	*330,9*	*(397,1)*	*321,8*	*(386,2)*	*306,7*	*(368,0)*	*274,6*	*329,5*	220,8	*265,0*	*(209,0)*	*234,0*	*264,7*	*661,8*	+ 0,9
+ 1,0	*360,0*	*360,0*	*(390,0)*	*360,0*	*(390,0)*	*360,0*	*(390,0)*	*360,0*	*(390,0)*	*360,0*	*(390,0)*	*360,0*	*(390,0)*	*(468,0)*	*(390,0)*	*(468,0)*	*207,8*	*(275,8)*	*(312,0)*	*(780,0)*	+ 1,0

$\varkappa$ 240,0	+0,191	−0,100	+0,491	+0,227	+0,650	+0,468	+0,650	+0,468	+0,705	+0,551	+0,770	+0,650	+0,851	+0,774	+0,918	+0,876
$\varkappa$ 360,0	+0,892	+0,612	+0,932	+0,756	+0,953	+0,832	+0,953	+0,832	+0,960	+0,858	+0,969	+0,889	+0,980	+0,929	+0,989	+0,961

6.4 Angaben des Bauherrn

Angaben des Bauherrn FORMBLATT					Tabelle 19	DIN 4132
Kranbahn für Halle _____ Neuanlage _____ Erweiterung _____ Verstärkung _____						
Art des Betriebes (Erläuterungen) Gesamtlänge _____ m Verminderter Kranbetrieb (Abschnitt 4.4.2 a) von _____ bis _____ Keine besonderen Anforderungen von _____ bis _____ / Heißbetrieb (Strahlung) von _____ bis _____ / Säurebetrieb von _____ bis _____						
Verkehrende Krane	Kran 1	Kran 2	Kran 3	Kran 4	Führung der Krane, Abschnitt 3.2.1	
Kranart Hubklasse Beanspruchungsgruppe Kransystem, Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2					Spurkränze: eine Kranseite / beide Kranseiten	Angaben ggf. auf besonderem Blatt
Hublastführung ohne / mit					Horizontale Zwangsführung einer Kranseite: an der Kranbahnschiene	"
Führerkorb ohne / mit					Horizontale Führung beider Kranseiten: an den Kranbahnschienen / an den Obergurten / an Anlaufleisten oder zusätzlichen Schienen	"
Stützweite in m					Weitere Angaben zu den Lastwirkungen	
Radlasten bei ungünstigster Katzstellung mit Hublast max. R und min. R	Hierfür Skizzen mit den Lastenzügen nach Größe und Verteilung der Radlasten beifügen.				Ständige Lasten, Abschnitt 3.1.1 Wirkungen planmäßiger Baumaßnahmen (Vorspannungen) Ungewollte Änderungen der Stützbedingungen (Bergschädeneinflüsse)	"
bei Katze in Brückenmitte, Abschnitt 5.7.3						
aus Kippkräften der Katze, Abschnitt 3.3.1					Zusatzlasten, Abschnitt 3.2 Laufstege, Treppen, Podeste, Geländer, Abschnitt 3.2.4 Reparaturbühnen Leitungen und Aggregate Wärmewirkungen, Abschnitt 3.2.6	"
Seitenlasten Abschnitt 3.2.1 nach DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974 Abschnitt 4.1.5, Bild 3 Abschnitt 4.1.5, Bild 4 Abschnitt 4.2.2, Bild 5	Hierfür Skizzen mit den an den Kranlaufrädern und gegebenenfalls an den Führungsgliedern angreifenden Kräften nach Größe und Verteilung beifügen.				Über die Forderungen der Norm hinausgehende Forderungen des Bestellers	
					zu Abschnitt	betreffend
Lasten infolge Wind Abschnitt 3.2.5.1 Kran außer Betrieb längs / quer	Skizzen sinngemäß wie oben beifügen.				3.1.2	Außermittigkeit des Radlastangriffes: "
Kran in Betrieb längs / quer					3.1.4 und 3.2.3	Behandlung von 2 Kranen als Kranpaar Berücksichtigung von weiteren Kranen 1. im Allgemeinen Spannungsnachweis 2. bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung: "
Anprallkräfte gegen Anschläge, Abschnitt 3.3.2 Größe und Angriff über S 0					4.7	Beschränkung der Formänderungen: "
					5.7	Anforderungen an die Erstellung der Kranbahnen: "

DIN 4132

Weitere Normen und Unterlagen

DIN 997	Anreißmaße (Wurzelmaße) für Formstahl und Stabstahl
DIN 998	Lochabstände in ungleichschenkligen Winkelstählen
DIN 999	Lochabstände in gleichschenkligen Winkelstählen
DIN 2310 Teil 1	Thermisches Schneiden; Begriffe und Benennungen
DIN 2310 Teil 3	Thermisches Schneiden; Autogenes Brennschneiden; Verfahrensgrundlagen, Güte, Maßabweichungen
DIN 6914	Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 7968	Sechskant-Paßschrauben, ohne Mutter, mit Sechskantmutter, für Stahlkonstruktionen
DIN 7990	Sechskantschrauben mit Sechskantmuttern für Stahlkonstruktionen
DIN 8560	Prüfung von Stahlschweißern
DIN 15018 Teil 1	Krane; Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung
DIN 17100	Allgemeine Baustähle; Gütenorm
DIN 18364	VOB-Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen; Korrosionsschutzarbeiten an Stahl- und Aluminiumbauten
DIN 55928 Teil 1 bis Teil 8	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge
VDI 3571	Herstelltoleranzen für Brückenkrane; Laufrad, Laufradlagerung und Katzfahrbahn ****)

****) Zu beziehen beim Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30.

DK 621.873.2 : 621.874 : 624.96.014.2

Anlage 2
Februar 1981

Kranbahnen Stahltragwerke

Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung
Erläuterungen

Beiblatt 1 zu DIN 4132

Crane runways; steel structures; design and construction principles; comment

Chemins de roulement de ponts roulants; structure porteuses en acier; principes pour le calcul, la construction et l'exécution; commentaire

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu DIN 4132, jedoch keine zusätzlichen genormten Festlegungen

Diese Erläuterungen beziehen sich auf die Ausgabe Februar 1981 der Norm DIN 4132. Sie enthalten zusätzliche Angaben zu einzelnen Abschnitten, zu denen eine Begründung oder weitere Erklärungen notwendig erscheinen, aufgestellt von Prof. Dr.-Ing. Oxfort unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. Bitzer, Universität Stuttgart. Einige Darstellungen, die bereits im Entwurf April 1971 der DIN 4132 enthalten waren sowie einige Anregungen von Mitarbeitern des NABau Arbeitsausschusses wurden dabei verwendet; die Erläuterungen zum Abschnitt 4.4.4 wurden von Prof. Dr.-Ing. Barbré, TU Braunschweig, bearbeitet.

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

Beiblatt 1 zu DIN 4132

Zu Abschnitt 1.1 Anwendungsbereich

In dieser Norm werden die Bestimmungen der Normen DIN 1000 und DIN 1050 sowie der für Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung geltenden DIN 4100 ergänzt, erweitert oder beschränkt, soweit dies für die Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung von stählernen Kranbahnen erforderlich ist. Weiter werden die DIN 4114 und die DASt-Richtlinie 010 (Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau) als Grundnormen vorausgesetzt. Für die vorliegende Ausgabe der DIN 4132 können daher Abänderungen notwendig werden, sobald sich die vorgenannten Grundnormen oder andere Normen ändern, auf die Bezug genommen ist.

Zu Abschnitt 2 Bedingungen aus Kranbetrieb

Über die Bedingungen des Kranbetriebs, die bei der Bemessung und Ausbildung der Kranbahn zu berücksichtigen sind, hat der Bauherr die im Rahmen dieser Norm erforderlichen Angaben zu machen. Er wird zweckmäßig die nötigen Festlegungen im Einvernehmen mit dem von ihm beauftragten Entwurfsverfasser und mit der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle treffen. Für den möglichen Umfang der Angaben gibt die Tabelle 19 der Norm einen Anhalt.

Die in der Krannorm DIN 15 018 vorgenommene Einteilung in Beanspruchungsgruppen zeigt Tabelle 20.

Bei Verkehr eines Krans mit verschiedenen Nutzlasten unter abweichenden Betriebsbedingungen ist die Betriebsfestigkeit der Kranbahn für die Gesamtwirkung der unterschiedlichen Lasten und Beanspruchungsgruppen zu untersuchen, z. B. wie bei zwei Einzelkranen nach Abschnitt 4.4.3.

Als Grundlage für die Festlegung der Herstellungstoleranzen für Krane können z. B. die VDI-Richtlinien 3571 — Herstellungstoleranzen für Brückenkrane, Laufrad, Laufradlagerung und Katzfahrbahn — herangezogen werden.

Zu Abschnitt 3.1.2 Verkehrslasten von Kranlaufrädern

Außermittige, sich häufig wiederholende und veränderliche Lastangriffe wirken sich besonders auf die Betriebsfestigkeit ungünstig aus. Deshalb schreibt die Norm die Annahme einer Außermittigkeit des Radlastangriffs nur für die Beanspruchungsgruppen B4 bis B6 vor, überläßt aber eine entsprechende Bedingung für die günstigeren Beanspruchungsgruppen den Forderungen des Bauherrn.

Die Größe der Außermittigkeit hängt von den Systemeigenschaften von Laufrad—Schiene—Tragwerk ab. Da diese Systemeigenschaften aber während der Betriebsdauer im allgemeinen veränderlich sind, wird die Größe der Außermittigkeit ersatzweise mit ± ¼ der Schienenkopfbreite angenommen. Wenn durch besondere Maßnahmen gewährleistet wird, daß die Radlasten während der gesamten Betriebsdauer mit einer geringeren Außermittigkeit oder zentrisch in den Kranbahnträger eingeleitet werden, kann im Einvernehmen mit dem Bauherrn und der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle von dieser Annahme abgewichen werden.

Zu Abschnitt 3.1.3 Schwingbeiwerte

Die Grundlagen für die Festlegung der Schwingbeiwerte φ in Abhängigkeit von der Hubklasse des Kranes sind in [1] dargelegt.

Zu Abschnitt 3.1.4 Radlasten aus mehreren Kranen

Die Berücksichtigung von drei Kranen im Fall b) hat nur Bedeutung für die Kranbahnstützen. Die Krane können ihre ungünstigste Stellung haben wie folgt:

In einem Hallenschiff

- 2 Krane hintereinander und 1 Kran auf einer weiteren Kranbahn oder
- 3 Krane übereinander auf verschiedenen Kranbahnen

oder in mehrschiffigen Bauten außer den vorgenannten Möglichkeiten

- 2 Krane hintereinander und 1 Kran in einem anderen Hallenschiff oder
- 2 Krane übereinander und 1 Kran in einem anderen Hallenschiff oder
- 3 Krane in verschiedenen Hallenschiffen.

Zu Abschnitt 3.2.1.1 Kranbahnträger

Die Norm legt fest, daß die waagerechten Seitenlasten, die an den Kranbahnträgern angreifen, vom Bauherrn angegeben werden müssen. Das gilt für alle Arten von Kranen. Die Angaben können nach den Bestimmungen der DIN 15 018 Teil 1 auf genaueren oder Näherungsberechnungen beruhen.

Tabelle 20. **Beanspruchungsgruppen nach Spannungsspielbereichen und Spannungskollektiven**

Spannungsspielbereich	N1	N2	N3	N4
Gesamte Anzahl der vorgesehenen Spannungsspiele $\hat{N}$	über $2 \cdot 10^4$ bis $2 \cdot 10^5$ Gelegentliche nicht regelmäßige Benutzung mit langen Ruhezeiten	über $2 \cdot 10^5$ bis $6 \cdot 10^5$ Regelmäßige Benutzung bei unterbrochenem Betrieb	über $6 \cdot 10^5$ bis $2 \cdot 10^6$ Regelmäßige Benutzung im Dauerbetrieb	über $2 \cdot 10^6$ Regelmäßige Benutzung im angestrengten Dauerbetrieb
Spannungskollektiv	Beanspruchungsgruppe			
S_0 sehr leicht	B1	B2	B3	B4
S_1 leicht	B2	B3	B4	B5
S_2 mittel	B3	B4	B5	B6
S_3 schwer	B4	B5	B6	B6

Den in DIN 15018 Teil 1 festgelegten Bestimmungen für die Berechnung der Seitenlasten von Brückenkranen liegen umfangreiche Untersuchungen [2–5] zugrunde. Danach ist die Art und Anordnung der Führungsmittel sowie das vorliegende Kransystem zu berücksichtigen, für das folgende Kennbuchstaben verwendet werden (vgl. Bild 5):

E Laufradpaar, einzeln gelagert oder einzeln angetrieben,

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

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

L Loslager von Laufrad oder Tragwerk in bezug auf die seitliche Verschiebbarkeit (vergleiche DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Bild 5).

Es wird nachfolgend gezeigt, wie die Seitenlasten von Laufkranen mit den Systemen EFF (vergleiche Bild 5 a bis e) und WFF (vergleiche Bild 5 f) nach DIN 15018 Teil 1 unter Verwendung der gewöhnlich verfügbaren Krandaten berechnet werden können. Ausführlichere Berechnungen sind möglich, wenn die Eigenlast und die Anfahrmaße der Katze sowie die Hublast bekannt sind.

Die Untersuchungen über das mögliche Ausmaß der Überlagerung von Seitenlasten infolge der „Massenkräfte aus Antrieben" und infolge des Schräglaufs sind noch nicht abgeschlossen. Zur näherungsweisen Berücksichtigung dieser Überlagerung wird daher zunächst ein Zuschlag von 10% zu den Seitenlasten S und H_S gefordert. Diese erhöhten Seitenlasten aus Schräglauf sind häufig ungünstiger als die Seitenlasten H_M und werden dann als Zusatzlasten (Z) quer zur Fahrbahn maßgebend.

Für die **Horizontallasten** H_M beim Anfahren von Brückenkranen gilt bei Berechnung der Massenkräfte aus dem Kraftschluß (vergleiche Bild 4):

$$H_{M,1} = \frac{\xi'}{a}(Kr_1 + Kr_2) \cdot l_s \text{ und } H_{M,2} = \frac{\xi}{a}(Kr_1 + Kr_2) \cdot l_s \qquad (5)$$

Darin ist:

$\xi' = \frac{\Sigma \min. R}{\Sigma R}$ — Summe der Radlasten auf dem minderbelasteten Kranbahnträger bezogen auf die Summe aller Radlasten ($\Sigma \max. R + \Sigma \min. R$) einschließlich Hublast ohne Schwingbeiwert

$\xi = 1 - \xi' = \frac{\Sigma \max. R}{\Sigma R}$ — bezogene Summe der größten Radlasten auf dem mehrbelasteten Kranbahnträger

a — Mittenabstand der Räder. Bei mehr als zwei Rädern je Schiene ist a und H_M, gegebenenfalls aufgeteilt, nach DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.1.5 und Bild 4 anzusetzen

$l_s = \left(\xi - \frac{1}{2}\right) \cdot l$ — Abstand der Resultierenden der Antriebskräfte vom Massenschwerpunkt

l — Kranstützweite

$(Kr_1 + Kr_2) = 1{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot (\min. R_{Kr_1} + \min. R_{Kr_2})$ — Summe der Antriebskräfte

$(\min. R_{Kr_1} + \min. R_{Kr_2})$ — Summe der kleinsten Radlasten min. R der einzeln angetriebenen Räder beim System E.

Schwingbeiwerte sind nicht zu berücksichtigen; die Radlasten dürfen ohne Hublastanteil eingesetzt werden.

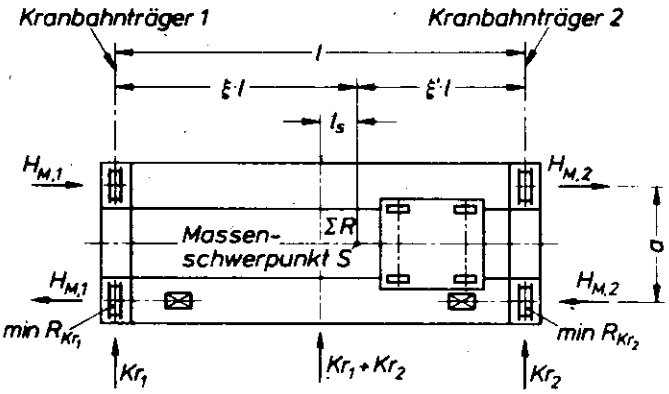


Bild 4. Horizontallasten H_M für Laufkran EFF beim Anfahren mit Katze in äußerster Stellung

Beim System W kann für die Berechnung der Seitenlasten H_M näherungsweise ebenfalls die Resultierende der Antriebskräfte aus der Summe der kleinsten Radlasten min. R der mit Drehzahlkopplung angetriebenen Räder bestimmt und mit der Exzentrizität l_s vom Massenschwerpunkt angesetzt werden. Es kann zwar eine größere Gesamtantriebskraft, nämlich entsprechend der kleinsten Radlastsumme (max. R + min. R) der angetriebenen Räder, aufgebracht werden, sie hat dann aber einen kleineren Abstand vom Massenschwerpunkt, da sie überwiegend auf der mehrbelasteten Seite (max. R) angreift, zumal auf der minderbelasteten Seite (min. R) die übertragbare Antriebskraft wegen des Durchrutschens der angetriebenen Räder begrenzt ist.

Zahlenbeispiel: 4-Rad-Kran, System EFF, 2 Räder angetrieben, mit je zwei Radlasten max. R = 140 kN und min. R = 40 kN, l = 12 m und a = 3 m

$$\xi' = \frac{2 \cdot 40}{2 \cdot 40 + 2 \cdot 140} = 0{,}222, \quad \xi = 0{,}778$$

$$l_s = (0{,}778 - 0{,}5) \cdot 12 = 3{,}34 \text{ m}$$

$$Kr_1 + Kr_2 = 1{,}5 \cdot 0{,}2\,(40 + 40) = 24 \text{ kN}$$

(Der Ansatz von min. R mit dem Hublastanteil liegt auf der sicheren Seite.)

$$H_{M,1} = \frac{0{,}222}{3} \cdot 24 \cdot 3{,}34 = 5{,}9 \text{ kN und}$$

$$H_{M,2} = \frac{0{,}778}{3} \cdot 24 \cdot 3{,}34 = 20{,}8 \text{ kN}$$

Beim Bremsen des Krans wirken die Seitenlasten H_M im Bild 4 in umgekehrter Richtung. Eine Berücksichtigung der Horizontallasten H_M auch an den Führungsmitteln (Führungsrollen) gemäß DIN 15018, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.1.5, wird für die Kranbahn nicht gefordert. Sie erfolgt näherungsweise durch den 10%igen Zuschlag zur Schräglaufkraft S.

Die Massenkräfte aus dem Katzfahren sind für die Bemessung der Kranbahn nicht maßgebend. Das ist bei Brückenkranen im allgemeinen der Fall.

Die **Seitenlasten** H_S **und** S aus dem Schräglauf von Brückenkranen ergeben sich in folgender Weise:

Schräglaufkraft am in Fahrtrichtung vordersten formschlüssigen Führungsmittel (vergleiche Bild 5)

$$S = f \cdot \Sigma R \left(1 - \frac{\Sigma e_i}{n \cdot h}\right) \cdot 1{,}1$$

Beiblatt 1 zu DIN 4132

Darin ist, soweit nicht bereits erläutert:

f Kraftschlußbeiwert in Abhängigkeit vom Schräglaufwinkel α nach DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Tabelle 3. (Für Krane mit Rollenführung kommt $f \approx 0{,}2$ bei $\alpha = 4{,}5$ ‰ in Betracht, für Krane mit Spurkranzführung größere Werte, z. B. $f = 0{,}25$.) Annahmen, die hierfür in der statischen Berechnung gemacht sind, müssen beim späteren Kranbetrieb auch eingehalten werden. Diese Forderung entfällt, wenn der größte mögliche Wert $f = 0{,}3$ angenommen wird.

i = 1 bis n Reihenfolge der insgesamt n Laufradpaare

e_i Abstand des Radpaares i vom anlaufenden Führungsmittel (e_i ist negativ für Räder, die vor dem Führungsmittel liegen.)

$$h = \frac{m\,\xi\xi'\,l^2 + \Sigma\, e_i^2}{\Sigma\, e_i} \text{ Gleitpolabstand}$$

m Anzahl der drehzahlgekoppelten Laufradpaare beim System W. Beim System E ist $m = 0$; h wird von der Katzstellung unabhängig.

1,1 Erhöhungsfaktor zur näherungsweisen Berücksichtigung der gleichzeitigen Wirkung von Horizontallasten H_M (sofern mit $f < 0{,}3$ gerechnet wird)

Für die Lage und gegebenenfalls Verteilung der Schräglaufkraft S bei Spurkranz-Kranen mit mehr als zwei Rädern je Schiene gilt DIN 15018, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.1.5 und Bild 4, sinngemäß.

Horizontallasten H_S an den Aufstandsflächen der Laufräder (vergleiche Bild 5)

$$H_{S,1,i} = f \cdot \Sigma R\, \frac{\xi'}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h}\right) \cdot 1{,}1 \text{ und}$$
$$H_{S,2,i} = f \cdot \Sigma R \cdot \frac{\xi}{n} \left(1 - \frac{e_i}{h}\right) \cdot 1{,}1 \qquad (7)$$

Positive Lasten H_S wirken entgegen der Richtung von S. Im Bild 5 entsprechen die angedeuteten Größen dieser Lasten H_S der äußersten Katzstellung am Kranbahnträger 2. Die Größenverhältnisse kehren sich um bei Katzstellung im Anfahrmaß am Kranbahnträger 1 ohne Änderung der Schräglaufkraft S.

Die Seitenlasten H_S und S können bei den beiden Katzstellungen auch in umgekehrter Richtung wirken, wenn die Kranführung durch Spurkränze (Bilder 5a und 5f) oder Doppelrollen (Bilder 5b und 5d) erfolgt.

Bei Kranen mit Spurkränzen oder mit innenliegenden Führungsrollen (Bilder 5c und 5e) sind auch entsprechende Lastbilder mit der Schräglaufkraft S am Kranbahnträger 2 möglich.

Zahlenbeispiele: 4-Rad-Spurkranzkran, System EFF. Übrige Daten wie vorstehend.

Mit $n = 2$, $m = 0$ und $e_1 = 0$ sowie $h = e_2 = a$ wird bei $f = 0{,}255$ für $\alpha = 7{,}7$ ‰

$$S = \frac{f}{2} \Sigma R \cdot 1{,}1 = \frac{0{,}255}{2} \cdot 360 \cdot 1{,}1 = 50{,}5 \text{ kN}$$

und nach den Formeln (7) mit $\xi' \cdot \Sigma R = \Sigma \min. R$ und $\xi \cdot \Sigma R = \Sigma \max. R$

$$H_{S,1,1} = \frac{f}{2} \cdot \Sigma \min. R \cdot 1{,}1 = \frac{0{,}255}{2} \cdot 2 \cdot 40 \cdot 1{,}1 = 11{,}2 \text{ kN},$$

$$H_{S,2,1} = \frac{f}{2} \cdot \Sigma \max. R \cdot 1{,}1 = \frac{0{,}255}{2} \cdot 2 \cdot 140 \cdot 1{,}1 = 39{,}3 \text{ kN}$$

$$H_{S,1,1} - S = -39{,}3 \text{ kN}$$

$$H_{S,1,2} = 0,$$
$$H_{S,2,2} = 0.$$

Probe: $\Sigma H = 50{,}5 + 0 + 0 - 11{,}2 - 39{,}3 = 0$

Bei Annahme des größten möglichen Wertes $f = 0{,}3$ darf gerechnet werden mit

$$H_{S,1,1} - S = -\frac{f}{2} \cdot \Sigma \max. R = -0{,}15 \cdot 2 \cdot 140 = -42 \text{ kN},$$

$$H_{S,2,1} = \frac{f}{2} \cdot \Sigma \max. R = 0{,}15 \cdot 2 \cdot 140 = 42 \text{ kN}$$

Bei Rollenführung nach Bild 5c mit $e_1 = 0{,}6$ m, $e_2 = 3{,}6$ m und $f = 0{,}2$ wird $h = (0{,}6^2 + 3{,}6^2) : (0{,}6 + 3{,}6) = 3{,}17$ m und nach Formel (6)

$$S = 0{,}2 \cdot 360 \left(1 - \frac{0{,}6 + 3{,}6}{2 \cdot 3{,}17}\right) \cdot 1{,}1 = 26{,}7 \text{ kN sowie}$$

$$H_{S,1,1} = 0{,}2 \cdot \frac{80}{2} \left(1 - \frac{0{,}6}{3{,}17}\right) \cdot 1{,}1 = 7{,}1 \text{ kN},$$

$$H_{S,2,1} = 0{,}2 \cdot \frac{280}{2} \left(1 - \frac{0{,}6}{3{,}17}\right) \cdot 1{,}1 = 25{,}0 \text{ kN},$$

$$H_{S,1,2} = 0{,}2 \cdot \frac{80}{2} \left(1 - \frac{3{,}6}{3{,}17}\right) \cdot 1{,}1 = -1{,}2 \text{ kN},$$

$$H_{S,2,2} = 0{,}2 \cdot \frac{280}{2} \left(1 - \frac{3{,}6}{3{,}17}\right) \cdot 1{,}1 = -4{,}2 \text{ kN}.$$

Probe: $\Sigma H = 26{,}7 + 1{,}2 + 4{,}2 - 7{,}1 - 25{,}0 = 0$

In beiden Fällen (Spurkranz- und Rollenführung) werden die Seitenlasten H_M nicht für die Bemessung im Lastfall HZ maßgebend. Sie müßten jedoch für sich allein im Lastfall H berücksichtigt werden, wenn das nach Abschnitt 3.1 der Norm erforderlich ist.

Zu Abschnitt 3.2.2 Waagerechte Lasten L längs der Fahrbahn aus Anfahren oder Bremsen von Kranen

Im Hinblick auf ihre Funktion sind die Antriebe und Bremsen der Krane mit Einzelantrieb so ausgelegt, daß selbst bei ungünstigsten Bedingungen, nämlich bei absolut kleinster Radlast oder kleinsten Radlasten, die Horizontalkräfte immer noch durch Kraftschluß übertragen werden können. Dadurch ergibt sich für die waagerechten Lasten L längs der Fahrbahn ein Größtwert, der vom Kraftschlußbeiwert ($f = 0{,}2$ bei Stahl auf Stahl) und der Summe der kleinsten ruhenden Lasten aller angetriebenen oder gebremsten Räder der bei entsprechender Katzstellung minderbelasteten Fahrbahnseite abhängt. Zur Berücksichtigung der dynamischen Wirkung dieser Lasten sind sie nach DIN 15018 Teil 1 mit dem Beiwert 1,5 erhöht.

Bei Kranen mit Zentralantrieb sind dagegen die Antriebe und Bremsen so stark ausgelegt, daß auf der höherbelasteten Fahrbahnseite, auf der die unbelastete Katze im Anfahrmaß steht, eine den erhöhten Radlasten entsprechende Antriebs- oder Bremskraft aufgebracht werden kann.

Zu Abschnitt 3.2.3.1 Verkehrslasten von Kranlaufrädern

Die Berücksichtigung von 4 Kranen im Fall b) und von 6 Kranen im Fall c) hat nur Bedeutung für die Kranbahnstützen.

Im Fall b) kann die ungünstigste Stellung der vier Krane im Hallenschiff vorliegen bei

- 3 Kranen hintereinander und einem auf einer weiteren Kranbahn

  oder

- 2 Kranen hintereinander und zwei auf einer Kranbahn darüber

  oder

- 2 Kranen hintereinander und zwei übereinander auf zwei weiteren Kranbahnen.

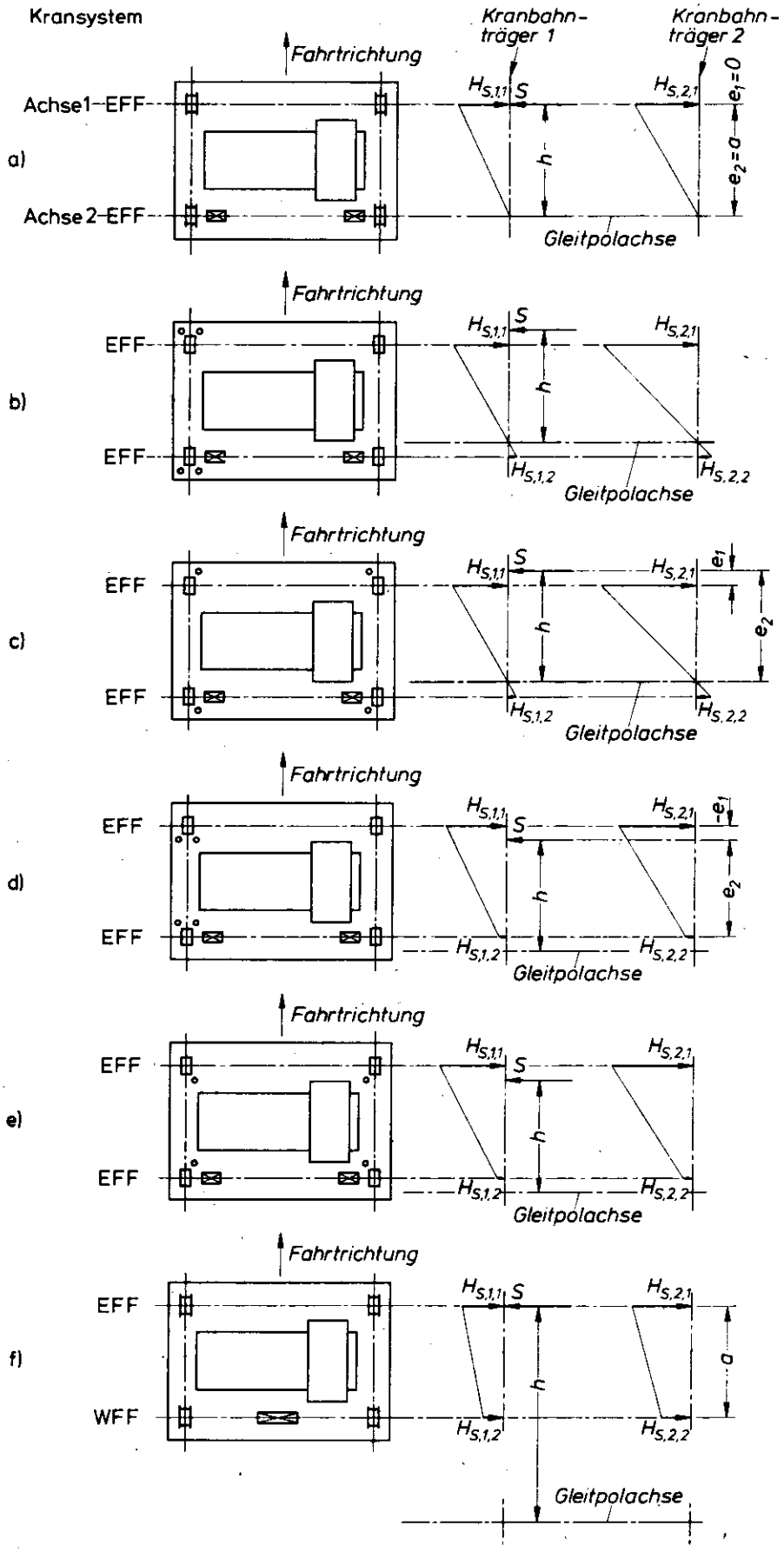


Bild 5. Schräglaufkraft S und Horizontallasten H_S

Im Fall c) können zwei Krane in anderen Hallenschiffen zu Fall b) hinzukommen. Es kann auch ungünstiger sein, wenn außerdem statt der gemäß Fall b) in einem Hallenschiff angesetzten Krane einige in anderen Hallenschiffen berücksichtigt werden.

Zu Abschnitt 3.2.5 Windlasten

Der rechnerische Staudruck auf die Kranbahn für „Krane in Betrieb" ist – in Übereinstimmung mit DIN 15018 Teil 1 – in der Regel mit $q = 250\,N/m^2$ anzusetzen. Dieser Wert entspricht Windverhältnissen, bei denen im Regelfall das Bewegen von Lasten mit dem Kran gerade noch möglich ist.

Die Regelung der Norm ermöglicht es aber, daß in besonderen Fällen ein anderer rechnerischer Staudruck festgelegt werden kann. So erscheint es sinnvoll, z. B. in Küstengebieten, wo dieser Regelwert häufig überschritten wird und es somit zu längeren Unterbrechungen des Kranbetriebs kommen würde, in Übereinstimmung mit der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle einen höheren Wert für die Kranbahn anzunehmen. Zu beachten ist dann aber, daß dieser Wert auch bei der Berechnung des Krans berücksichtigt wird.

Zu Abschnitt 3.3.1 Kippen bei Laufkatzen mit Hublastführung

Da die Kippkraft nach der Krannorm, Abschnitt 4.3.1, ohne Schwingbeiwert zu ermitteln ist und da beim möglichen Zurückfallen der Katze größere Kräfte auftreten können, wurden für diesen Sonderlastfall keine höheren als die für den Lastfall HZ zulässigen Spannungen für vertretbar angesehen.

Zu Abschnitt 3.3.2 Anprall von Kranen gegen Anschläge – Pufferendkräfte

Die Krannorm schreibt die Bestimmung der Pufferendkräfte bei Annahme einer Fahrgeschwindigkeit von 85% der Nenngeschwindigkeit vor und Vervielfachung dieser Endkräfte mit einem Schwingbeiwert von 1,25 bis 1,50 in Abhängigkeit von der Form der Pufferkennlinie. Bei diesen nicht leichten Forderungen wurde es für vertretbar angesehen, erhöhte zulässige Spannungen und abgeminderte Sicherheiten gegenüber denen des Lastfalles HZ zuzulassen. Selbstverständlich liegt es im Ermessen des Bauherrn, mit dem auch die Wahl der Kranbahnpuffer zu vereinbaren ist, die zulässigen Spannungen stärker zu begrenzen und die geforderte Sicherheit zu erhöhen.

Bei außermittiger Stellung der Katze können beim Anprall gegen Puffer auch erhebliche Seitenkräfte auftreten. Falls diese größer sind als die nach Abschnitt 3.2.1.1 geforderten, sind sie bei Berechnung der Endfeldträger nach Angaben des Bauherrn und auf sein Verlangen auch für die anderen Trägerfelder (Zusammenprall von 2 Kranen bei außermittiger Katzstellung) einzusetzen.

Zu Abschnitt 4.1.1 Allgemeine Angaben

Die Norm legt die Verwendung der gleichen Werkstoffe zugrunde wie DIN 1050 und DIN 4100. Für Schienenstähle mit höherer Festigkeit, die wegen ihres höheren Verschleißwiderstandes zur Radlastübertragung verwendet werden, sind – wie schon bisher in DIN 120 – keine Bestimmungen aufgenommen worden. Die Berücksichtigung eines Mittragens solcher Kranschienen, die durch Niete oder Schrauben schubfest angeschlossen sind, ist weiterhin möglich, sie hat jedoch bei Kranbahnen nur noch untergeordnete Bedeutung. Es können in diesen Fällen für die Kranschienen die gleichen zulässigen Spannungen angewendet werden wie für die Stahlsorte der Trägergurte, an die sie angeschlossen sind.

Zu Abschnitt 4.1.2 Spannungen aus der Radlasteinleitung

Zur Bezeichnung der Spannungen aus der Radlasteinleitung wurde ein Koordinatensystem nach Bild 1 der Norm so eingeführt, daß die in den Walzprofiltabellen übliche Bezeichnung der Querschnittshauptachsen beibehalten bleibt, die auch in DIN 1050, DIN 4100 und DIN 4114 verwendet wird.

Zahlreiche Schäden an den Obergurten der unmittelbar befahrenen Kranbahnen, vor allem an den Verbindungsmitteln (Schweißnähten, Nieten und Schrauben) haben zu Untersuchungen der Einflüsse der Radlasteinleitung geführt. Die Ergebnisse der theoretischen Arbeiten und der Versuche beweisen die ungünstige Wirkung der elastischen Nachgiebigkeit des Stegs für die betroffenen Teile: Obergurt, Steg und Verbindungsmittel.

Es erwies sich, daß die bisherige Bemessung der Obergurte als Teile des Gesamttragwerkes auf lotrechte und horizontale Biegung allein nicht genügt, sondern daß die örtliche Deformation berücksichtigt werden muß. Zudem sind für die Spannungen aus diesen Verformungen in Verbindung mit der Torsion der Gurte aus der Exzentrizität der angreifenden Lasten die niedrigeren Werte der Betriebsfestigkeiten anzusetzen mit einer Spannungswechselhäufigkeit entsprechend der Radanzahl, während die Gurte als Teile des Haupttragwerks im wesentlichen nur schwellbeansprucht sind mit weit geringerer Spannungsspielzahl.

Rieve [8] hat in Anknüpfung an den Bericht von Girkmann [6, 7] Formeln für die lotrechten Druckspannungen $\bar{\sigma}_y$ und die Schubspannungen $\bar{\tau}_{yz}$ am belasteten Stegblechrand entwickelt, die durch Versuche von Steinhardt und Schulz [10] bestätigt sind (Bild 6). Diese zusätzlichen Spannungen wirken nicht am selben Ort gleichzeitig, so daß im Allgemeinen Spannungsnachweis und bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung (Fall a) nur die Spannungen $\bar{\sigma}_y$ unter dem Angriffspunkt der Radlast berücksichtigt werden; die sich aus der Verträglichkeit der Verformungen ergebenden, für das Gleichgewicht der lotrechten Kräfte aber nicht nötigen Schubspannungen $\bar{\tau}_{yz}$ haben ihre Höchstwerte versetzt zum Maximum der Druckspannungen $\bar{\sigma}_y$ vor und hinter der Radlast (Bild 6) und werden als Zwängungsspannungen nur bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung (Fall b) in Überlagerung mit dem Querkraftschub τ_{yz} am Gesamtträger berücksichtigt (vergleiche Bild 9).

Verbunden mit einer Verdrehung des befahrenen Obergurtes bei exzentrisch wirkenden Lasten können am oberen Stegblechrand und im Gurtanschluß außer den Druckspannungen $\bar{\sigma}_y$ Biegespannungen auftreten, die ebenfalls als Zwängungsspannungen zu betrachten [11, 12] und daher nur bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung mit den Druckspannungen zu überlagern sind. Die Behandlung dieser Biegespannungen als Zwängungsspannungen ist gerechtfertigt wegen der Begrenzung der Obergurtdrehung durch dessen Stützung an den Quersteifen oder durch die Anlehnung der Schienenoberfläche an die Radlauffläche.

Da die Formeln von Rieve die Spannungen $\bar{\sigma}_y$ und $\bar{\tau}_{yz}$ in Abhängigkeit vom Trägheitsmoment J des als lastverteilender Träger auf dem oberen Stegblechrand betrachteten Obergurtes ausdrücken, wird bei breiten oder mehrteiligen Obergurten zunächst eine Bestimmung der voll mitwirkenden Gurtbreite notwendig. Um diese Schwierigkeit zu vermeiden, blieb die vereinfachte Berechnungsweise für $\bar{\sigma}_y$ beibehalten, deren genügende Übereinstimmung mit vorliegenden Spannungsmessungen (siehe auch [18]) durch Berechnungen nach Vögele [19] festgestellt wurde.

Ein weiterer Punkt ist die Wirkung von Druckspannungen σ_y und weiterer Membranspannungskomponenten aus der Radlasteinleitung im gesamten Stegblech, was bei der

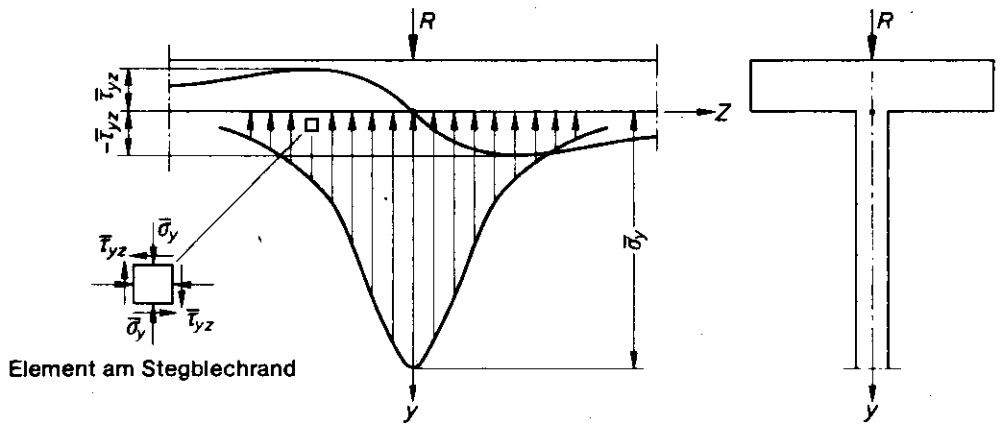


Bild 6. Spannungen am belasteten Stegblechrand aus der Einleitung einer mittig auf dem Obergurt angreifenden Radlast

Untersuchung der Beulsicherheit der Stegbleche zu berücksichtigen ist. Vögele [20] gibt Hinweise für die Erfassung dieses Zustandes, ebenso Protte [21].

Zu Abschnitt 4.4.1 Allgemeine Angaben

Gegenüber der bisherigen Norm (DIN 120) ist die Betriebsfestigkeitsuntersuchung auf Grund neuerer Versuche und Erkenntnisse [13 bis 17] sowohl für die Krane als auch für die Kranbahnen umgestellt worden. Für beide wurden (abgesehen von wenigen Ausnahmen) die gleichen zulässigen Spannungen in Abhängigkeit von der verwendeten Stahlsorte, den Beanspruchungsgruppen, dem Kerbfall und dem Spannungsverhältnis $\varkappa$ festgelegt.

Es ist zu beachten, daß bei Fortsetzung der Tabelle 14 der DIN 15018 Teil 1, Ausgabe April 1974, in den Bereich $N < 2 \cdot 10^4$ bei leichtem bis schwerem Spannungskollektiv die Beanspruchungsgruppen B1 bis B3 vorliegen können. Ferner kann bei Verkehr von mehreren Kranen, die je für sich unterhalb der Beanspruchungsgruppe B1 einzustufen sind, eine Beanspruchung der Kranbahn nach B1 oder einer höheren Gruppe entstehen; das gilt auch bei einem Kran, wenn bei seiner Überfahrt mehrere Spannungsspiele auftreten.

Wegen der hohen zulässigen Spannungen in den niedrigen Beanspruchungsgruppen wird in vielen Fällen (bei geringer Kerbwirkung) die Betriebsfestigkeitsuntersuchung nicht maßgebend. Es kann also die Betriebsfestigkeitsuntersuchung für bestimmte Kranbahnausführungen entfallen, wenn dafür ein einmaliger Nachweis erbracht wird.

Zu Abschnitt 4.4.2a Berechnung nach Beanspruchungsgruppen

Der Übertragung der Beanspruchungsgruppe des Kranes auf die Kranbahn liegt die Annahme zugrunde, daß je Arbeitsspiel des Kranes eine Kranfahrt, d. h. ein Spannungsspiel im Kranbahnträger, stattfindet und daß die Kranbahn einem etwa gleich schweren Spannungskollektiv ausgesetzt ist wie die Kranbrücke. Diese Annahme liegt zuweilen etwas auf der unsicheren Seite, was durch Sicherheitsreserven in den Schwingbeiwerten der Hubklassen H2 bis H4 (Tabelle 1) berücksichtigt wird. Es kann daher mit reduzierten Schwingbeiwerten red $\varphi = 0{,}5\ (1 + \varphi)$ für Kranbahnträger und Unterstützungen oder Aufhängungen in diesen Hubklassen gerechnet werden, wenn bei genügender Kenntnis des Kranbetriebes die Beanspruchungsgruppe für die Kranbahn genauer bestimmt wird (vergleiche [15]).

Zu Abschnitt 4.4.2b

Die Höchstwerte der Beanspruchungen im Kranbahnträger treten gelegentlich dann auf, wenn zwei Krane mit ihren größten Radlasten in engster Stellung (Puffer an Puffer) verkehren. Dieser Fall ist für den Allgemeinen Spannungsnachweis und den Stabilitätsnachweis maßgebend. Eine große Häufigkeit dieser Beanspruchung ist jedoch nicht zu erwarten. Unter der Annahme, daß sich dieser Fall bei jedem zehnten Kranspiel (gegebenenfalls desjenigen Kranes mit der niedrigeren Beanspruchungsgruppe) einstellt, wird diesen Spannungswerten eine um zwei Stufen geringere Beanspruchungsgruppe zugeordnet. Eine Rückstufung um nur eine Gruppe wäre vorzunehmen, wenn das ungünstigste Zusammenwirken schon bei jedem dritten Kranspiel zu erwarten wäre.

Zu Abschnitt 4.4.3 Spannungsnachweise

Wie in [17] gezeigt, entspricht die Gleichung (4) der Miner-Regel, ausgedrückt in Spannungen, für eine Beanspruchung, die sich aus mehreren Teilkollektiven zusammensetzt. Dem nach Beanspruchungsgruppen abgestuften System der zulässigen Spannungen (Tabelle 3) liegt ebenfalls die Miner-Regel zugrunde [17].

Z. B. kann man das Gesamtkollektiv der Biegezugspannungen an einer Stelle im Untergurt des Kranbahnträgers bei Verkehr der beiden Krane 1 und 2 zerlegen (Bild 7) in je ein Teilkollektiv für den Verkehr der Einzelkrane und ein drittes für Spannungen aus deren gemeinsamer Wirkung. Die Höchstwerte max. σ der drei Teilkollektive lassen sich einfach ermitteln. Für die Einzelkrane wird deren Beanspruchungsgruppe, d. h. auch deren Kollektivumfang auf die Kranbahn übernommen. Für das Teilkollektiv aus dem Zusammenwirken wird die Beanspruchungsgruppe nach Abschnitt 4.4.2b verwendet, wobei als Kollektivumfang ein Zehntel des Umfanges des Einzelkrankollektivs (gegebenenfalls desjenigen mit der niedrigeren Beanspruchungsgruppe) angesetzt wird. Da der Wegfall dieses Teilumfangs aus den Einzelkollektiven der Krane unberücksichtigt bleibt, ist man etwas auf der sicheren Seite. In diesem Falle erhält der Nachweis nach Formel (4) die Form:

$$\left(\frac{\max.\ \sigma_1}{\text{zul}\ \sigma_{\text{Be},4}}\right)^k + \left(\frac{\max.\ \sigma_2}{\text{zul}\ \sigma_{\text{Be},5}}\right)^k + \left(\frac{\max.\ \sigma_{1,2}}{\text{zul}\ \sigma_{\text{Be},2}}\right)^k \leq 1$$

Dabei wird der letzte Ausdruck oft nur klein sein; er kann unberücksichtigt bleiben, wenn max. $\sigma_{1,2}$ kleiner ist als max. σ_1 oder max. σ_2 (vgl. Bild 7).

Der Exponent k entspricht den Neigungen der Wöhlerlinien (in doppeltlogarithmischer Darstellung), die auch dem System der zulässigen Spannungen (Tabelle 3) zugrunde liegen.

Mehrere Spannungsspitzen, die bei einer Kranüberfahrt durch die einzelnen Kranräder oder durch Radgruppen

Beiblatt 1 zu DIN 4132

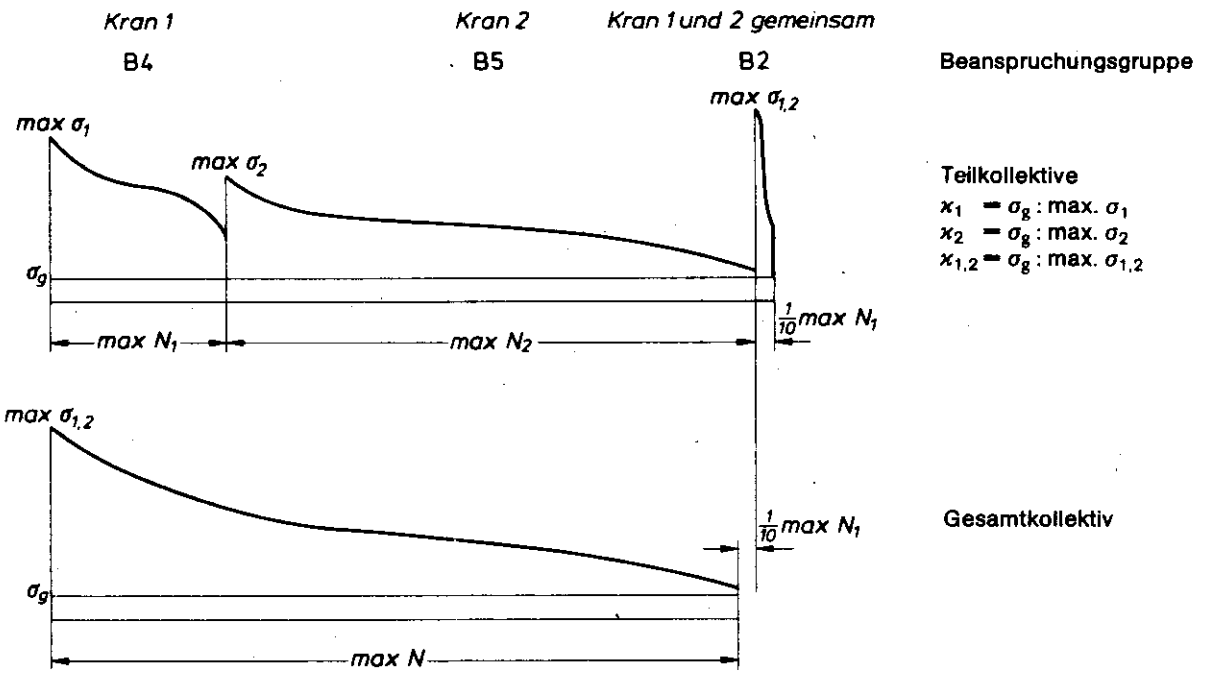


Bild 7. Gesamtkollektiv der Biegespannung eines Kranbahnträgers bei Verkehr von zwei Kranen, zusammengesetzt aus drei Teilkollektiven

hervorgerufen werden, sind in Formel (4) durch die entsprechende Anzahl von Summengliedern zu berücksichtigen. Die zulässige Erleichterung ist in Bild 8 am Beispiel der Biegespannungen in einem Kranbahnträger geringer Stützweite erläutert. Die Voraussetzung für die Erleichterung wird für Schubspannungen kaum gegeben sein wie aus Bild 9 ersichtlich. Die für die zulässigen Spannungen maßgebenden x-Werte sind in den Bildern 8 und 9 angegeben.

In der Bedingungsgleichung (4) werden die Größe und die Häufigkeit rechnerischer Durchschnittsspannungen **gleicher** Art (σ oder τ) und gleicher Richtung in ihrer schädigenden Wirkung aufsummiert. Daß diese „Spannungen" in Wirklichkeit ungleichmäßig verteilt sind und mitunter (z. B. bei querbelasteten Kehlnähten) σ und τ überhaupt stellvertretend für mehrachsige Spannungszustände eingesetzt werden, ist in den zulässigen Spannungen zul $\frac{\sigma}{\tau}$ Be berücksichtigt. Eine weitergehende Schadensakkumulation aus zusammengesetzter Beanspruchung, d. h. aus rechnerischen Durchschnittsspannungen verschiedener Art (σ und τ) mit je für sich gleicher Richtung sowie aus Durchschnittsspannungen gleicher Art mit verschiedener Richtung (z. B. σ und σ'' nach DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Bild 14) wird nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung von Kranbahnträgern nicht berücksichtigt.

Zu Abschnitt 4.4.4 Zwängungsspannungen in Fachwerkträgern

Wegen der schädlichen Wirkung der Zwängungsspannungen auf die Betriebsfestigkeit wird ihre Berücksichtigung in Fachwerkträgern gefordert, die Beanspruchungen aus Kranradlasten aufzunehmen haben. Die Zwängungsspannungen können durch Computer-Berechnungen ermittelt oder bei einfeldrigen Fachwerkträgern näherungsweise durch Erhöhungsfaktoren δ erfaßt werden, mit denen man die am Gelenkfachwerk berechneten Grundspannungen vervielfacht.

Zur Ermittlung der Erhöhungsfaktoren δ wurden umfangreiche Durchrechnungen an parallelgurtigen Einfeld-Fachwerkträgern mit steifen Knoten vorgenommen. Die mit verschiedenen Stützweiten untersuchten Fachwerksysteme enthalten Pfosten und sowohl abwechselnd fallende und steigende als auch nach der Mitte zu fallende Diagonalen.

Die jeweils auf dem Obergurt fahrend angenommene Radlastgruppe besteht aus zwei gleich großen Einzellasten mit variiertem Radstand a. Die Untersuchungen umfassen sowohl indirekte (nur in den Knoten wirkende) als auch direkte Belastung. Die befahrenen Obergurte haben Hut-, Kasten- oder I-Querschnitte.

Mit Hilfe von Einflußlinien werden die Randspannungen an den Stabenden unmittelbar neben den theoretischen Systemknotenpunkten ermittelt. Die für die Bemessung interessierenden Spannungswerte in den Stabquerschnitten an den Knotenblechrändern unterscheiden sich davon nur unwesentlich, wie im Schrifttum nachgewiesen wird.

Spannungen aus Eigenlast, die nur bis zu 10% derjenigen aus Verkehrslast betragen, wurden nicht berücksichtigt.

Der Bemessung liegen die zulässigen Spannungen der Beanspruchungsgruppe B6, Kerbfall K2, zugrunde.

In dem Bestreben, nur wenige einfache Ausdrücke für die Faktoren δ zu erhalten, mit welchen auch im ungünstigen Fall die Bemessung auf der sicheren Seite liegt, sind die Tabellen 2a) und 2b) entstanden. Eine Reduktion der Zwängungsspannungen, die der teilweisen Formänderungsschlüssigkeit der Konstruktion Rechnung trägt, wurde nicht vorgenommen. Falls die teilweise Formänderungsschlüssigkeit berücksichtigt werden soll, ist eine genaue Berechnung des Tragwerks durchzuführen.

Die Einflußlinien für die Randspannungen enthalten bei den Obergurtstäben ausgeprägte Spitzen mit starkem Abklingverhalten, während bei den Untergurtstäben diese Spitzen und das Abklingverhalten weniger stark ausgeprägt sind, so daß die zweite Last der Radlastgruppe im Untergurt einen größeren Anteil an den Zwängungsspannungen hat als im Obergurt.

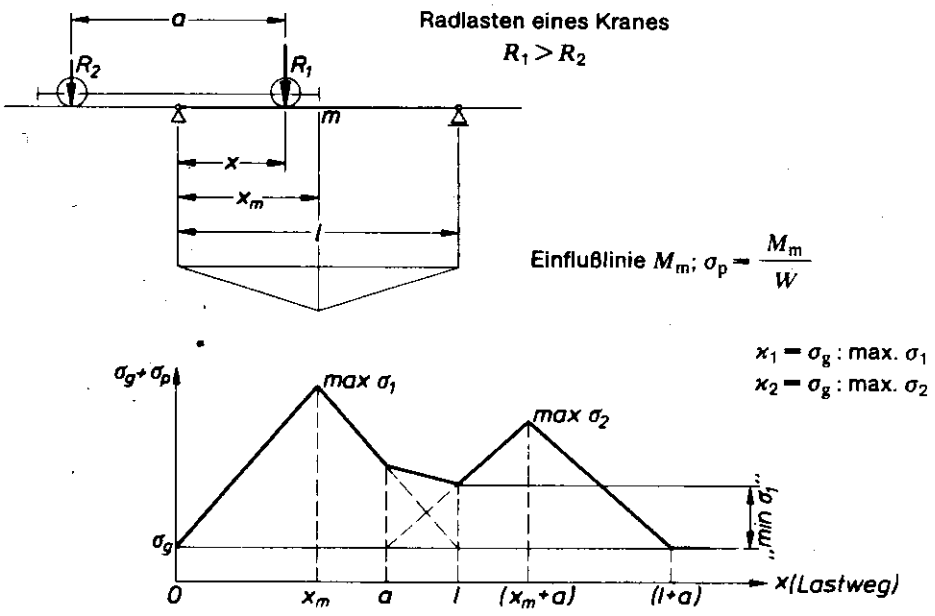


Bild 8. Beispiel für Anzahl der einzusetzenden Summenglieder in Formel (4). Das Summenglied für max. σ_2 darf unberücksichtigt bleiben, wenn „min. σ_1" größer als 0,5 × (max. $\sigma_1 - \sigma_g$) bleibt.

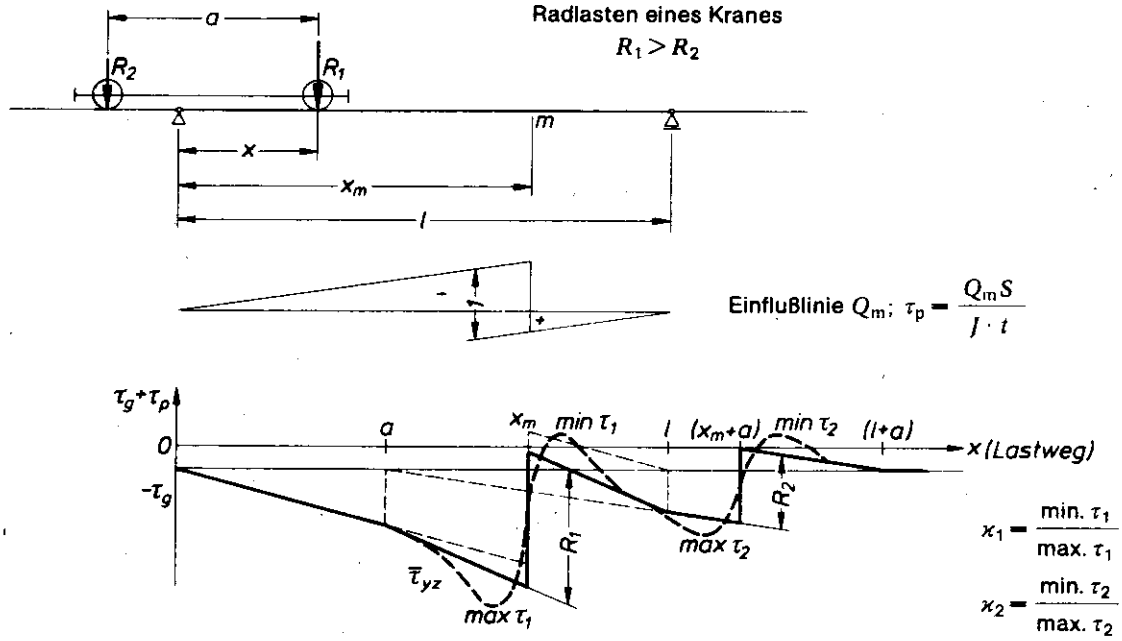


Bild 9. Zeitlicher Verlauf der Schubspannungen im Kranbahnträgerstegblech an der Stelle m bei einer Kranüberfahrt. Am oberen Stegrand sind die Schubspannungen $\bar{\tau}_{yz}$ aus der Radlasteinleitung zu überlagern (gestrichelte Eintragung). Das Summenglied für max. τ_2 muß in Formel (4) berücksichtigt werden, weil nach max. τ_1 die zugehörige Mittelspannung 0,5× (max. τ_1 + min. τ_1) unterschritten wird.

Die weitere Auswertung ergibt, daß

a) der Einfluß des Radstandes a für $a \geq s$ unerheblich ist,
b) bei indirekter Belastung im Obergurt die größten Spannungen jeweils am oberen Rand mit $\varkappa \geq 0$ erhalten werden, während am unteren Rand wesentlich geringere Spannungen mit z. T. $\varkappa < 0$ auftreten,
c) bei direkter Belastung die Diagonalen am Anschluß an den Obergurt sehr hohe Zwängungsspannungen – auch bei zunehmendem Verhältnis s/e und nur geringfügig abhängig vom Verhältnis der Steifigkeiten von Diagonalen und Pfosten – erhalten.

Zu Abschnitt 4.4.5 Zulässige Spannungen zul σ_{Be}, zul τ_{Be}, zul $\tau_{a,Be}$, zul $\sigma_{l,Be}$

Die Tabellen 7 bis 18 der Norm enthalten Zahlenwerte für die zulässigen Spannungen bis zu den Streckgrenzen der beiden Baustähle St 37 und St 52. Davon sind die Werte, die über die Grenzwerte des Allgemeinen Spannungsnachweises im Lastfall H hinausgehen, kursiv ausgedruckt. In den Kerbfällen K 3 und K 4 gilt diese Kennzeichnung für Werte oberhalb der zulässigen Spannungen für die Bauteile; die niedrigeren Grenzwerte für die zugbeanspruchte K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht und für die Doppelkehlnaht sind gesondert zu beachten.

In der Zeile für $\varkappa = +1$ sind in den Tabellen die Grenzwerte angegeben, bis zu denen kursiv gedruckte Zahlen aufgenommen wurden. Höhere Werte, die sich aus den Ansätzen nach Tabelle 3 der Norm ergeben, dürfen jedoch verwendet werden.

Die erhöhten zulässigen Spannungen dürfen bei entsprechend geringer Betriebsbeanspruchung ausgenutzt werden für Spannungen (z. B. Zwängungsspannungen), die die Tragsicherheit unter vorwiegend ruhender Belastung nicht beeinträchtigen, auf die Betriebsfestigkeit jedoch einen Einfluß haben.

Solche erhöhten Spannungen können auftreten, wenn anstelle des Allgemeinen Spannungsnachweises ein Tragsicherheitsnachweis nach dem Traglastverfahren geführt wird; sie können entstehen als Zwängungsspannungen bei der Radlasteinleitung (Abschnitt 4.1.2) sowie bei Fachwerk-Kranbahnträgern (Abschnitt 4.4.4).

In einzelne Summanden der Formel (4), mit der ja erst durch das Aufsummieren die Betriebsfestigkeit untersucht wird, dürfen ebenfalls die erhöhten zulässigen Spannungen als Rechenwerte eingesetzt werden, insbesondere z. B. für die niedrigen Beanspruchungsgruppen bei Spannungen aus dem Zusammenwirken mehrerer Krane.

Der Grund für die vierstellige Angabe der zulässigen Spannungen in den Tabellen darf nicht in einer besonders genauen Erfassung der ertragbaren Werte gesehen werden. Die Zahlenangaben sollen vielmehr eine Vergleichsmöglichkeit bieten für die Fälle, in denen die Ansätze nach Tabelle 3 der Norm in Programme für elektronische Rechenanlagen aufgenommen werden und dann „genaue" Werte ausgedruckt erscheinen.

Aus neueren Versuchen hat sich ergeben, daß die zulässigen Schubspannungen in Kehlnähten ermäßigt werden müssen. Für die Nähte nach den Zeilen 4, 5, 7 und 8 der Tabelle 4 sollen entsprechende Versuche noch durchgeführt werden.

Zu Abschnitt 5.3.3 Bauliche Durchbildung geschweißter Bauteile

An die Durchbildung geschweißter Bauteile werden in DIN 4100 Anforderungen gestellt, die über diejenigen einiger ungünstiger Kerbfälle dieser Norm hinausgehen. In diesen Fällen können die Forderungen der DIN 4100 unbeachtet bleiben, da der in dem Bauteil vorliegende Kerbfall bei der Betriebsfestigkeitsuntersuchung berücksichtigt wird. Dies gilt auch, wenn in niedrigen Beanspruchungsgruppen die für die Betriebsfestigkeitsuntersuchung zulässige Spannung so hoch liegt, daß der Allgemeine Spannungsnachweis nach DIN 4100 maßgebend wird.

Zu Abschnitt 5.3.4 Dicke der mit dem Trägersteg verschweißten Gurtplatten

Bei Kranbahnen mit großen Lasten oder Stützweiten kann es zweckmäßig sein, zur Vermeidung von Gefahren für die Betriebsfestigkeit der Verbindungen zwischen mehreren Gurtplatten von durch Radlasten befahrenen Gurten nur eine, entsprechend dickere Gurtplatte zu wählen. Die Sprödbruchgefahr wird unter den im Abschnitt 5.3.1 genannten Bedingungen geringer eingeschätzt als die Dauerbruchgefahr in den Verbindungen. Siehe auch Abschnitt 5.5.2.

Zu Abschnitt 5.4.5 Zusammenwirken von Schweißnähten und anderen Verbindungsmitteln

Bei häufig wiederholten Beanspruchungen in Verbindungen mit gemeinsamer Kraftübertragung durch Verbindungsmittel mit unterschiedlicher Steifigkeit kann ein plastischer Abbau von Überbeanspruchungen im steiferen Verbindungsmittel nicht angenommen werden. Die Anwendung solcher Verbindungen wird daher von der Berücksichtigung der unterschiedlichen Formänderungswiderstände der Verbindungsmittel abhängig gemacht. Sie wird hier schon grundsätzlich zugelassen, auch wenn genügend sichere Berechnungsgrundlagen erst noch geschaffen werden müssen. Die Anwendung der Bestimmungen nach DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitt 3.2.2, muß auf vorwiegend ruhend belastete Stahlbauten beschränkt bleiben.

Zu Abschnitt 5.5.2 Gurtbiegung aus der Radlasteinleitung

Die durch Kranlaufräder befahrenen Obergurte von Kranbahnträgern werden, da sie die Einzelradlasten auf eine gewisse Stegblechlänge verteilen, durch Querkraftbiegung beansprucht. Hinzu kommt eine Torsionsmomentenbeanspruchung in dem drehelastisch vom Stegblech gestützten Obergurt, wenn die Radlast exzentrisch angreift. Beide Einflüsse können in den Verbindungen zwischen mehreren Obergurtteilen – auch in den Befestigungen von Kranschienen – Schub oder Scherbeanspruchungen hervorrufen, die bei der Radüberfahrt das Vorzeichen wechseln [12]. Diese Beanspruchungen lassen sich durch entsprechende Ausbildung der Verbindungen klein halten oder durch Verwendung von einteiligen Obergurten ganz vermeiden.

Zu Abschnitt 6.2 Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle (Tabellen 5 und 6)

Die Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle stimmt mit derjenigen der Krannorm (DIN 15018 Teil 1) überein; es wurden jedoch einige für Kranbahnen entbehrlich erscheinende Bauformen weggelassen. Eine Ausnahme ist bei Bauformen mit querbeanspruchter K-Naht mit Doppelkehlnaht nach Ordnungs-Nr 151 bis 153 gemacht, die auf Grund neuerer Versuche in den Kerbfall K 1 eingestuft wurde, während sie in der Krannorm im Kerbfall K 2 (Ordnungs-Nr 251 bis 253) verblieb.

Das Betriebsfestigkeitsverhalten hängt nicht nur von der äußeren Gestaltung einer Bauform ab, sondern auch von der Art und Güte der Ausführung. Das gilt besonders für die geschweißte Bauweise. Deshalb sind bei den Beispielen für die geschweißten Verbindungen geometrisch gleiche Bauformen je nach Art und Güte der Ausführung verschiedenen Kerbfällen zugeordnet. Diese äußerlich

gleichen Bauformen stimmen in der Tabelle 6 durch die beiden letzten Ziffern der Ordnungszahlen überein, z. B. Nr 131, 231, 331. Hierbei unterscheiden sich die Beispiele 231 und 331 durch die Anforderungen an die Nahtgüte und die Oberflächenbeschaffenheit der Nähte, besonders der Nahtübergänge. Der Festigkeitsberechnung wird ein bestimmter Kerbfall zugrunde gelegt. Es muß gewährleistet sein, daß die Ausführung dieser Rechnungsannahme entspricht.

Geschweißte Bauteile von Kranbahnen sollen baulich so durchgebildet und ausgeführt sein, daß sie keiner größeren Kerbwirkung als nach Kerbfall K 4 unterliegen. In dieser Hinsicht ungünstigere Bauformen wurden daher nicht in Tabelle 6 aufgenommen.

Schrifttum

[1] Bierett, G.: Berechnung und Gestaltung der Kranbahnen. Stahl und Eisen 86 (1966), H. 1, S. 22/33, besonders Tabelle 1 und Bild 2

[2] Hennies, K.: Beitrag zur Ermittlung der horizontalen Seitenkräfte in Brückenkrananlagen. Diss. TU Braunschweig 1968

[3] Hennies, K.: Seitenkräfte in Brückenkrananlagen infolge Schräglaufs des Krans. Stahl und Eisen 89 (1968), Nr. 8, S. 398

[4] Hannover, H.-O.: Untersuchung des Fahrverhaltens der Brückenkrane unter Berücksichtigung von Störgrößen. Diss. TU Braunschweig 1970. Fachausschußber. Nr. 5.012 (1971), VDEh/VDMA. Gekürzte Fassung in fördern und heben 21 (1971), Nr. 13, S. 767/778 und 22 (1972) Nr. 5, S. 249/261

[5] Hannover, H.-O.: Fahrverhalten von Kranen. VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1974

[6] Girkmann, K.: Stegblechbeulung unter örtlichem Lastangriff. Sitzungsbericht d. Akad. d. Wissensch. in Wien 145 (1936), H. 1

[7] Girkmann, K.: Flächentragwerke, Wien 1954, S. 72

[8] Rieve, J.: Die Spannungen zwischen Gurt und Stegblech beim I-Querschnitt unter der örtlichen Radlasteinleitung ZAMM 1948, H. 7

[9] Steinhardt, O.: Untersuchungen über die Beanspruchung von unmittelbar belasteten Gurtungen von fachwerkartigen Kranbrücken, Bautechnik 26 (1949), H. 5, S. 137/140

[10] Steinhardt, O. und Schulz, U.: Zur örtlichen Stegbeanspruchung zentrisch belasteter Kranbahnträger bei Verwendung elastisch gebetteter Kranschienen. Bauingenieur 44 (1969), H. 8, S. 293/96

[11] Oxfort, J. K.: Beitrag zum exzentrischen Lastangriff an Kranbahnträgern. Stahlbau 32 (1963), H. 7, S. 213/16

[12] Oxfort, J. K.: Zur Beanspruchung der Obergurte vollwandiger Kranbahnträger durch Torsionsmomente und Querkraftbiegung unter dem örtlichen Radlastangriff. Stahlbau 32 (1963), H. 12, S. 360/67

[13] Bierett, G.: Über die Betriebsfestigkeit von geschweißten und genieteten Stahlverbindungen. Ein Vorschlag für eine systematische Behandlung in Zeit- und Dauerfestigkeitsnachweisen. Stahl und Eisen 87 (1967), H. 24, S. 1465/72

[14] Bierett, G.: Über die Bedeutung und Auswirkung betriebsnaher Lastannahmen beim Dauerfestigkeitsnachweis von Metallkonstruktionen. Bauingenieur 41 (1966), H. 11, S. 444/48

[15] Oxfort, J. K.: Zur Beurteilung der Festigkeit stählerner Kranbahnkonstruktionen gegen die häufig wiederholt auftretenden Belastungen. Stahlbau 37 (1968), H. 7, S. 207/12

[16] Seeger, T.: Ein Beitrag zur Darstellung der Betriebsfestigkeit in Abhängigkeit von der Lastspielzahl, der Form des Beanspruchungskollektivs und dem Spannungsverhältnis $\varkappa$. Stahlbau 37 (1968), H. 7, S. 212/15

[17] Oxfort, J. K.: Beitrag zur Betriebsfestigkeitsuntersuchung von Stahlkonstruktionen bei beliebiger Form des Beanspruchungskollektivs. Stahlbau 38 (1969), H. 8, S. 240/47

[18] Maas, G.: Untersuchungen an schweren geschweißten Vollwandkranbahnträgern. Mitteilungen aus dem Lehrstuhl und Institut für Stahlbau der TH München, Heft Nr. 2, München 1969

[19] Vögele, H.-G.: Ermittlung der Spannungen im Steg von I-Trägern im Lasteinleitungsbereich bei Lastangriff an den Gurten. Stahlbau 41 (1972), H. 8, S. 225/31

[20] Vögele, H.-G.: Eine Untersuchung der Stabilität und der Spannungen von Stegen einwandiger Kranbahnträger bei vertikalem Lastangriff am Obergurt zwischen zwei Quersteifen. Dissertation Universität Stuttgart 1974

[21] Protte, W.: Zum Scheiben- und Beulproblem längsversteifter Stegblechfelder bei örtlicher Lasteinleitung und bei Belastung aus Haupttragwirkung. Techn. Mitt. Krupp. Forschungsberichte Band 33 (1975), H. 2, S. 59/76

23236

DIN 15018 Krane

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung v. 22. 12. 1981 – V B 4 – 481.122

1 Die Normen Ausgabe April 1974*) – Krane; DIN 15018,

Anlage 1 Teil 1 –; Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung

Anlage 2 Teil 2 –; Stahltragwerke; Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung

werden hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

Die Normen DIN 15018 Teil 1 und Teil 2 ersetzen zusammen mit DIN 15019 Teil 1, Ausgabe September 1979, und DIN 4132, Ausgabe Februar 1981, die Normen

DIN 120, Ausgabe November 1936 –

Teil 1 Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen

Teil 2 –; Grundsätze für die bauliche Durchbildung sowie

DIN 4129, Ausgabe Februar 1948 – Trag- und Abspannseile von Kranen –.

Die RdErl., mit denen diese Normen bauaufsichtlich eingeführt wurden, sind mit RdErl. v. 21. 12. 1981 (MBl. NW. 1982 S. 50/SMBl. NW. 23236) und v. 16. 11. 1979 (MBl. NW. 1979 S. 2962/SMBl. NW. 2323) aufgehoben worden.

2 Bei Anwendung der Normen DIN 15018 Teil 1 und Teil 2 ist folgendes zu beachten:

2.1 Krane im Sinne dieser Norm sind bauliche Anlagen besonderer Art, deren Sicherheit in wesentlichem Maße auch von ihrer antriebstechnischen Ausrüstung abhängt.

2.2 Zu DIN 15018 Teil 1

2.2.1 Zu Abschnitt 4.1.5 – Massenkräfte aus Antrieben –

Im Bild 3 ist die Radlast min R_{Kr1} für die Stellung der unbelasteten Katze im rechten Anfahrmaß (wie gezeichnet), die Radlast min R_{Kr2} für die Stellung der unbelasteten Katze im linken Anfahrmaß ermittelt zu denken. Daraus wird die Summe der Kräfte Kr_1 und Kr_2 errechnet. Die Lage der Resultierenden $K_r = Kr_1 + Kr_2$ wird bestimmt durch die aus den Motormomenten bei gleicher Geschwindigkeit ermittelten Radumfangskräfte. Die Lage des Massenschwerpunktes ist für die jeweilige Katzstellung des belasteten Krans zu ermitteln (ohne Beiwerte nach Abschnitt 4.1.4).

Bei der vereinfachten Berechnung wird berücksichtigt, daß die Antriebe stets so bemessen werden, daß die Kräfte des Antriebes beim Anfahren und Bremsen sicher durch Kraftschluß (Haftreibung) auch bei kleinster Radlast auf die Schiene übertragen werden.

2.2.2 Zu Abschnitt 6.4 – Werkstoffe –

Für die Verwendung anderer Stähle als nach Tabelle 8 können die Angaben von DIN 18800 Teil 1, Ausgabe März 1981, über Werkstoffe sinngemäß angewandt werden.

2.2.3 Zu Abschnitt 7.2 – Allgemeiner Spannungsnachweis –

Die in diesem Abschnitt angegebenen zulässigen Spannungen wurden unter Berücksichtigung aller Besonderheiten des Kranbaus (z.B. Belastungsproben; Begrenzung der Belastbarkeit durch Antriebskräfte, Überlastungssicherungen, Endausschalter, ggf. mit Rücksicht auf den Vorrang der Lagesicherheit – Umkippen, Abheben usw. –; Vorschriften über bestimmungsgemäße Kranbedienung, regelmäßige Überwachung und Instandhaltung usw.) festgelegt.

2.2.4 Zu Abschnitt 7.4.2 – Beanspruchungsgruppen –*)

Der Spannungsspielbereich N 4 (regelmäßige Benutzung in angestrengtem Dauerbetrieb) gemäß Tabelle 14 gilt nur für $2 \cdot 10^6$ bis $6 \cdot 10^6$ Spannungsspiele N. Für eine größere Anzahl der vorgesehenen Spannungsspiele ist bei Spannungskollektiven S_6 und gleichzeitig höchstens $2 \cdot 10^7$ Spannungsspielen mit Beanspruchungsgruppe B 5, bei größeren Spannungsspielzahlen sowie bei anderen Spannungskollektiven mit Beanspruchungsgruppe B 6 zu rechnen.

2.2.5 Zu Abschnitt 7.4.4 – Zulässige Spannungen –

Den in Tabelle 18 angegebenen Gleichungen für die Betriebsfestigkeit liegt eine Begrenzung auf 0,75 σ_S zugrunde.

Die bis 0,75 σ_S reichenden Werte in Tabelle 16 und 17 sind angegeben, um die Gleichung im Abschnitt 7.4.5 anwenden zu können.

Bis auf weiteres ist für die Schubspannungen in Schweißnähten mit Wurzelkerben (z.B. Kehlnähte nach Tabelle 6 Zeile 7 von DIN 18800 Teil 1) die zulässige Oberspannung auf das 0,6-fache der zulässigen Schubspannung für Schweißnähte nach Tabelle 19, Zeile 2 zu begrenzen.

Im Schwellbereich $0 \leq \varkappa \leq +1$ darf bei St 37 und St 52 auch mit höheren Werten

$$\text{zul } \tau_{D,\varkappa>0} = \frac{0{,}6 \text{ zul } \sigma_{Dz(0)}/\sqrt{2}}{1 - \left(1 - \frac{0{,}6 \cdot \text{zul } \sigma_{Dz(0)}}{\text{zul } \sigma_{Dz,(+1)}}\right) \cdot \varkappa}$$

gerechnet werden, wobei zul $\sigma_{Dz(0)}$ und zul $\sigma_{Dz(+1)}$ für den Kerbfall K0 einzusetzen ist.

2.2.6 Zu Abschnitt 9 – Zug auf vorgespannte Schrauben –

Von DIN 18800 Teil 1, Ausgabe März 1981, abweichende Regelungen dieses Abschnittes berücksichtigen Besonderheiten des Kranbaus. Entgegenstehende Bestimmungen sind im Kranbau nicht anzuwenden.

2.3 Zu DIN 15018 Teil 2

2.3.1 Zu Abschnitt 5.3 – Mindestmaße –

Die in Tabelle 1 genannte Einteilung in geringe, mittlere und große Korrosionsgefährdung entspricht den Korrosionsschutzklassen I, II und III nach DIN 55928 Teil 8.

2.3.2 Zu Abschnitt 6.2.1 – Bedingungen für Betriebe und Fachkräfte –

Nach § 22 Abs. 2 BauO NW, in Verbindung mit DIN 15018 Teil 2, Abschnitt 6.2.1 haben Betriebe, die geschweißte Stahlbauteile von Kranen herstellen oder Schweißarbeiten an solchen Stahlbauteilen auf der Baustelle durchführen, der Bauaufsichtsbehörde nachzuweisen, daß sie über solche Fachkräfte und Einrichtungen verfügen. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn die Bescheinigung einer dafür anerkannten Stelle über den Großen Eignungsnachweis nach DIN 4100 Beiblatt 1 mit der Erweiterung auf den Anwendungsbereich DIN 15018 vorliegt. Entgegenstehende Regelungen von DIN 15018 Blatt 2 sind nicht anzuwenden.

2.3.3 Zu Abschnitt 6.2.2.1 – Schweißzusatzwerkstoffe –

Es dürfen nur Schweißzusatzwerkstoffe verwendet werden, für die eine Prüfbescheinigung der Deutschen Bundesbahn vorliegt.

2.3.4 Zu Abschnitt 6.3.8 – Anzahl der Niete und Schrauben –

Die dort geforderten 2 Niete oder Schrauben müssen hintereinander in Kraftrichtung liegen. Abschnitt 6.3.8 gilt auch für GV- und GVP-Verbindungen.

*) Druckfehler des Erstdruckes dieser Ausgabe sind berichtigt

*) vgl. auch DASt-Richtlinie 011 – Hochfeste schweißgeeignete Feinkornbaustähle StE 460 und StE 690; Anwendung für Stahlbauten, Ausgabe Februar 1979 (Tab. 11)

2.3.5 Zu Abschnitt 8.2.5 – Verbindungen mit HV-Schrauben –

Für HV-Verbindungen gilt DIN 18800 Teil 1 – Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion, Ausgabe März 1981.

2.4 Bauaufsichtliche Auflagen hinsichtlich wiederkehrender Prüfungen sind nicht erforderlich, weil Krane nach den Unfallverhütungsvorschriften wiederkehrenden Prüfungen zu unterziehen sind (vgl. UVV Krane – VBG 9, § 26).

3 Der RdErl. v. 16. 11. 1979 (SMBl. NW. 2323) ist in der Anlage bei Abschnitt 7 wie folgt zu ergänzen:

Spalte 1: 15018
Teil 1
Spalte 2: April 1974
Spalte 3: Krane; Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung
Spalte 4: 22. 12. 1981
Spalte 5: MBl. NW. S. 95
SMBl. NW. 23236

Spalte 1: 15018
Teil 2
Spalte 2: April 1974
Spalte 3: Krane; Stahltragwerke; Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung
Spalte 4: 22. 12. 1981
Spalte 5: MBl. NW. S. 95
SMBl. NW. 23236

DK 624.951.016.7.04 : 621.873/.875 DEUTSCHE NORMEN

Anlage 1
April 1974

Krane
Grundsätze für Stahltragwerke
Berechnung

DIN 15018 Blatt 1

Cranes; principles for steel structures, stress analysis

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

Teilweise Ersatz für DIN 120 Blatt 1

Übergangsfrist zur Einführung dieser Norm

Die Hersteller sollen die von ihnen durchzuführenden Berechnungen so rasch wie möglich auf diese Norm umstellen.

Behandlung vorhandener Anlagen

Vorhandene Krane brauchen nicht nach dieser Norm nachgerechnet zu werden.

Übergangsfrist für die Lieferung von Kranen

Mit der Herausgabe dieser Norm wird DIN 120 Blatt 1 — Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen (Ausgabe November 1936 × × × ×) — für Krane formal ungültig. DIN 120 Blatt 1 kann jedoch mit Rücksicht auf die noch nicht fertiggestellten Arbeiten für die Neufassung der Berechnungsgrundsätze für Kranbahnen (DIN 4132, z. Z. noch Entwurf) noch nicht zurückgezogen werden.

Es soll angestrebt werden, daß die gelieferten Krane zu dem frühestmöglichen Zeitpunkt nach DIN 15018 Blatt 1 berechnet sind. Auf keinen Fall dürfen bei Einzelfertigung vom Beginn des 25. Monats, bei Serienfertigung vom Beginn des 37. Monats nach dem Ausgabedatum von DIN 15018 Blatt 1 noch Krane abgeliefert werden, die anders als nach DIN 15018 Blatt 1 berechnet wurden.

In dieser Norm wird unter „Last" eine Kraftgröße oder die durch eine Last (z. B. Nutzlast, Prüflast gemäß DIN 15003 im Sinne einer Massengröße) hervorgerufene Kraftwirkung verstanden.

Inhalt

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

Frühere Ausgaben:
DIN 120 Blatt 1: 11.36 × × × ×

Änderung April 1974:
Inhalt teilweise aus DIN 120 Blatt 1 übernommen, siehe auch Erläuterungen.

Fachnormenausschuß Maschinenbau (FM) im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Bauwesen (FNBau) im DNA

DIN 15 018 Blatt 1

1. Anwendungsbereich

Die Norm ist für Stahltragwerke von Kranen und Kranausrüstungen aller Art anzuwenden und kann auch für fahrbare Stahltragwerke mit Stetigförderern angewendet werden. Sie ist nicht anzuwenden für Kranbahnen, Bagger, Drahtseilbahnen, Wagenkipper und Bergwerksmaschinen.

2. Weitere Normen und Richtlinien

2.1. Mitgeltende Normen und Richtlinien

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

DIN 1080 Zeichen für statische Berechnung im Bauingenieurwesen

DIN 1055 Blatt 4 Lastannahme im Hochbau; Verkehrslasten — Windlast
Blatt 5 —; Verkehrslasten, Schneelast

DIN 4114 Blatt 1 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
Blatt 2 —; —; —, Richtlinien

DIN 4115 Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau; Richtlinien für die Zulassung, Ausführung, Bemessung

DIN 8563 Blatt 1 Sicherung der Güte von Schweißarbeiten, allgemeine Grundsätze

DIN 15 001 Blatt 1 Krane, Begriffe, Einteilung nach der Bauart

DIN 15 003 Hebezeuge, Lastaufnahmeeinrichtungen, Lasten und Kräfte, Begriffe

DIN 15 018 Blatt 2 Krane, Stahltragwerke, Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung

DIN 15 019 Blatt 2 Krane; Standsicherheit für alle Krane außer gleislosen Fahrzeugkranen und außer Schwimmkranen

DASt-Richtlinie 010
Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau

2.2. Hinweis auf Normen

Auf folgende Normen ist im Text hingewiesen:

DIN 267 Blatt 3 Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile;
Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen und Prüfverfahren für Schrauben aus unlegierten oder niedriglegierten Stählen

DIN 741 Drahtseilklemmen für Seil-Endverbindungen, bei untergeordneten Anforderungen

DIN 1050 Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung

DIN 1626 Blatt 1 Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedriglegierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; allgemeine Angaben, Übersicht, Hinweise für die Verwendung
Blatt 2 —; Rohre für allgemeine Verwendung (Handelsgüte), technische Lieferbedingungen
Blatt 3 —; Rohre mit Gütevorschriften, technische Lieferbedingungen
Blatt 4 —; besonders geprüfte Rohre mit Gütevorschriften, technische Lieferbedingungen

DIN 1629 Blatt 1 Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Übersicht, technische Lieferbedingungen, allgemeine Angaben
Blatt 2 —; Rohre in Handelsgüte, technische Lieferbedingungen
Blatt 3 —; mit Gütevorschriften, technische Lieferbedingungen

DIN 2310 Blatt 1 Autogenes Brennschneiden; Verfahrensgrundlagen, Begriffe, Maß- und Formabweichungen

DIN 4100 Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung

DIN 4132 Kranbahnen, Stahltragwerke, Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung (z. Z. noch Entwurf)

DIN 6914 Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen

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-Trägern in Stahlkonstruktionen

DIN 6918 Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an U-Trägern in Stahlkonstruktionen

DIN 17 100 Allgemeine Baustähle; Gütevorschriften

DIN 17 111 Kohlenstoffarme unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete; Gütevorschriften

3. Inhalt der Berechnung

In der Berechnung sind anzugeben
die Art und die Arbeitsweise des Kranes,
die vorausgesetzte Anzahl der gesamten Last- oder Arbeitsspiele,
die möglichst wirklichkeitsnahen Tragsysteme mit Übersichtsskizzen 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 Verbindungen.

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

[1]) In dieser Norm als „HV-Richtlinien" bezeichnet.

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 Anteiles der Tragmittel, z. B. Seile.

4.1.4. Wirkungen lotrechter Massenkräfte

Die Wirkungen lotrechter Massenkräfte, 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		Eigenlastbeiwert φ
Fahrbahnen		
mit Schienenstößen oder Unebenheiten (Straße)	ohne Schienenstöße oder mit geschweißten, bearbeiteten Schienenstößen	
bis 60	bis 90	1,1
über 60 bis 200	über 90 bis 300	1,2
über 200	—	$\geqq$ 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 Auslegerkranen

Bei Auslegerkranen, 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.

DIN 15 018 Blatt 1

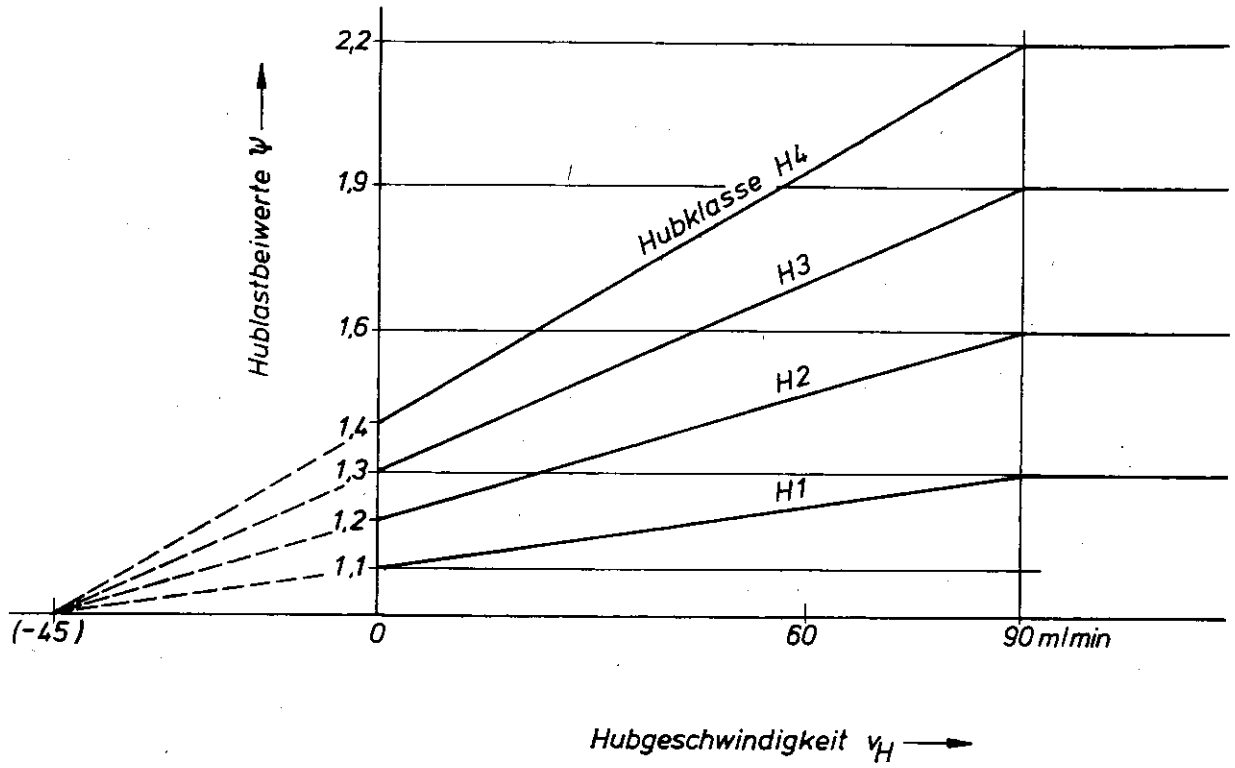


Bild 1. Hubklassen und Hublastbeiwerte ψ

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 Schwerpunktbewegung 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)

$$Ka = 1{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot \min\left(R_{Ka_1} + R_{Ka_2}\right)$$

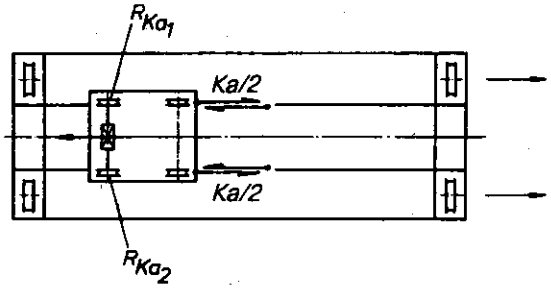


Bild 2. Massenkräfte beim Anfahren und Bremsen von Laufkatzen mit Mittenantrieb

Kranfahren — Kraftschluß

(angetriebenen Laufräder sind nicht drehzahlgekoppelt)

$$Kr = 1{,}5 \cdot 0{,}2 \left(\min R_{Kr_1} + \min R_{Kr_2}\right)$$

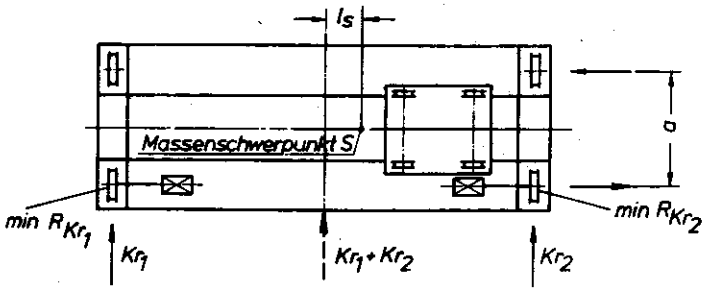


Bild 3. Massenkräfte beim Anfahren und Bremsen von Kranen mit zwei Einzelantrieben $(Kr_1 = Kr_2)$

Es bedeuten:

$\min\left(R_{Ka_1} + R_{Ka_2}\right)$ bzw. $\min R_{Kr_1} + \min R_{Kr_2}$ = Für die Ermittlung der Antriebskräfte aus dem Kraftschluß maßgebende kleinste Radlastsumme bzw. Summe der kleinsten Radlasten der angetriebenen Laufräder ohne Nutzlast und Beiwerte nach Abschnitt 4.1.4,

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 Führungsmittel form- 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 Blatt 4 angenommen werden.

Bei Kranen in Betrieb ist die Windlast mit einem Staudruck q = 250 N/m² (25 kp/m²) anzusetzen. Die Windlast auf die Nutzlast ist, falls deren Windangriffsfläche nicht eindeutig festliegt, mit 3 % der Wirkung der Nutzlast, mindestens aber mit 500 N (50 kp) anzunehmen.

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

4.2.2. Kräfte aus Schräglauf

Bei Kranen entstehen durch Schräglauf unter dem Schräglaufwinkel α an dem in Fahrrichtung 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

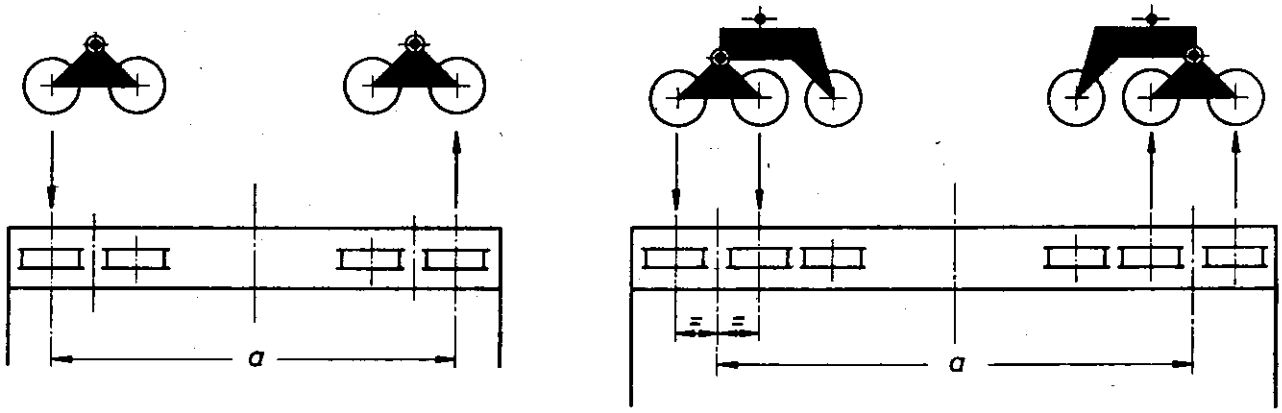


Bild 4. Verteilung der Seitenkräfte

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 Querschlupf geltenden Kraftschlußgesetz

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

Hierin bedeuten:

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

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

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

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

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,

α_0 = 1 ‰ Schräglaufwinkel aus Toleranzen des Kranes und der Kranbahn.

Andere Werte für Schräglaufwinkel α sind zu vereinbaren.

Die Faktoren λ, $\lambda_{1\,ix}$, $\lambda_{1\,iy}$ und $\lambda_{2\,ix}$, $\lambda_{2\,iy}$ für die Berechnung der Kräfte S, $X_{1\,i}$, $Y_{1\,i}$, $X_{2\,i}$, $Y_{2\,i}$ 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	$\dfrac{m \cdot \xi \cdot \xi' \cdot l^2 + \Sigma e_i^2}{\Sigma e_i}$	$1 - \dfrac{\Sigma e_i}{n \cdot h}$
FL	$\dfrac{m \cdot \xi \cdot l^2 + \Sigma e_i^2}{\Sigma e_i}$	$\xi' \left(1 - \dfrac{\Sigma e_i}{n \cdot h}\right)$

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

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

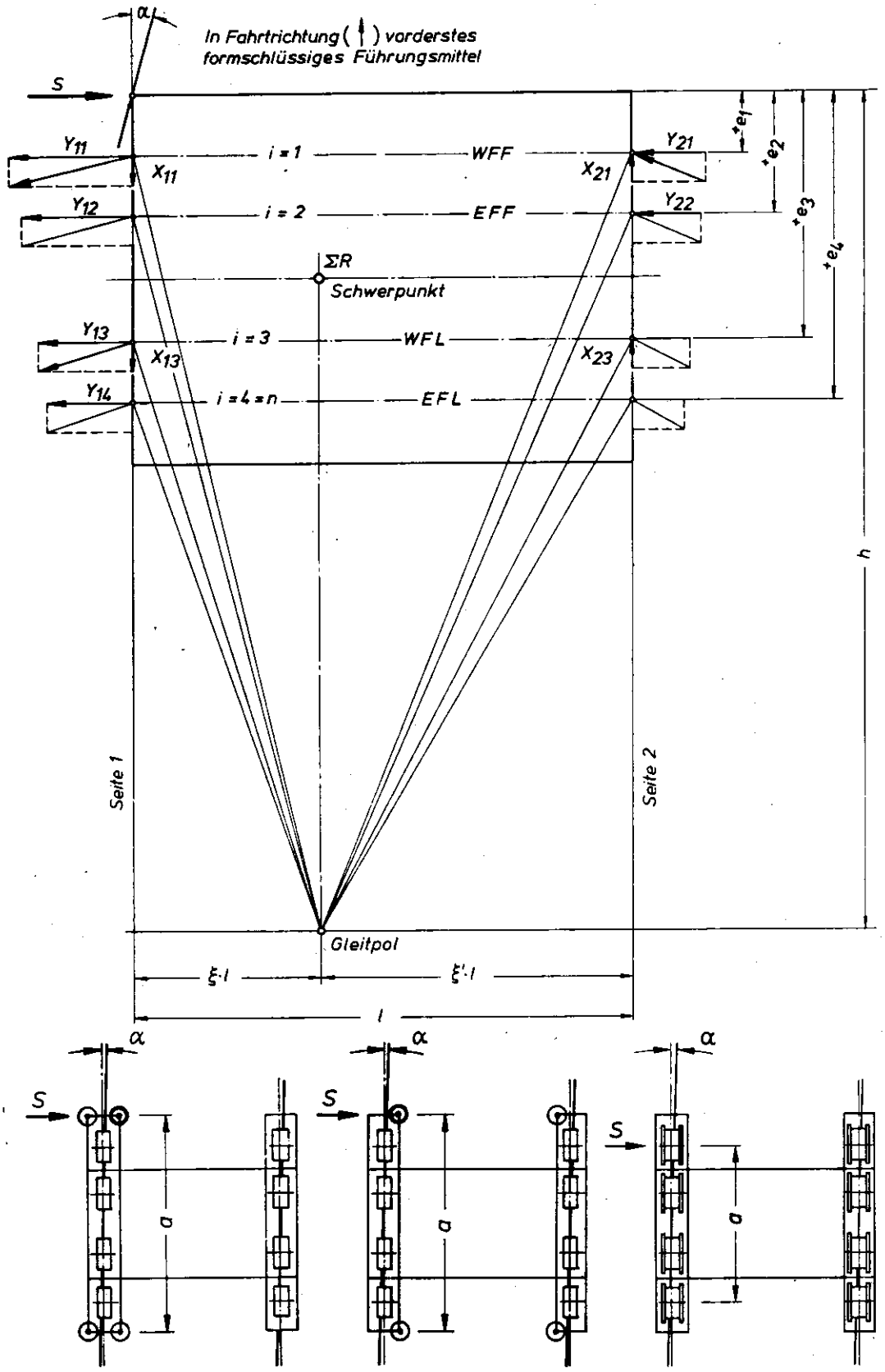


Bild 5. Abmessungen und Kräfte aus Schräglauf für einen Kran mit vier durch unterschiedliche Systemmerkmale gekennzeichneten Laufradpaaren

4.2.3. Wärmewirkungen

Wärmewirkungen sind nur in besonderen Fällen zu berücksichtigen. Für Krane im Freien sind dann bei einer angenommenen Aufstellungstemperatur von +10 °C Temperaturunterschiede von ±35 K, bei ungleichmäßiger Erwärmung einzelner Teile Temperaturunterschiede von ± 15 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.

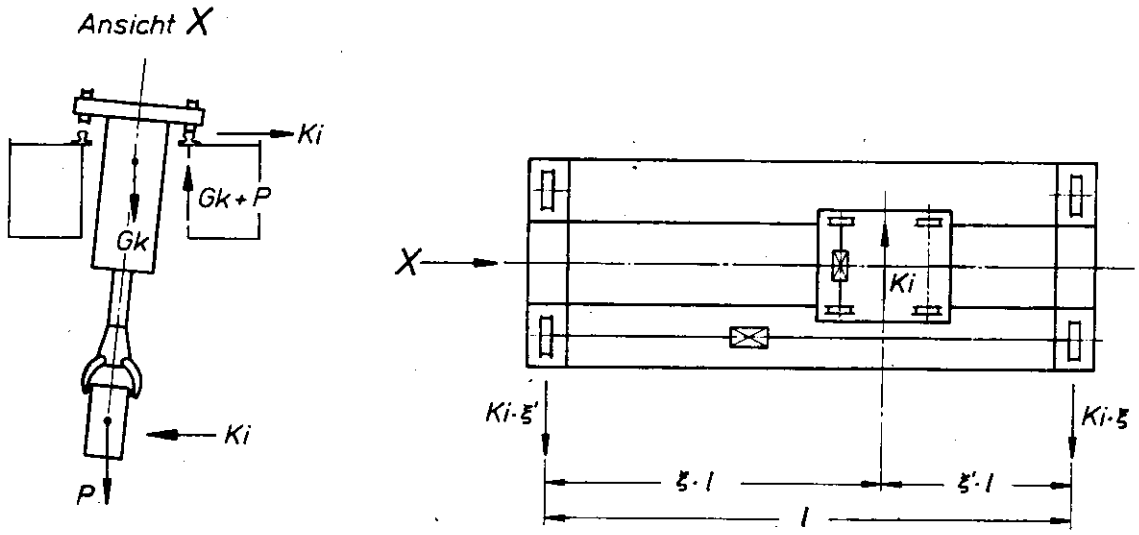


Bild 6. Beispiel für die Verteilung der Kräfte beim Kippen einer Laufkatze mit Hublastführung in Kranfahrrichtung

4.2.4. Schneelasten

Schneelasten sind nur in besonderen Fällen und dann nach DIN 1055 Blatt 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 (300 kp) bei Begehen mit Traglasten,
1500 N (150 kp) bei Begehen ohne Traglasten.

An Geländerholmen ist eine wandernde, waagerechte nach außen oder innen wirkende Einzellast anzunehmen, und zwar
300 N (30 kp) bei Begehen mit Traglasten
150 N (15 kp) 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 Ki zu ermitteln. Die Laufkatze ist dabei in ungünstiger Stellung anzusetzen. Sofern nicht genauer gerechnet wird, ist Ki anteilig auf beide Kranbahnseiten ohne Massenkraftwirkungen und ohne Rücksicht auf etwaiges Rutschen der angetriebenen Laufräder zu verteilen (siehe Bild 6). Der Zahlenwert von Ki darf auf $^1/_4$ der Summe aus Eigenlast der Laufkatze G_K und Hublast P begrenzt werden.

Besteht betrieblich die Möglichkeit, daß die angekippte 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 Pu 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 Pu sind bei Kranen aus 85 % bei Katzen aus 100 % der Nennfahrgeschwindigkeit zu ermitteln.

Sind Einrichtungen zum selbsttätigen Herabsetzen der Geschwindigkeit vorhanden, so dürfen das erforderliche Arbeitsaufnahmevermögen der Puffer und die größten Pufferkräfte Pu 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 $|v_{F\,1}|$ und $|v_{F\,2}|$ der größten Fahrgeschwindigkeit die kinetische Energie anzusetzen zu

$$E = \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot (|v_{F\,1}| + |v_{F\,2}|)^2}{2\,(m_1 + m_2)}$$

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	Schwingbeiwert beim Anprall mit 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 Endschalter 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: $Pk = 1{,}25 \cdot P$

große Prüflast: $Pg = 1{,}33 \cdot P$

für die Hubklassen H1 und H2

(Nach besonderer Vereinbarung) $Pg = 1{,}50 \cdot P$

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 Prüfbelastung 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 Pk oder Pg 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 waagerecht 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 Schweißeignung 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 1050, für HV-Verbindungen nach den „HV-Richtlinien" (siehe Abschnitt 2.1) und für Schweißnähte nach DIN 4100, Ausgabe Dezember 1968, Abschnitte 3.3 und 3.4, zu ermitteln.

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 $\lambda \leqq 250$ 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 Nahtrichtung 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, Niete 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					
4.1 Hauptlasten	4.1.1 Eigenlast		G	$\varphi \cdot G$				$\varphi \cdot G$			G	$\varphi \cdot G$	G	G	$\varphi \cdot G$				G
	4.1.4.1 Eigenlastbeiwert		φ	$\varphi \cdot Gm$				$\varphi \cdot Gm$			Gm	$\varphi \cdot Gm$	–	$\varphi \cdot Gm$	–				–
	4.1.2 Lasten von Schüttgütern in Bunkern und auf Stetigförderern		Gm																
	4.1.3 Hublast		P	$\psi \cdot P$				–			–	ψP	P	P	–				–
	4.1.4.2 Hublastbeiwert		ψ									–	–	–	–				–
	4.1.4.3 Fallenlassen oder plötzliches Absetzen von Nutzlasten		$-0{,}25 \cdot \psi \cdot P$	–				$-0{,}25 \cdot \psi \cdot P$			–	–	–	–	–				–
	4.1.3 Hublast ohne Wirkung der Nutzlast		Po								Po	–	–	–	–				–
	4.1.5 Massenkräfte aus Antrieben	Katzfahren	Ka	Ka	–	–	–	Ka	–	–	–	–	–	–	Ka	–	–	–	–
		Kranfahren	Kr	–	Kr	–	–	–	Kr	–	–	–	–	–	–	Kr	–	–	–
		Drehen	Dr	Dr	Dr	Dr	Dr	Dr	Dr	Dr	–	–	–	–	–	–	Dr	–	–
		Wippen	Wp	–	–	Wp	–	–	–	Wp	–	–	–	–	–	–	–	Wp	–
	4.1.6 Fliehkräfte		Z	–	–	–	Z	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Z	–	–
4.2 Zusatzlasten	4.2.1 Windlast	in Betrieb	Wi	Wi				Wi			–	Wi	–	–	–				–
		außer Betrieb	Wa	–				–			Wa	–	–	–	–				–
	4.2.2 Kräfte aus Schräglauf		S	–				–			–	S	–	–	–				–
4.3 Sonderlasten	4.3.1 Kippkraft bei Laufkatzen mit Hublastführung		Ki	–				–			–	–	Ki	–	–				–
	4.3.2 Pufferkräfte		Pu	–				–			–	–	–	Pu	–				–
	4.3.3 Prüflasten	klein	Pk	–				–			–	–	–	–	$\frac{1+\psi}{2} \cdot Pk$				–
		groß	Pg	–				–			–	–	–	–	–				Pg

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			
Kurzname	nach	Streckgrenze σ_S N/mm²	Elastizitätsmodul (Zug, Druck) E N/mm²	Schubmodul G N/mm²	α_T $\frac{mm}{mm \cdot K}$
Baustahl St 37 *)	DIN 17 100	240	210 000	81 000	$12 \cdot 10^{-6}$
Rohrstahl St 35 *)	DIN 1629				
Baustahl St 52-3	DIN 17 100	360			$12 \cdot 10^{-6}$
Schienenstahl von mindestens 600 N/mm² Zugfestigkeit					

*) Alle Gütegruppen, Erschmelzungs- und Vergießungsarten.

Auswahl von Gütegruppen, Erschmelzungs- und Vergießungsart der Stähle nach DIN 15 018 Blatt 2.

6.9. Längsverteilung von Radlasten

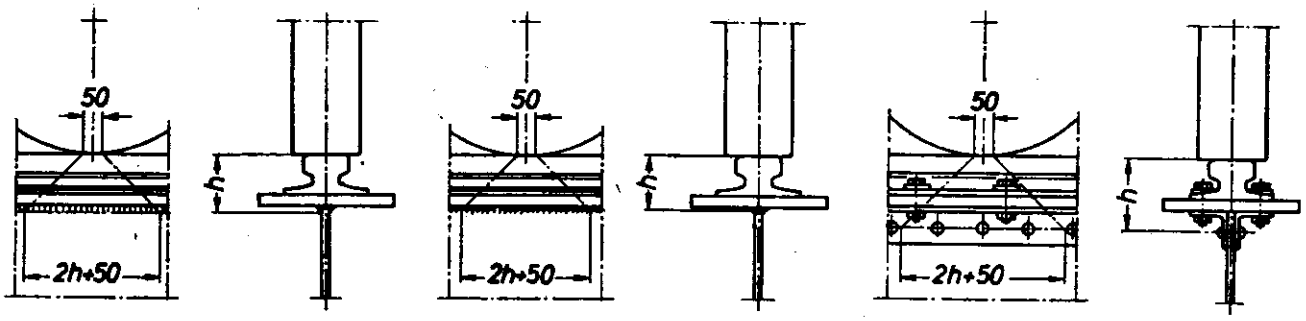
Die örtlichen Spannungen in Schiene, Schienenfuß, Gurten, Halsnähten oder Halsnieten und Stegen von Schienenträgern aus normal und quer zur Schiene gerichteten Radlasten sind entsprechend dem Schiene-Gurt-System zu ermitteln.
Die einzelne Radlast darf, falls nicht genauer gerechnet wird, bei unmittelbarer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

Maße in mm



a) des Steges b) der Halsnaht c) der Halsniete

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 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.

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 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

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

Stahlsorte der Bauteile		Lastfall	zulässige Vergleichsspannung	zulässige Zugspannung	zulässige Druckspannung	zulässige Schubspannung
			zul σ_z		zul σ_d	zul τ
Kurzname	nach		N/mm²		N/mm²	N/mm²
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 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 Vergleichswert	zulässige Zugspannung für Querbeanspruchung			zulässige Druckspannung für Querbeanspruchung		zulässige Schubspannung
			zul σ_{wz} N/mm²				zul σ_{wd} N/mm²		zul τ_w N/mm²
Kurzname	nach		alle Nahtarten	Stumpfnaht K-Naht Sondergüte	K-Naht Normalgüte	Kehlnaht	Stumpfnaht K-Naht	Kehlnaht	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.

Tabelle 12. **Zulässige Spannungen für Verbindungsmittel beim Allgemeinen Spannungsnachweis**

Verbindungsmittel	Verbindungsart	Stahlsorte oder Bezeichnung der Festigkeitsklassen	nach	Lastfall	zulässige Scherspannung zul τ_a N/mm²		zulässige Leibungsspannung zul σ_l N/mm²		zulässige Zugspannung zul σ_z N/mm²
Niete	einschnittig	USt 36-1	DIN 17111	H	0,6 · zul σ_d	84	1,5 · zul σ_d	210	(30)
				HZ		96		240	
		RSt 44-2	DIN 17111	H		126		315	(45)
				HZ		144		360	
	mehrschnittig	USt 36-1	DIN 17111	H	0,8 · zul σ_d	113	2 · zul σ_d	280	(30)
				HZ		128		320	
		RSt 44-2	DIN 17111	H		168		420	(45)
				HZ		192		480	
Paßschrauben	einschnittig	4.6	DIN 267 Blatt 3	H	0,6 · zul σ_d	84	1,5 · zul σ_d	210	100
				HZ		96		240	110
		5.6	DIN 267 Blatt 3	H		126		315	140
				HZ		144		360	154
	mehrschnittig	4.6	DIN 267 Blatt 3	H	0,8 · zul σ_d	112	2 · zul σ_d	280	100
				HZ		128		320	110
		5.6	DIN 267 Blatt 3	H		168		420	140
				HZ		192		480	154
Schrauben ohne Passung		4.6	DIN 267 Blatt 3	H	–	70	–	160	100
				HZ		80		180	110
		5.6	DIN 267 Blatt 3	H		70		160	140
				HZ		80		180	154
Maßgebender Durchmesser für			Niete		Lochdurchmesser				
			Schrauben		Schaftdurchmesser				Gewindekerndurchmesser

Eingeklammerte Werte für Zugspannung von Nieten sind nur in Ausnahmefällen zulässig.

Zulässige Zugkräfte für vorgespannte Schrauben siehe Abschnitt 9.

In der Regel sind zu verwenden:

Niete aus USt 36-1 und Schrauben von Festigkeitseigenschaften 4.6: für Bauteile aus St 37

Niete aus RSt 44-2 und Schrauben von Festigkeitseigenschaften 5.6: für Bauteile aus St 52

Bei dieser Verwendung gelten die angegebenen Leibungsspannungen auch für Bauteile.

7.2.2. Zusammengesetzte Spannungen

Bei zusammengesetzten ebenen Spannungszuständen muß außerdem unter Beachtung der Vorzeichen nachgewiesen werden bei Bauteilen nach Tabelle 10 die Vergleichsspannung zu

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau^2} \leqq \text{zul } \sigma_z$$

bei Schweißnähten nach Tabelle 11 der Vergleichswert zu

$$\sigma_v = \sqrt{\bar{\sigma}_x^2 + \bar{\sigma}_y^2 - \bar{\sigma}_x \cdot \bar{\sigma}_y + 2 \cdot \tau^2} \leqq \text{zul } \sigma_z$$

Hierin bedeuten:

$$\bar{\sigma}_x = \frac{\text{zul } \sigma_z}{\text{zul } \sigma_{wz}} \cdot \sigma_x \text{ oder } \bar{\sigma}_x = \frac{\text{zul } \sigma_z}{\text{zul } \sigma_{wd}} \cdot \sigma_x$$

$$\bar{\sigma}_y = \frac{\text{zul } \sigma_z}{\text{zul } \sigma_{wz}} \cdot \sigma_y \text{ oder } \bar{\sigma}_y = \frac{\text{zul } \sigma_z}{\text{zul } \sigma_{wd}} \cdot \sigma_y$$

mit den zulässigen Zugspannungen zul σ_z in Bauteilen nach Tabelle 10, mit den zulässigen Zugspannungen zul σ_{wz} und den zulässigen Druckspannungen zul σ_{wd} in Schweißnähten nach Tabelle 11 und mit den rechnerischen Spannungen σ_x, σ_y und τ in den Schweißnähten.

Wenn sich aus den einander zugeordneten Spannungen σ_x, σ_y und τ der für die obige Bedingung ungünstigste Fall nicht erkennen läßt, müssen die Nachweise getrennt für die Fälle max σ_x, max σ_y, max τ mit den zugeordneten, hierfür ungünstigsten Spannungen geführt werden.

7.3. Stabilitätsnachweis

7.3.1. Allgemeines

Der Stabilitätsnachweis auf Sicherheit gegen Knicken, Kippen, Beulen der Stegbleche und Beulen der Rechteckplatten, die Teile eines Druckstabes sind, ist nach DIN 4114 für die Lastfälle H, HZ und HS zu führen.

Der Lastfall H entspricht dem Belastungsfall 1, der Lastfall HZ dem Belastungsfall 2 in DIN 4114.

Im Sonderlastfall HS soll die Knicksicherheit $\nu_{Ks} = \nu_{K1} \cdot \frac{1{,}35}{1{,}71}$ betragen; ν_{K1} ist die Knicksicherheit im Belastungsfall 1 nach DIN 4114.

Der Nachweis der Beulsicherheit von Blechen ist ebenfalls nach DIN 4114 zu führen, wobei statt der dort angegebenen Sicherheitswerte ν_B die nach Abschnitt 7.3.3, Tabelle 13, gelten.

Tabelle 13. **Beulsicherheiten ν_B**

	Lastfall	ν_B *
Gesamtfeld	H	$1{,}71 + 0{,}180\ (\psi - 1)$
	HZ	$1{,}50 + 0{,}125\ (\psi - 1)$
	HS	$1{,}35 + 0{,}075\ (\psi - 1)$
Teilfeld	H	$1{,}50 + 0{,}075\ (\psi - 1)$
	HZ	$1{,}35 + 0{,}050\ (\psi - 1)$
	HS	$1{,}25 + 0{,}025\ (\psi - 1)$
Kreiszylinderschalen	H	1,71
	HZ	1,50
	HS	1,35

Ein Gesamtfeld — ausgesteift oder unausgesteift — erstreckt sich über den Bereich eines gedrückten Bleches, dessen Ränder durch andere Bauteile — Querschotte, Gurt- oder Stegbleche — im Sinne des Beulens unnachgiebig quergestützt sind; als Teilfeld gilt ein unausgesteifter Teilbereich des Gesamtfeldes. ψ ist hierin der größere der Quotienten $\psi_x = \sigma_{x2} : \sigma_{x1}$ oder $\psi_y = \sigma_{y2} : \sigma_{y1}$ aus den einander zugeordneten Normalspannungen σ_{x1}, σ_{x2} oder σ_{y1}, σ_{y2} an den Ecken der jeweiligen Ränder eines Gesamt- oder Teilfeldes; siehe auch DIN 4114 Blatt 1, Abschnitt 16.5 (Ausgabe Juli 1952××) und DIN 4114 Blatt 1, Abschnitt 17.1 (Ausgabe Februar 1953×).

7.3.2. Beulsicherheitsnachweis für Kreiszylinderschalen

Dünnwandige Kreiszylinderschalen, z. B. Großrohre, die durch planmäßig mittigen oder außermittigen Axialdruck beansprucht sind, müssen auf örtliches Beulen untersucht werden, wenn

$$\frac{t}{r} \leq \frac{25 \cdot \sigma_s}{E}$$

Hierin bedeuten:

t = Wanddicke

r = Halbmesser, bezogen auf die Mitte der Wanddicke

σ_s = Streckgrenze der Stahlsorte nach Tabelle 8

E = Elastizitätsmodul nach Tabelle 8

Die ideelle Beulspannung σ_{Bi} kann ermittelt werden nach

$$\sigma_{Bi} = 0{,}2 \cdot \frac{E \cdot t}{r}$$

In allen Fällen, in denen σ_{Bi} oberhalb der Proportionalitätsgrenze des Baustahles liegt, ist die ideelle Beulspannung σ_{Bi} nach DIN 4114 Blatt 1 (Ausgabe Juli 1952××), Tabelle 7, abzumindern auf σ_B.

Im Abstand von höchstens $10 \cdot r$ sind Queraussteifungen anzuordnen, deren Trägheitsmoment J, berechnet nach DIN 4114 Blatt 2 (Ausgabe Februar 1953×), Ri 18.13, mindestens beträgt

$$J = \frac{r \cdot t^3}{2} \cdot \sqrt{\frac{r}{t}}$$

* Im Falle $\psi < -1$ ist $\psi = -1$ zu setzen.

Es darf angenommen werden, daß mit diesem Nachweis der Beulsicherheit für Kreiszylinderschalen geometrische Abweichungen zwischen der wirklichen und der idealen Schalenmittelfläche infolge Herstellungsungenauigkeiten bis zur Größe $t/2$ berücksichtigt sind.

7.3.3. Beulsicherheiten

Die Beulsicherheiten der ebenen Bleche

$$\nu_B = \frac{\sigma_{VKi}}{\sigma_V} \quad \text{oder} \quad \nu_B = \frac{\sigma_{VK}}{\sigma_V}$$

und der Kreiszylinderschalen mit σ_d als der größten Randdruckspannung

$$\nu_B = \frac{\sigma_{Bi}}{\sigma_d} \quad \text{oder} \quad \nu_B = \frac{\sigma_B}{\sigma_d}$$

dürfen die Werte der Tabelle 13 je Lastfall nicht unterschreiten.

7.4. Betriebsfestigkeitsnachweis

7.4.1. Begriffe

Der Betriebsfestigkeitsnachweis auf Sicherheit gegen Bruch bei zeitlich veränderlichen, häufig wiederholten Spannungen ist nur in den Lastfällen H und für Spannungsspiele über $2 \cdot 10^4$ für Bauteile und Verbindungsmittel zu führen.

Die zulässigen Spannungen sind gleich je Beanspruchungsgruppe und hängen ab vom Spannungskollektiv und der Zahl der Spannungsspiele; sie sind festgelegt für verschiedene Stähle, Spannungsarten, Kerbfälle und Grenzspannungsverhältnisse, siehe Abschnitt 7.4.4.

Das Grenzspannungsverhältnis $\varkappa$ = min σ/max σ oder min τ/max τ usw. ist das Verhältnis der dem Betrag nach kleineren Grenzspannung (min σ, min τ) zu der dem Betrag nach größeren Grenzspannung (max σ, max τ); es schwankt je nach Vorzeichen dieser Grenzspannungen im Wechselbereich von −1 bis 0 und im Schwellbereich von 0 bis +1.

Die 6 Beanspruchungsgruppen B1 bis B6 sind nach Abschnitt 7.4.2 und Tabelle 14 bestimmten Bereichen der Spannungsspiele und bestimmten Spannungskollektiven zugeordnet.

Die 4 Spannungsspielbereiche N1 bis N4 nach Tabelle 14 umfassen die voraussichtliche gesamte Anzahl oder Summenhäufigkeit $\hat{N}$, mit der die kleinste Oberspannung $\check{\sigma}_o$ des Spannungskollektives erreicht oder überschritten wird.

Die gesamte Anzahl $\hat{N}$ der Spannungsspiele kann je nach Kranart für einen Bauteil gleich der Zahl der Lastspiele oder der Arbeitsspiele oder ein Vielfaches davon sein; dabei sind unter einem Lastspiel die je einmalige Hub- und Senkbewegung zwischen Aufnahme und Absetzen einer Hublast und unter einem Arbeitsspiel die zum Durchführen eines vollständigen Transportes erforderlichen Bewegungen zu verstehen.

Mit den 4 Spannungskollektiven S_0 bis S_3 wird die relative Summenhäufigkeit gekennzeichnet, mit der eine bestimmte Oberspannung σ_o erreicht oder überschritten wird.

Die zu erwartenden Spannungskollektive sind näherungsweise den idealisierten Spannungskollektiven zuzuordnen; ggf. kann hierzu eine Schädigungsrechnung durchgeführt werden. Die idealisierten Spannungskollektive sind durch die größten und kleinsten Grenzwerte der Spannungsausschläge $\hat{\sigma}_o - \sigma_m$ und $\check{\sigma}_o - \sigma_m$ und durch eine der Gauß'schen Normalverteilung angenäherte Verteilung bestimmt (siehe Bild 8).

Die 8 Kerbfälle W0 bis W2 und K0 bis K4 nach Abschnitt 7.4.3 und Tabelle 25 bis 32 berücksichtigen die mit steigendem Kerbeinfluß fallende Betriebsfestigkeit gebräuchlicher Bauformen.

7.4.2. Beanspruchungsgruppen

Den Spannungsspielbereichen und den Spannungskollektiven sind Beanspruchungsgruppen entsprechend Tabelle 14 zugeordnet.

Tabelle 14. **Beanspruchungsgruppen nach Spannungsspielbereichen und Spannungskollektiven**

Spannungsspielbereich	N 1	N 2	N 3	N 4
Gesamte Anzahl der vorgesehenen Spannungsspiele $\hat{N}$	über $2 \cdot 10^4$ bis $2 \cdot 10^5$ Gelegentliche nicht regelmäßige Benutzung mit langen Ruhezeiten	über $2 \cdot 10^5$ bis $6 \cdot 10^5$ Regelmäßige Benutzung bei unterbrochenem Betrieb	über $6 \cdot 10^5$ bis $2 \cdot 10^6$ Regelmäßige Benutzung im Dauerbetrieb	über $2 \cdot 10^6$ Regelmäßige Benutzung im angestrengtem Dauerbetrieb
Spannungskollektiv	Beanspruchungsgruppe			
S_0 sehr leicht	B 1	B 2	B 3	B 4
S_1 leicht	B 2	B 3	B 4	B 5
S_2 mittel	B 3	B 4	B 5	B 6
S_3 schwer	B 4	B 5	B 6	B 6

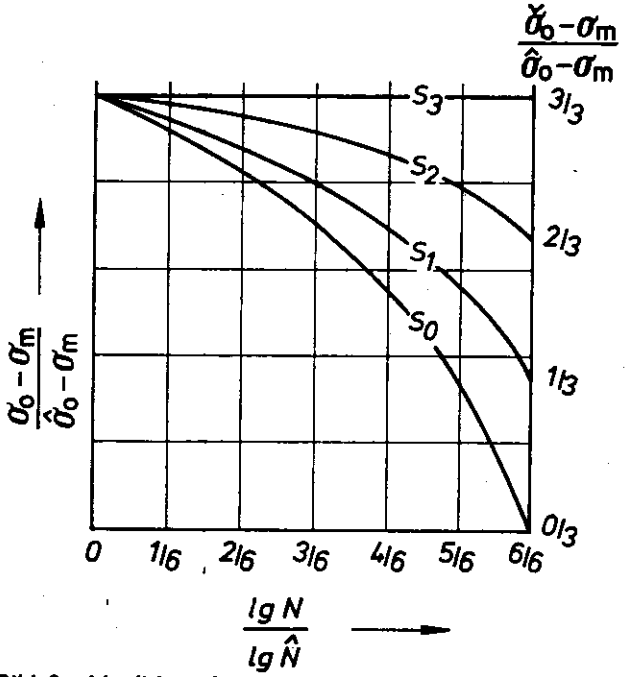


Bild 8. Idealisierte bezogene Spannungskollektive

Tabelle 15. **Bezogene Spannungen $\frac{\sigma_o - \sigma_m}{\hat{\sigma}_o - \sigma_m}$ der idealisierten Spannungskollektive**

	$\frac{lg\,N}{lg\,\hat{N}}$	0	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6
Spannungskollektiv	S_3	1	1	1	1	1	1	1
	S_2	1	0,975	0,944	0,906	0,856	0,787	0,666
	S_1	1	0,952	0,890	0,814	0,716	0,579	0,333
	S_0	1	0,927	0,836	0,723	0,576	0,372	0,000

Dabei bedeuten:

$\sigma_m = \frac{1}{2}(\max \sigma + \min \sigma)$
Betrag der konstanten Mittelspannung

σ_o = Betrag der Oberspannung, die N-mal erreicht oder überschritten wird

$\hat{\sigma}_o$ = Betrag der größten Oberspannung des idealisierten Spannungskollektivs

$\check{\sigma}_o$ = Betrag der kleinsten Oberspannung des idealisierten Spannungskollektivs

$\hat{N}$ = 10^6 Umfang des idealisierten Spannungskollektivs

Die Krane können entsprechend den Betriebsbedingungen des am ungünstigsten belasteten Kranteiles in Beanspruchungsgruppen eingestuft werden. Einzelne klar voneinander getrennte oder baulich einheitlich zusammengefaßte Teile dürfen bei genauer Kenntnis der Betriebsbedingungen in verschiedene Beanspruchungsgruppen eingestuft werden.

7.4.3. Kerbfälle

Die im allgemeinen gebräuchlichen Bauformen, Anschlüsse und Verbindungen sind nach den von Gestalt, baulicher Durchbildung, Lochung oder Art und Güte der Schweißnähte usw. abhängigen Kerbeinflüssen den 8 Kerbfällen W 0 bis W 2 und K 0 bis K 4 nach Abschnitt 10.3, Tabellen 25 bis 32, zugeordnet.

Die wichtigsten Arten der Schweißnähte sind in Abschnitt 10.2, Tabelle 24, nach Güten in Abhängigkeit von Ausführung und Prüfung geordnet.

Tabelle 16. Grundwerte der zulässigen Spannungen zul $\sigma_{D(-1)}$ in kp/cm² für $\varkappa = -1$ in Bauteilen beim Betriebsfestigkeitsnachweis

Stahlsorte	St 37			St 52-3			St 37					St 52-3				
Kerbfall	W 0	W 1	W 2	W 0	W 1	W 2	K 0	K 1	K 2	K 3	K 4	K 0	K 1	K 2	K 3	K 4
Beanspruchungsgruppe	Zulässige Spannungen zul $\sigma_{D(-1)}$ für $\varkappa = -1$															
B 1	1800	1800	1800	2700	2700	2472	1800	1800	1800	1800	1527	2700	2700	2700	2540	1527
B 2			1680		2490	1992				1800	1080			2520	1800	1080
B 3		1614	1413	2522	2006	1605			1782	1273	764	2376	2121	1782	1273	764
B 4	1697	1358	1188	2032	1617	1293	1680	1500	1260	900	540	1680	1500	1260	900	540
B 5	1427	1142	999	1638	1303	1042	1188	1061	891	636	382	1188	1061	891	636	382
B 6	1200	960	840	1320	1050	840	840	750	630	450	270	840	750	630	450	270

Das Stufenverhältnis zwischen den Spannungen zweier aufeinanderfolgenden Beanspruchungsgruppen beträgt bei den Kerbfällen W 0 bis W 2 für St 37: 1,1892 und für St 52-3: 1,2409; bei den Kerbfällen K 0 bis K 4 für St 37 und St 52-3: 1,4142

Tabelle 17. Grundwerte der zulässigen Spannungen zul $\sigma_{D(-1)}$ in N/mm² für $\varkappa = -1$ in Bauteilen beim Betriebsfestigkeitsnachweis

Stahlsorte	St 37			St 52-3			St 37					St 52-3				
Kerbfall	W 0	W 1	W 2	W 0	W 1	W 2	K 0	K 1	K 2	K 3	K 4	K 0	K 1	K 2	K 3	K 4
Beanspruchungsgruppe	Zulässige Spannungen zul $\sigma_{D(-1)}$ für $\varkappa = -1$															
B 1	180	180	180	270	270	247,2	180	180	180	180	152,7	270	270	270	254	152,7
B 2			168		249	199,2				180	108			252	180	108
B 3		161,4	141,3	252,2	200,6	160,5			178,2	127,3	76,4	237,6	212,1	178,2	127,3	76,4
B 4	169,7	135,8	118,8	203,2	161,1	129,3	168	150	126	90	54	168	150	126	90	54
B 5	142,7	114,2	99,9	163,8	130,3	104,2	118,8	106,1	89,1	63,6	38,2	118,8	106,1	89,1	63,6	38,2
B 6	120	96	84	132	105	84	84	75	63	45	27	84	75	63	45	27

Das Stufenverhältnis zwischen den Spannungen zweier aufeinanderfolgenden Beanspruchungsgruppen beträgt bei den Kerbfällen W 0 bis W 2 für St 37: 1,1892 und für St 52-3: 1,2409; bei den Kerbfällen K 0 bis K 4 für St 37 und St 52-3: 1,4142

7.4.4. Zulässige Spannungen

Die zulässigen Oberspannungen der Normal- und Schubspannungen für Bauteile und Schweißnähte sowie der Scher- und Leibungsspannungen für Verbindungsmittel und gelochte Bauteile sind in Abhängigkeit von den Grundwerten der zulässigen Spannungen zul $\sigma_{D(-1)}$ (Tabellen 16 und 17) und dem Grenzspannungsverhältnis in Tabellen 18 und 19 angegeben.

Alle zulässigen Spannungen beim Betriebsfestigkeitsnachweis sind nach oben begrenzt durch die zulässigen Spannungen, Lastfall HZ des Allgemeinen Spannungsnachweises nach Abschnitt 7.2.1, Tabellen 10 bis 12. Für Druckspannungen in Bauteilen gelten hierfür die Werte der Spalte zul σ_z.

Die zulässigen Spannungen zul $\sigma_{D(-1)}$ nach Tabellen 16 und 17 entsprechen bei einer Sicherheit von $\nu_D = 4/3$ den ertragbaren Spannungen bei 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit.

Zwischen den zulässigen Spannungen zul $\sigma_{D(-1)}$ und zul $\sigma_{D(\varkappa)}$ bestehen die in Bild 9 dargestellten Zusammenhänge.

Für die zulässigen Normalspannungen in Bauteilen gelten die Zusammenhänge nach Tabelle 18.

Für die zulässigen Schubspannungen in Bauteilen und Schweißnähten sowie für die zulässigen Scher- und Leibungsspannungen bei Verbindungsmitteln und gelochten Bauteilen gelten die Zusammenhänge nach Tabelle 19.

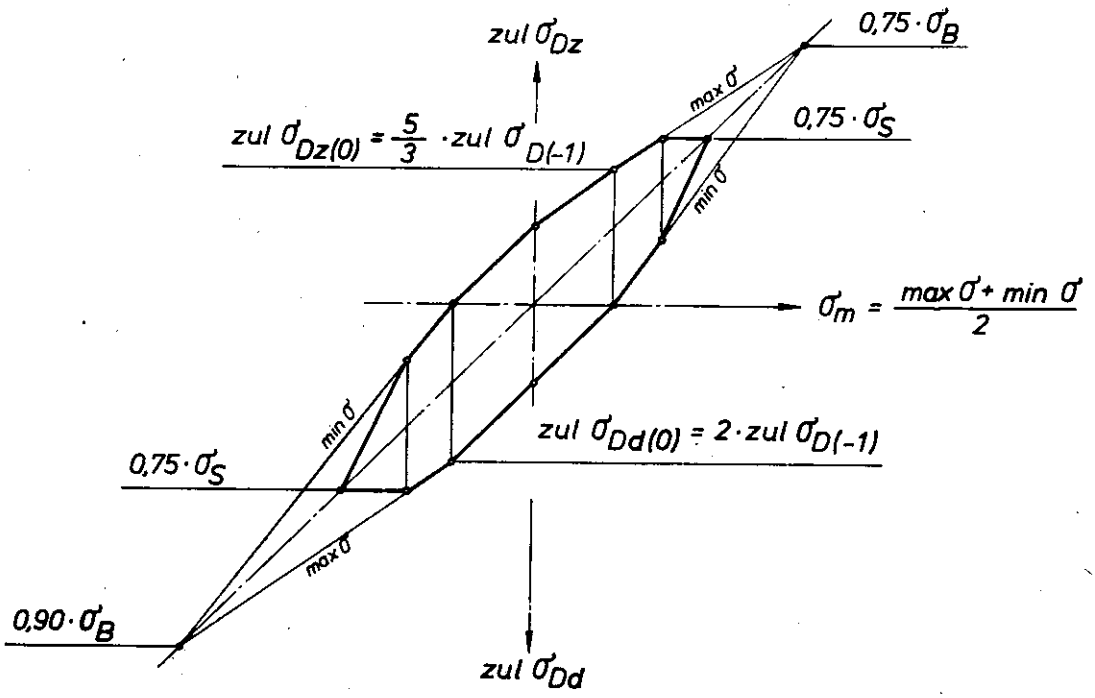


Bild 9. Zusammenhänge zwischen zul $\sigma_{D(\varkappa)}$ und zul $\sigma_{D(-1)}$

Tabelle 18. Gleichungen für die zulässigen Oberspannungen nach Bild 9 in Abhängigkeit von $\varkappa$ und zul $\sigma_{D(-1)}$ nach Tabellen 16 und 17

Wechselbereich $-1 < \varkappa < 0$	Zug	$\text{zul } \sigma_{Dz(\varkappa)} = \frac{5}{3 - 2\varkappa} \cdot \text{zul } \sigma_{D(-1)}$
	Druck	$\text{zul } \sigma_{Dd(\varkappa)} = \frac{2}{1 - \varkappa} \cdot \text{zul } \sigma_{D(-1)}$
Schwellbereich $0 < \varkappa < +1$	Zug	$\text{zul } \sigma_{Dz(\varkappa)} = \frac{\text{zul } \sigma_{Dz(0)}}{1 - \left(1 - \frac{\text{zul } \sigma_{Dz(0)}}{0{,}75 \cdot \sigma_B}\right) \cdot \varkappa}$
	Druck	$\text{zul } \sigma_{Dd(\varkappa)} = \frac{\text{zul } \sigma_{Dd(0)}}{1 - \left(1 - \frac{\text{zul } \sigma_{Dd(0)}}{0{,}90 \cdot \sigma_B}\right) \cdot \varkappa}$

Tabelle 19. **Zulässige Spannungen zul $\tau_{D(x)}$ für Bauteile und Schweißnähte sowie zulässige Spannungen zul $\tau_{aD(x)}$ und $\sigma_{lD(x)}$ für Verbindungsmittel**

Bauteile	$\text{zul } \tau_{D(x)} = \frac{\text{zul } \sigma_{Dz(x)}}{\sqrt{3}}$	zul $\sigma_{Dz(x)}$ nach W 0
Schweißnaht	$\text{zul } \tau_{D(x)} = \frac{\text{zul } \sigma_{Dz(x)}}{\sqrt{2}}$	zul $\sigma_{Dz(x)}$ nach K 0
Niete und Paßschrauben mehrschnittig	$\text{zul } \tau_{aD(x)} = 0{,}8 \cdot \text{zul } \sigma_{Dz(x)}$ $\text{zul } \sigma_{lD(x)} = 2{,}0 \cdot \text{zul } \sigma_{Dz(x)}$	zul $\sigma_{Dz(x)}$ nach W 2
Niete und Paßschrauben einschnittig (ungestützt)	$\text{zul } \tau_{aD(x)} = 0{,}6 \cdot \text{zul } \sigma_{Dz(x)}$ $\text{zul } \sigma_{lD(x)} = 1{,}5 \cdot \text{zul } \sigma_{Dz(x)}$	zul $\sigma_{Dz(x)}$ nach W 2

7.4.5. Zusammengesetzte Spannungen

Bei zusammengesetzten Spannungen muß außerdem unter Beachtung der Vorzeichen und der jeweiligen Grenzspannungsverhältnisse für Bauteil oder Schweißnaht oder für beide die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\left(\frac{\sigma_x}{\text{zul } \sigma_{xD}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{\text{zul } \sigma_{yD}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_x \cdot \sigma_y}{|\text{zul } \sigma_{xD}| \cdot |\text{zul } \sigma_{yD}|}\right) + \left(\frac{\tau}{\text{zul } \tau_D}\right)^2 \leq 1{,}1$$

Dabei bedeuten:

σ_x, σ_y rechnerische Normalspannung in x- und y-Richtung

$\left.\begin{matrix}\text{zul } \sigma_{xD} \\ \text{zul } \sigma_{yD}\end{matrix}\right\}$ der Spannung σ_x und σ_y entsprechende zulässige Normalspannung

$\left.\begin{matrix}|\text{zul } \sigma_{xD}| \\ |\text{zul } \sigma_{yD}|\end{matrix}\right\}$ Betrag von zul σ_{xD} und zul σ_{yD}

τ rechnerische Schubspannung

zul τ_D der Spannung τ entsprechende zulässige Schubspannung

Wenn sich aus den einander zugeordneten Spannungen σ_x, σ_y und τ der für die obige Bedingung ungünstigste Fall nicht erkennen läßt, müssen die Nachweise getrennt für die Fälle max. σ_x, max. σ_y, max. τ mit den zugeordneten, hierfür ungünstigsten Spannungen geführt werden.

7.5. Standsicherheitsnachweis

Die Standsicherheit und die Sicherheit gegen Abtreiben durch Wind sind nach DIN 15019 Teil 1 bzw. Teil 2 nachzuweisen.

8. Halte- und Abspannseile

Halte- und Abspannseile sind Drahtseile, die nicht über Rollen oder Trommeln geführt sind und nicht von Rollen befahren werden.

Die Festigkeit solcher Seile ohne örtliche Querbelastung, z. B. über Schellen oder Sättel, hängt u. a. von Aufbau, Durchmesser und Befestigung dieser Seile ab.

Der Allgemeine Spannungsnachweis ist für die Lastfälle HZ und HS zu führen. Der Betriebsfestigkeitsnachweis entsprechend Abschnitt 7.4 ist für die Lastfälle H und nur für solche Seile zu führen, die für den ständigen Verbleib als Bauteil im Krantragwerk vorgesehen sind.

Die zulässigen Spannungen im metallischen Querschnitt von Drahtseilen aus Einzeldrähten von Nennfestigkeit $\sigma_z = 1570$ N/mm² sind beim Allgemeinen Spannungsnachweis für alle Lastfälle HZ mit zul $\sigma_z = 450$ N/mm² festgelegt; beim Betriebsfestigkeitsnachweis je nach Drahtseildurchmesser und Beanspruchungsgruppe in Tabelle 20 angegeben und in den Bildern 10 und 11 dargestellt.

Werden Einzeldrähte von Nennfestigkeit über 1570 N/mm² angewandt, dann ist proportionale Steigerung der zulässigen Spannungen nicht zulässig. Die Erhöhung der zulässigen Spannungen ist zu begründen.

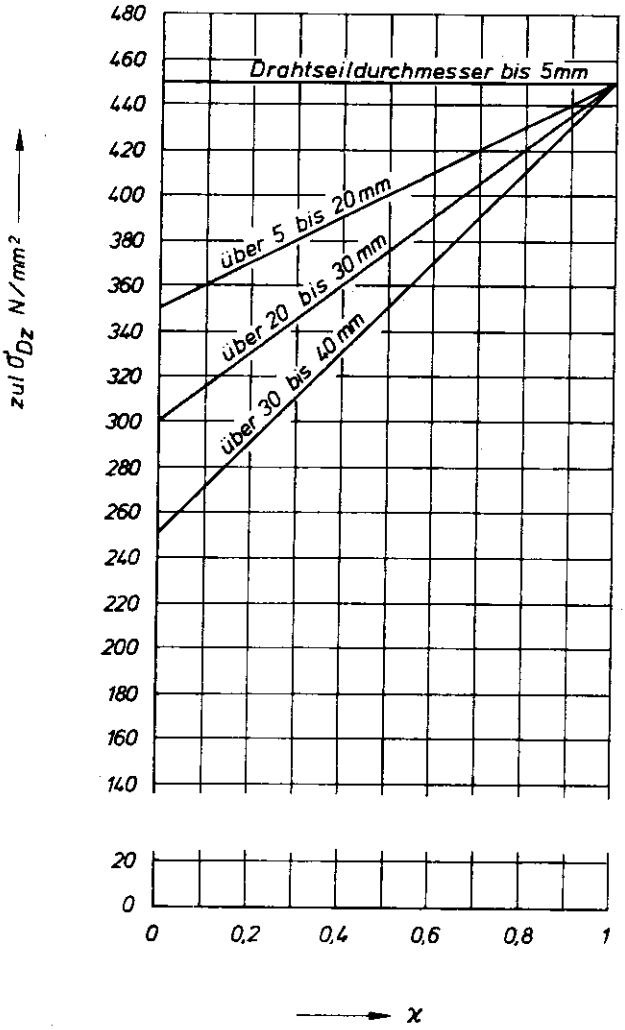


Bild 10. Zulässige Spannungen bei Beanspruchungsgruppen B 1, B 2 und B 3

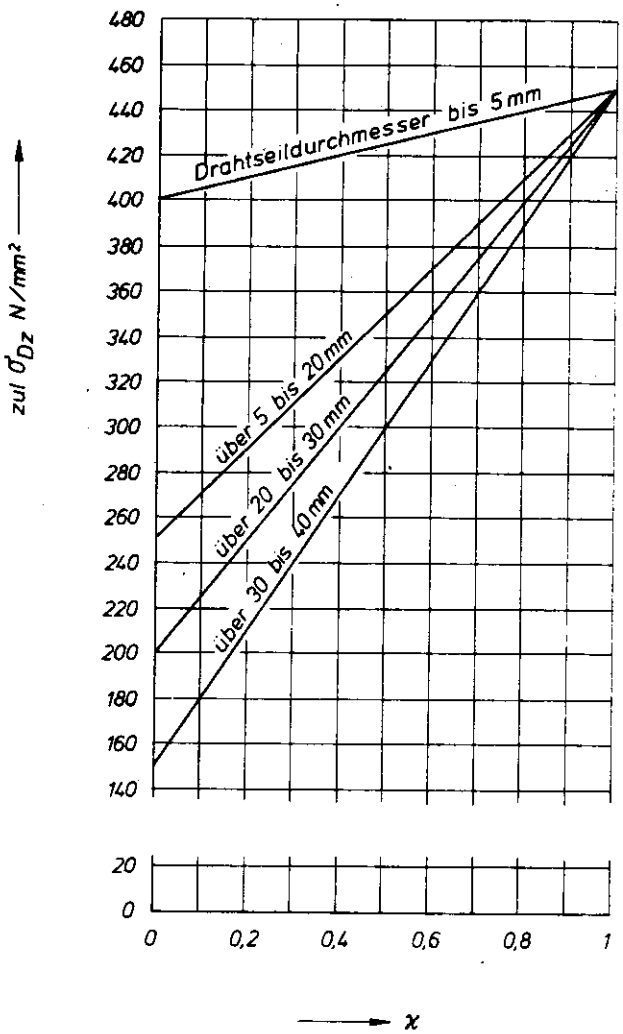


Bild 11. Zulässige Spannungen bei Beanspruchungsgruppen B 4, B 5 und B 6

Tabelle 20. **Zulässige Spannungen für Halte- und Abspannseile aus Einzeldrähten von Nennfestigkeit 1570 N/mm² beim Betriebsfestigkeitsnachweis**

Drahtseildurchmesser mm	Zulässige Spannung zul σ_{Dz} in N/mm² bei Beanspruchungsgruppe	
	B 1, B 2 und B 3	B 4, B 5 und B 6
bis 5	450	400 + 50 · $\varkappa$
über 5 bis 20	350 + 100 · $\varkappa$	250 + 200 · $\varkappa$
über 20 bis 30	300 + 150 · $\varkappa$	200 + 250 · $\varkappa$
über 30 bis 40	250 + 200 · $\varkappa$	150 + 300 · $\varkappa$

Alle zulässigen Spannungen gelten für Litzenseile und bis auf weiteres auch für verschlossene Seile und Spiralseile; sie dürfen ausgenutzt werden bei Seilbefestigungen durch

Vergießen oder Befestigung an Pollern	bis 100 %
Preßklemmen	bis 90 % **)
Seilschloß oder Spleißen	bis 80 %
Seilklemmen (z. B. nach DIN 741)	bis 40 %

Der Elastizitätsmodul hängt von der Seilkonstruktion ab und wächst mit Häufigkeit und Wert der Seilzugkraft; er darf für ausgereckte Seile angenommen werden bei

Litzenseilen mit Hanfseele	zu 0,9 bis 1,2 · 10^7 N/cm²
Litzenseilen mit Stahlseele	zu 1,0 bis 1,3 · 10^7 N/cm²
Spiralseilen und verschlossenen Seilen	zu 1,4 bis 1,7 · 10^7 N/cm²

9. Zug auf vorgespannte Schrauben

9.1. Allgemeines

Für Schraubverbindungen — Schrauben, Muttern und Scheiben ohne Nachbehandlung (unverzinkt, unverkadmet) nach DIN 6914 bis DIN 6918 der Güte 10.9 —, die gegen ebene, parallele, gegebenenfalls bearbeitete massive Stahlplatten nach Tabelle 21 mit einer Abweichung von höchstens ± 10 % vorgespannt sind und die eine Zugkraft Z übertragen sollen, sind für die maßgebenden Lastfälle H, HZ und HS nach Tabelle 7 die Nachweise nach Abschnitt 9.2 zu führen.

**) Die zulässigen Spannungen dürfen nur dann in diesen Werten ausgenutzt werden, wenn die Preßklemmen und die Art ihrer Anbringung dies auch zulassen.

Tabelle 21. **Vorspannkräfte und Anziehmomente für HV-Schrauben (DIN 6914 bis DIN 6918) der Güte 10.9**

Schraubendurchmesser	Vorspannkraft in N P_v	Anziehmoment in Ncm M_a
M 16	93 300	28 400
M 20	145 600	55 400
M 22	180 100	76 200
M 24	209 800	95 800
M 27	272 800	142 000

Das bei Verwendung von Drehmomentenschlüsseln zur Erzielung der Vorspannkraft aufzubringende Anziehmoment verursacht eine aus Zug und Torsion zusammengesetzte rechnerische Beanspruchung von 90 % der Mindeststreckgrenze ($\sigma_{0,2}$ = 90 000 N/cm²). Allen Berechnungen ist die jeweils ungünstigere der beiden Grenzreibzahlen $\mu = 0{,}14$ oder $\mu = 0{,}18$ zugrunde gelegt [2]).

9.2. Allgemeiner Spannungsnachweis

Die aufzunehmende Zugkraft in den Lastfällen H, HZ und HS nach Tabelle 7 darf nicht größer sein als die zulässigen Zugkräfte zul Z_1 oder zul Z_2:

$$\text{zul } Z_1 = \frac{S_1}{\Phi} \text{ oder zul } Z_2 = \frac{S_2}{1 - \Phi}$$

Hierin bedeuten:

S_1 Schraubenlängskraft nach Tabelle 22, die den Spannungszustand der nach Tabelle 21 vorgespannten Schraube bei ν-facher Zugkraft gerade bis zum Erreichen der Mindeststreckgrenze erhöht.

S_2 Schraubenlängskraft nach Tabelle 22, die die Flächenpressung der nach Tabelle 21 vorgespannten Schraube bei ν-facher Zugkraft gerade aufhebt; die Fuge beginnt zu klaffen. Dieser Nachweis wird erst maßgebend für $\Phi < \Phi_0 = 0{,}2038$.

Φ Verspannungsfaktor [3]) nach Bild 12, der von der Klemmlänge l_k und dem Nenndurchmesser d der Schraube abhängt.

Tabelle 22. **Schraubenlängskräfte S_1 und S_2 in N**

Schraubendurchmesser d	Lastfall H		Lastfall HZ		Lastfall HS	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
M 16	10 000	39 000	11 400	44 450	12 650	49 400
M 20	15 600	60 850	17 750	69 350	19 750	77 050
M 22	19 250	75 250	21 950	85 750	24 400	95 300
M 24	22 450	87 650	25 600	99 950	28 450	111 050
M 27	29 200	114 000	33 250	129 950	36 950	144 350
Sicherheit	1,71		1,50		1,35	

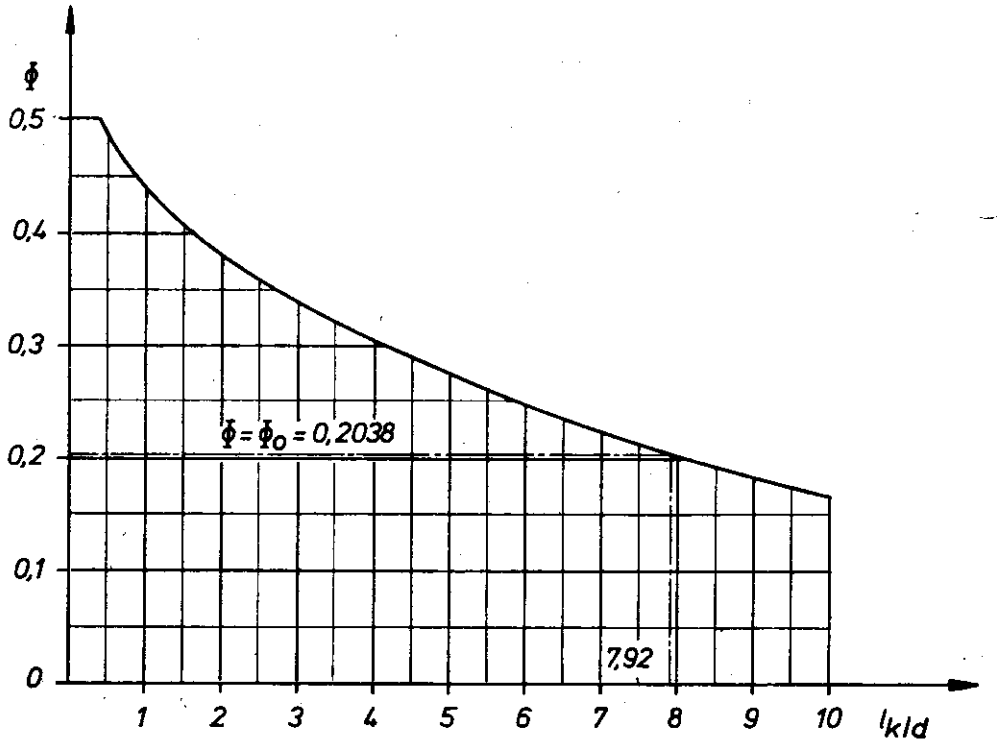


Bild 12.
Verspannungsfaktor Φ für massive Stahlplatten und Sechskantschrauben nach DIN 6914, Sechskantmuttern nach DIN 6915, Scheiben nach DIN 6916 und Vierkantscheiben nach DIN 6917 und DIN 6918

[2]) Neue Wege einer systematischen Schraubenberechnung, G. Junker, D. Blume — Wissenschaftliche Veröffentlichung der Firma Bauer und Schaurte, Neuß/Rhein, Michael Triltsch Verlag, Düsseldorf, 1965.

[3]) Fritsche, Grundlagen einer genauen Berechnung statisch und dynamisch beanspruchter Schraubenverbindungen, Diss. TU Berlin 1962.

9.3. Betriebsfestigkeitsnachweis

Schraubverbindungen, die den Bedingungen nach den Abschnitten 9.1 und 9.2 genügen, erfüllen bei einer rechnerischen Sicherheit von 1,33 für die auftretenden und zulässigen Zugkräfte den Betriebsfestigkeitsnachweis.

10. Tabellen

10.1. Beispiele für Einstufung von Kranarten in Hubklassen und Beanspruchungsgruppen

Tabelle 23. **Hubklassen (Abschnitt 4.1.4.2) und Beanspruchungsgruppen (Abschnitt 7.4.2)**

Lfd. Nr	Kranart		Hub-klassen	Beanspru-chungs-gruppen
1	Handkrane		H 1	B 1, B 2
2	Montagekrane		H 1, H 2	B 1, B 2
3	Maschinenhauskrane		H 1	B 2, B 3
4	Lagerkrane	unterbrochener Betrieb	H 2	B 4
5	Lagerkrane, Traversenkrane, Schrottplatzkrane	Dauerbetrieb	H 3, H 4	B 5, B 6
6	Werkstattkrane		H 2, H 3	B 3, B 4
7	Brückenkrane, Fallwerkkrane	Greifer- oder Magnetbetrieb	H 3, H 4	B 5, B 6
8	Gießkrane		H 2, H 3	B 5, B 6
9	Tiefofenkrane		H 3, H 4	B 6
10	Stripperkrane, Chargierkrane		H 4	B 6
11	Schmiedekrane		H 4	B 5, B 6
12	Verladebrücken, Halbportalkrane, Vollportalkrane mit Laufkatze oder Drehkran	Hakenbetrieb	H 2	B 4, B 5
13	Verladebrücken, Halbportalkrane, Vollportalkrane mit Laufkatze oder Drehkran	Greifer- oder Magnetbetrieb	H 3, H 4	B 5, B 6
14	Fahrbare Bandbrücken mit fest eingebautem oder verschiebbarem Band (Bändern)		H 1	B 3, B 4
15	Dockkrane, Hellingkrane, Ausrüstungskrane	Hakenbetrieb	H 2	B 3, B 4
16	Hafenkrane, Drehkrane, Schwimmkrane, Wippdrehkrane	Hakenbetrieb	H 2	B 4, B 5
17	Hafenkrane, Drehkrane, Schwimmkrane, Wippdrehkrane	Greifer- oder Magnetbetrieb	H 3, H 4	B 5, B 6
18	Schwerlast-Schwimmkrane, Bockkrane		H 1	B 2, B 3
19	Bordkrane	Hakenbetrieb	H 2	B 3, B 4
20	Bordkrane	Greifer- oder Magnetbetrieb	H 3, H 4	B 4, B 5
21	Turmdrehkrane für den Baubetrieb		H 1	B 3
22	Montagekrane, Derrickkrane	Hakenbetrieb	H 1, H 2	B 2, B 3
23	Schienendrehkrane	Hakenbetrieb	H 2	B 3, B 4
24	Schienendrehkrane	Greifer- oder Magnetbetrieb	H 3, H 4	B 4, B 5
25	Eisenbahnkrane, in Zügen zugelassene		H 2	B 4
26	Autokrane, Mobilkrane	Hakenbetrieb	H 2	B 3, B 4
27	Autokrane, Mobilkrane	Greifer- oder Magnetbetrieb	H 3, H 4	B 4, B 5
28	Auto-Schwerlastkrane, Mobil-Schwerlastkrane		H 1	B 1, B 2

Mit 2 verschiedenen Nutzlasten und abweichenden Bedingungen berechnete Krane dürfen auf Verlangen des Kranbetreibers getrennt eingestuft werden. Die größere Nutzlast wird als „Ausnahmelast" bezeichnet; sie soll bei der äußeren Kennzeichnung des Kranes nicht angegeben werden.

10.2. Schweißnähte

Neben den Schweißnähten mit den Anforderungen entsprechend den Güteklassen nach DIN 8563 Blatt 1 sind in dieser Norm Schweißnähte mit weitergehenden Güteeigenschaften in Tabelle 24 festgelegt.

Tabelle 24. **Schweißnähte mit besonderen Güteeigenschaften**

Nahtart	Nahtgüte	Nahtausführung	Sinnbild Beispiele	Prüfung auf fehlerfreie Ausführung: Prüfverfahren	Kurzzeichen
Stumpfnaht	Sondergüte	Wurzel ausgeräumt, Kapplage gegengeschweißt, blecheben in Spannungsrichtung bearbeitet, keine Endkrater		Zerstörungsfreie Prüfung der Naht auf 100 % der Nahtlänge, z. B. Durchstrahlung	P 100
	Normalgüte	Wurzel ausgeräumt, Kapplage gegengeschweißt, keine Endkrater		Wie bei Sondergüte, jedoch nur bei Zug (nach Abschnitt 7.2) mit max. $\sigma_z \geqq 0{,}8 \cdot \text{zul}\,\sigma_z$ im Zugschwellbereich (nach Abschnitt 7.4) mit max. $\sigma_z \geqq 0{,}8 \cdot \text{zul}\,\sigma_{zD}$ im Wechselbereich (nach Abschnitt 7.4) mit max. $\sigma_z \geqq 0{,}8 \cdot \text{zul}\,\sigma_{zD}$ oder max. $\sigma_d \geqq 0{,}8 \cdot \text{zul}\,\sigma_{dD}$	P 100
				Zerstörungsfreie Prüfung der wichtigsten übrigen Nähte in Stichproben auf mindestens 10 % der Nahtlänge jedes Schweißers, z. B. Durchstrahlung	P
K-Naht mit Doppelkehlnaht	Sondergüte	Wurzel ausgeräumt, durchgeschweißt, Nahtübergang kerbfrei, erforderlichenfalls bearbeitet		Zerstörungsfreie Prüfung des quer zu seiner Ebene auf Zug beanspruchten Bleches auf Doppelung und Gefügestörung im Nahtbereich, z. B. Durchschallung	D
	Normalgüte	Breite der Restfuge an der Wurzel bis 3 mm oder bis 0,2 mal Dicke des angeschweißten Teiles. Der kleinere Wert ist maßgebend.			
Kehlnaht	Sondergüte	Nahtübergang kerbfrei, erforderlichenfalls bearbeitet			
	Normalgüte	—			

Zur Vereinfachung des Textes in den Tabellen 25 bis 32 gilt die Angabe Kehlnaht in der Spalte „Beschreibung und Darstellung" auch für die Doppelkehlnaht, wenn beide Sinnbilder angegeben sind. Ist für einen Kerbfall Doppelkehlnaht erforderlich, dann ist dies in den Spalten „Beschreibung und Darstellung" sowie „Sinnbild" angegeben.

In den Tabellen 25 bis 32 ist in der Spalte „Beschreibung und Darstellung" durch S p e r r u n g angegeben, ob die Schweißnaht, das durch die Schweißung beeinflußte durchlaufende Teil oder beide in den jeweiligen Kerbfall eingestuft sind. Hieraus ergeben sich für Schweißnaht oder Teil ggf. Einstufungen in unterschiedliche Kerbfälle.

10.3. Beispiele für Einordnung gebräuchlicher Bauformen in Kerbfälle

Tabelle 25. **Kerbfall W 0**

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
W 01	Ungelochte Teile mit normaler Oberflächenbeschaffenheit, wenn Kerbwirkungen nicht vorhanden sind oder bei der Spannungsermittlung berücksichtigt werden. Brenngeschnittene Flächen müssen die vereinbarte Güte mindestens nach Kurzzeichen 1111 nach DIN 2310 Blatt 1 haben.		—

Tabelle 26. **Kerbfall W 1**

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
W 11	Teile mit brenngeschnittenen Flächen mit der vereinbarten Güte mindestens nach Kurzzeichen 2223 nach DIN 2310 Blatt 1.		—
W 12	Gelochte Teile auch mit Nieten und Schrauben, bei Beanspruchung der Niete und Schrauben bis höchstens 20%, bei Beanspruchung von GV-Verbindungen bis 100% der zulässigen Werte.		—

Tabelle 27. **Kerbfall W 2**

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
W 21	Gelochte Teile bei zweischnittigem Niet- oder Schraubenanschluß.		—
W 22	Gelochte Teile bei einschnittigem, aber gestütztem Niet- oder Schraubenanschluß		—
W 23	Gelochte Teile bei einschnittigem, aber nicht gestütztem Niet- oder Schraubenanschluß mit Nachweis der außermittigen Kraftwirkungen		—

Tabelle 28. **Kerbfall K 0 — geringe Kerbwirkung**

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
011	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile		P 100 P 100
012	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge ≦ 1 : 4, gestützt, oder mit symmetrischem Stoß und Schrägen ≦ 1 : 3	Neigung≦1:4 Neigung≦1:3	P 100 P 100

-DIN 15 018 Blatt 1

Tabelle 28. **Kerbfall K 0 — geringe Kerbwirkung** (Fortsetzung)

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
013	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung eingeschweißtes Knotenblech		P 100 P 100
014	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer verbundene Stegbleche		P 100 P 100
021	Mit Stumpfnaht-Normalgüte längs zur Kraftrichtung verbundene Teile		P oder P 100 P oder P 100
022	Mit Stumpfnaht-Normalgüte verbundene Stegbleche und Gurtprofile aus Form- oder Stabstählen, außer Flachstahl		P oder P 100 P oder P 100
023	Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht längs zur Kraftrichtung verbundene Teile		

Tabelle 29. **Kerbfall K 1 — mäßige Kerbwirkung**

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
111	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile		P oder P 100 P oder P 100
112	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge ≦ 1 : 4, gestützt, oder mit symmetrischem Stoß und Schrägen ≦ 1 : 3	Neigung≦1:4 Neigung≦1:4 Neigung≦1:3	P oder P 100 P oder P 100
113	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung eingeschweißtes Knotenblech		P oder P 100 P oder P 100

Tabelle 29. **Kerbfall K 1 — mäßige Kerbwirkung** (Fortsetzung)

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
114	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer verbundene Stegbleche		P oder P 100 P oder P 100
121	Mit Stumpfnaht-Normalgüte längs zur Kraftrichtung verbundene Teile		
123	Mit Kehlnaht-Normalgüte längs zur Kraftrichtung verbundene Teile		
131	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Teile mit durchlaufender K-Naht mit Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind		
132	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Scheiben mit K-Naht mit Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind		
133	Druckgurte und Stegbleche, an die Querschotte oder Steifen mit abgeschnittenen Ecken mit Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind. Die Einstufung in den Kerbfall gilt nur für den Bereich der Doppelkehlnähte.	zul σ_{Dz}	
154	Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht-Sondergüte verbundene Steg- und gekrümmte Gurtbleche		

Tabelle 30. **Kerbfall K 2 — mittlere Kerbwirkung**

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
211	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile aus Formstahl oder Stabstahl, außer Flachstahl		P 100 P 100

Tabelle 30. **Kerbfall K 2 — mittlere Kerbwirkung** (Fortsetzung)

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
212	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge ≦ 1 : 3, gestützt, oder mit symmetrischem Stoß und Schrägen ≦ 1 : 2	Neigung≦1:3 Neigung≦1:2	P oder P 100 P oder P 100
213	Stumpfnaht-Sondergüte und durchlaufendes Teil, beide quer zur Kraftrichtung, an Kreuzungsstellen von Gurtblechen mit angeschweißten Blechecken. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.		P 100 P 100
214	Mit Stumpfnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung an Knotenbleche angeschweißte Teile		P 100 P 100
231	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Teile mit durchlaufender Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind.		
232	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Scheiben mit Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind.		
233	Gurt- und Stegbleche, an die quer zur Kraftrichtung Querschotte oder Steifen mit abgeschnittenen Ecken mit Doppelkehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind.		
241	Durchlaufendes Teil, an dessen Kante an den Enden abgeschrägte oder ausgerundete Teile längs zur Kraftrichtung mit Stumpfnaht-Normalgüte angeschweißt sind. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.	≧ 50r ≦ 60°	
242	Durchlaufendes Teil, auf das an den Enden abgeschrägte oder ausgerundete Teile oder Steifen längs zur Kraftrichtung angeschweißt sind. Die Endnähte sind im Bereich ≧ 5 · t in K-Naht- mit Doppelkehlnaht-Sondergüte ausgeführt.	R50 ≦ 60° ≧ 5t ≧ 5t	nur Endnähte

Tabelle 30. **Kerbfall K 2 — mittlere Kerbwirkung** (Fortsetzung)

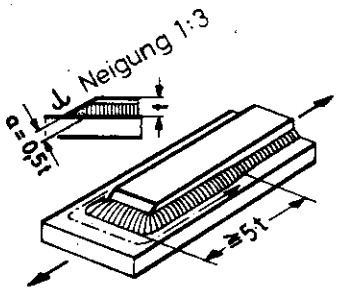
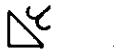
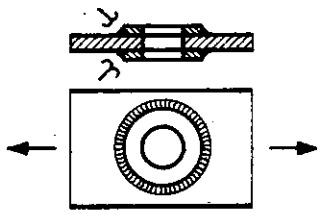
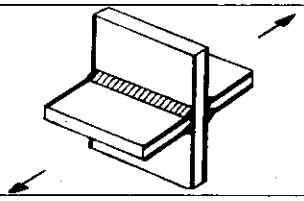
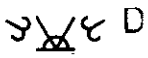
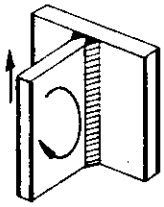
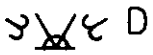
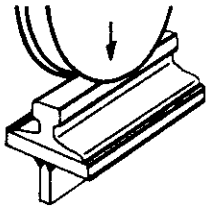
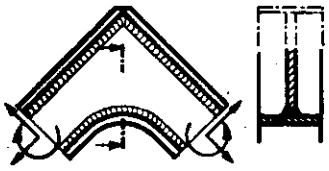
Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
244	Durchlaufendes Teil, auf das eine am Ende mit Neigung $\leq 1:3$ abgeschrägtes Gurtblech aufgeschweißt ist. Die Endnaht ist im gekennzeichneten Bereich $\geq 5 \cdot t$ in Kehlnaht-Sondergüte mit $a = 0{,}5 \cdot t$ ausgeführt.		 nur Endnaht
245	Durchlaufendes Teil, auf das Naben mit Kehlnaht-Sondergüte aufgeschweißt sind.		
251	Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht-Sondergüte quer zur Kraftrichtung durch Kreuzstoß verbundene Teile		
252	Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht-Sondergüte in Anschlüssen mit Biegung und Schub		
253	Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht-Sondergüte zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten in Stegebene quer zur Naht		
254	Mit K-Naht mit Doppelkehlnaht-Normalgüte verbundene Steg- und gekrümmte Gurtbleche		

Tabelle 31. **Kerbfall K 3 — starke Kerbwirkung**

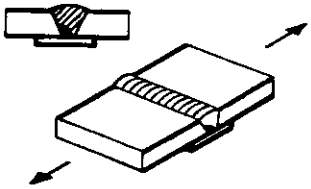
311	Mit einseitig auf Wurzelunterlage geschweißter Stumpfnaht quer zur Kraftrichtung verbundene Teile		

Tabelle 31. **Kerbfall K 3 — starke Kerbwirkung** (Fortsetzung)

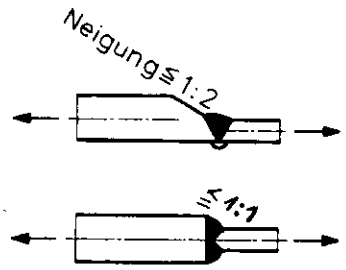
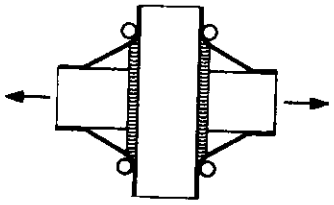
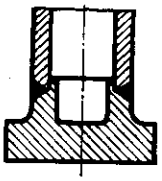
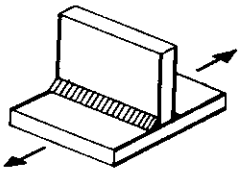
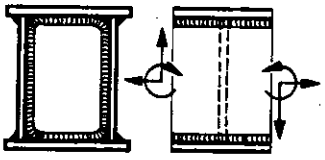
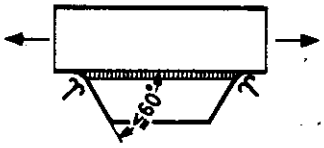
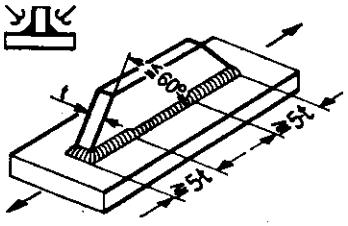
Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
312	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß und Schräge $\leqq 1:2$, gestützt, oder mit symmetrischem Stoß und Schrägen $\leqq 1:1$.		P oder P 100 P oder P 100
313	Stumpfnaht-Normalgüte und durchlaufendes Teil, beide quer zur Kraftrichtung, an Kreuzungsstellen von Gurtblechen mit angeschweißten Blechecken. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.		P oder P 100 P oder P 100
314	Mit hinterlegter, nicht gegengeschweißter Stumpfnaht verbundene Rohre.		
331	Durchlaufendes Teil, an das quer zur Kraftrichtung Teile mit Doppelkehlnaht-Normalgüte angeschweißt sind.		
333	Gurt- und Stegbleche, an die quer zur Kraftrichtung Querschotte oder Steifen mit ununterbrochener Doppelkehlnaht-Normalgüte angeschweißt sind. Die Einstufung in den Kerbfall gilt nur für den Bereich der Kehlnähte.		
341	Durchlaufendes Teil, an dessen Kante an den Enden abgeschrägte Teile längs zur Kraftrichtung mit Kehlnaht-Sondergüte angeschweißt sind. Nahtenden kerbfrei bearbeitet.		
342	Durchlaufendes Teil, auf das an den Enden abgeschrägte Teile oder Steifen längs zur Kraftrichtung angeschweißt sind. Die Endnähte sind im Bereich $\geqq 5 \cdot t$ in Doppelkehlnaht-Sondergüte ausgeführt.		nur Endnaht

Tabelle 31. **Kerbfall K 3 — starke Kerbwirkung** (Fortsetzung)

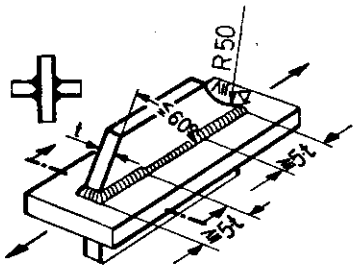
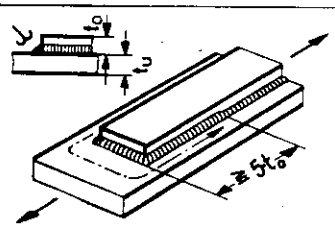
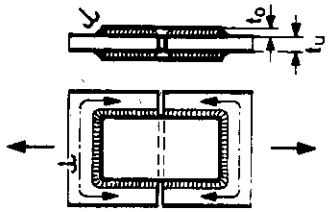
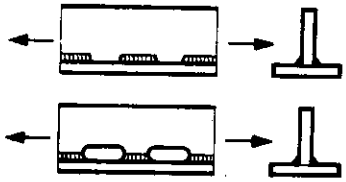
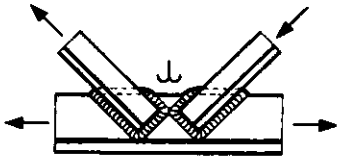
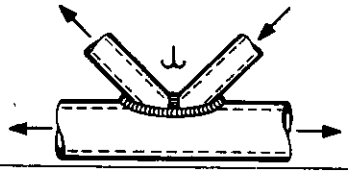
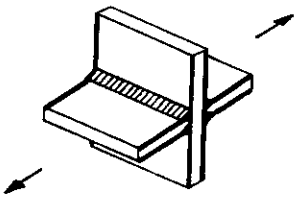
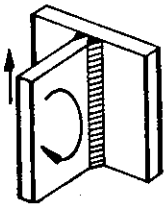
Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
343	Durchlaufendes Teil, durch das ein an den Enden abgeschrägtes oder ausgerundetes Blech durchgesteckt und verschweißt ist. Die Endnähte sind im Bereich $\geq 5 \cdot t$ als K-Naht mit Doppelkehlnaht ausgeführt und kerbfrei bearbeitet.		nur Endnaht
344	Durchlaufendes Teil, auf das ein Gurtblech mit $t_o \leq 1{,}5 \cdot t_u$ aufgeschweißt ist. Die Endnähte sind im gekennzeichneten Bereich $\geq 5 \cdot t_o$ in Kehlnaht-Sondergüte ausgeführt.		nur Endnaht
345	Teile, an deren Enden Stoßlaschen von $t_o \leq t_u$ mit Kehlnaht-Sondergüte aufgeschweißt sind. Die Endnähte sind im gekennzeichneten Bereich in Kehlnaht-Sondergüte ausgeführt. Bei einseitiger Stoßdeckung ist die außermittige Kraftwirkung zu berücksichtigen.		nur Endnaht
346	Durchlaufendes Teil, an das Längssteifen mit unterbrochener Doppelkehlnaht oder mit Ausschnittsschweißung in Doppelkehlnaht-Normalgüte angeschweißt sind. Die Einstufung in den Kerbfall gilt für die Naht zwischen den Endnähten zum rechnerischen Anschluß der Steifen.		
347	Durchlaufendes Teil, auf das Stäbe aus Form- oder Stabstahl mit ringsumlaufender Kehlnaht-Sondergüte aufgeschweißt sind.		
348	Stäbe aus Rohren, die mit Kehlnaht-Sondergüte verschweißt sind.		
351	Mit K-Naht- mit Doppelkehlnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung durch Kreuzstoß verbundene Teile		D
352	K-Naht- mit Doppelkehlnaht-Normalgüte in Anschlüssen mit Biegung und Schub		D

Tabelle 31. **Kerbfall K 3 — starke Kerbwirkung** (Fortsetzung)

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
353	K-Naht mit Doppelkehlnaht-Normalgüte zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten in Stegebene quer zur Naht		
354	Mit Doppelkehlnaht-Normalgüte verbundenes Stegblech und gekrümmtes Gurtblech		

Tabelle 32. **Kerbfall K 4 — besonders starke Kerbwirkung**

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
412	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung außermittig verbundene Teile verschiedener Dicken mit unsymmetrischem Stoß ohne Schräge, gestützt.	≤ 10 ≥ 3	P P
413	Mit Stumpfnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung verbundene Teile an Kreuzungsstellen von Gurtblechen		P P
414	Mit 2 Kehlnähten oder mit HV-Naht mit Kehlnaht verbundene Flansche und Rohre		
433	Gurt- und Stegbleche, an die Querschotte mit ununterbrochener einseitiger Kehlnaht-Normalgüte quer zur Kraftrichtung angeschweißt sind.		
441	Durchlaufendes Teil, an dessen Kante längs zur Kraftrichtung rechtwinklig endende Teile angeschweißt sind.		
442	Durchlaufendes Teil, auf das rechtwinklig endende Teile oder Steifen längs zur Kraftrichtung mit Doppelkehlnaht-Normalgüte aufgeschweißt sind.		

Tabelle 32. **Kerbfall K 4 — besonders starke Kerbwirkung** (Fortsetzung)

Ordnungs-Nr	Beschreibung und Darstellung		Sinnbild
443	Durchlaufendes Teil, durch das ein rechtwinklig endendes Blech durchgesteckt und mit Doppelkehlnaht-Normalgüte angeschweißt ist.		
444	Durchlaufendes Teil, auf das ein Gurtblech mit Kehlnaht aufgeschweißt ist.		
445	Aufeinanderliegende Teile mit Löchern oder Schlitzen, die in diesen mit Kehlnaht verschweißt sind.		
446	Durchlaufende Teile, zwischen denen Bindebleche mit Kehlnaht-Normalgüte oder Stumpfnaht eingeschweißt sind.		P oder P 100
447	Durchlaufende Teile, auf die Stäbe mit Kehlnaht aufgeschweißt sind.		
448	Stäbe aus Rohren, die mit Kehlnaht verschweißt sind.		
451	Mit Doppelkehlnaht-Normalgüte oder mit einseitigen HV-Nähten mit Kehlnaht auf Wurzelunterlage quer zur Kraftrichtung durch Kreuzstoß verbundene Teile.		D D
452	Mit Doppelkehlnaht-Normalgüte in Anschlüssen mit Biegung und Schub		D
453	Doppelkehlnaht-Normalgüte zwischen Gurt und Steg bei Angriff von Einzellasten in Stegebene quer zur Naht		

Erläuterungen

Die Norm DIN 120 Blatt 1, Ausgabe November 1936, nebst ihren späteren Nachträgen wurde seinerzeit als Richtlinie der Baupolizei gemeinsam für die stählernen Tragwerke von Kranen und von Kranbahnen eingeführt. Solche Tragwerke müssen bei Berechnung, baulicher Durchbildung und Ausführung den Regeln und ingenieurwissenschaftlichen Erkenntnissen des Stahlbaues genügen. Da Krantragwerke Bestandteile von Maschinen, Kranbahnen hingegen ruhende Bauwerke oder Bestandteile von solchen sind und mithin in beiden Fällen unterschiedliche Bedingungen vorliegen, trennte man bei der Neubearbeitung von DIN 120 Blatt 1 von vornherein die Normen nach ihren Sachgebieten (DIN 15 018 für Krane und DIN 4132 für Kranbahnen); sie unterscheiden sich dort wo erforderlich, z. B. bei den Lastannahmen, stimmen dort überein wo möglich, z. B. beim Betriebsfestigkeitsnachweis der Bauteile und Verbindungen. Bei der Neubearbeitung durch den zuständigen Arbeitsausschuß wurden einerseits die vieljährigen guten Erfahrungen mit DIN 120 Blatt 1 verwertet und andererseits die neuesten gesicherten Erkenntnisse der Forschung berücksichtigt. DIN 120 Beiblatt, Ausgabe November 1944, wird in diesem Zusammenhang ebenso zurückgezogen.

Zweck der neuen Normen ist es, mittels wirklichkeitsnaher Annahmen nach einer hinreichenden Berechnung zu einer wirtschaftlichen Ausführung unter voller Wahrung der Sicherheit zu kommen.

In diesen Erläuterungen zu DIN 15 018 Blatt 1 für Krane sollen die Neuerungen und Änderungen gegenüber DIN 120 Blatt 1 behandelt werden.

Alle Regeln dieser Norm sind als Einheit zu betrachten; Vermischung oder Austausch mit DIN 120 Blatt 1 oder anderen Kran-Normen sind unstatthaft. Außerdem müssen bei der Gestaltung der Krantragwerke die „Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung" (DIN 15 018 Blatt 2; z. Z. noch Entwurf) beachtet werden.

Die Benennungen und Bezeichnungen richten sich nach DIN 1080 (Zeichen für statische Berechnung im Bauingenieurwesen), wodurch Einheitlichkeit und bessere Verständlichkeit erreicht wird. Hiernach werden z. B. alle äußeren, also jeweils einsinnig angreifende Kräfte als „Lasten", alle inneren, also zweisinnig an den Ufern von Schnitten wirkenden Kraftgrößen als „Schnittgrößen" bezeichnet; zu merken ist somit, daß „Last" stets ein allgemeiner, umfassender Begriff ist und nicht — wie früher — eine Nutzlast oder Hublast oder Verkehrslast allein bezeichnet.

Allgemein stellt die Norm DIN 15 018, wie alle neueren derartigen Berechnungsgrundsätze, kein Lehr- oder Rezeptbuch für die Bemessung von Tragwerken dar. Sie gibt vielmehr nur allgemeingültig formulierte Regeln für die Lastannahmen, die Lastfälle und die erforderlichen Nachweise an. Ihre erfolgreiche Anwendung setzt ein gutes Verständnis für die Zusammenhänge zwischen der Betriebsweise und der Berechnung von Kranen, sowie ein umfassendes ingenieurwissenschaftliches Können in Mechanik und vertiefte Einsichten in das Werkstoffverhalten und die Stahlbaufertigung voraus.

Obwohl die Norm nur auf Stahltragwerke ausgerichtet ist, lassen sich ihre Grundsätze auch auf andere Baustoffe, z. B. Leichtmetall, anwenden, wenn die durch den anderen Werkstoff bedingten Einflüsse vollständig und quantitativ zutreffend berücksichtigt werden.

Zu 1. Anwendungsbereich

In den Anwendungsbereich fallen außer Kranen und Kranausrüstungen auch fahrbare Tragwerke mit Stetigförderern, jedoch nicht Kranbahnen, Bagger, Wagenkipper und Bergwerksmaschinen.

Zu 2. Weitere Normen und Richtlinien

Als außerdem zu beachtende Normen und Richtlinien sind solche angegeben, die ohne jeweilige Nennung stets mitgelten, und solche, die nur für den im Text genannten Bezug wichtig sind.

Zu 3. Inhalt der Berechnung

Als Inhalt der Berechnung anzugeben sind die Arbeits- und Betriebsweise, die Zugehörigkeit zu bestimmten Hubklassen und Beanspruchungsgruppen, das angenommene, möglichst wirklichkeitsnahe statische System oder u. U. zweckdienlich vereinfachte, aber zu einem zweifelsfrei sicheren Tragwerk führende statische Tragsystem, die Stahlsorten, die Querschnittswerte und die Spannungs- und Stabilitätsnachweise aller tragenden Bauteile und wesentlichen Verbindungen.

Zu 4. Lastannahmen

Bei den Lastannahmen wurden zur Unterscheidung der einzelnen Lasten neue Gesichtspunkte eingeführt.

Krantragwerke werden im Betrieb von wiederholt angreifenden, zeitlich veränderlichen Lasten beansprucht, die ihrerseits über den Wirkmechanismus von statischem System und Querschnittsform zeitlich veränderliche Spannungen in den Bauteilen und Verbindungen hervorrufen. Die Differenzierung der Lasten in Hauptlasten sowie Zusatz- und Sonderlasten erfolgt zur Darstellung und damit zur Abwehr von gefährlichen Grenzspannungszuständen — Schädigung (H), Erreichen der Fließgrenze oder der Instabilität (H, HZ, HS) —, die durch das Werkstoffverhalten bedingt sind.

Deshalb werden jetzt als Hauptlasten alle jene Lasten behandelt, deren Wirkungen auf die Betriebsfestigkeit von Einfluß sind, d. h. die stets vorhandenen Eigenlasten, die bei jedem Arbeitsspiel wirkenden Hublasten einschließlich ihrer lotrechten Massenkräfte, die Massenkräfte beim Bewegen von Kranen, Kranteilen und Hublasten, ferner die Fliehkräfte beim Drehen.

Alle übrigen Lastwirkungen, wie Windlasten, Kräfte aus Schräglauf, Wärmewirkungen, Schneelasten, Lasten auf Laufstegen usw. sind Zusatzlasten und werden nur beim Allgemeinen Spannungsnachweis und beim Stabilitätsnachweis berücksichtigt. Das gleiche gilt für die Sonderlasten wie Kippkräfte bei Laufkatzen mit Hublastführung, Pufferkräfte und Prüflasten; sie unterliegen besonderen Regeln hinsichtlich ihres Zusammenwirkens mit den anderen Lasten. Mit der Einführung der Sonderlasten soll bewirkt werden, daß das Krantragwerk als wesentlicher Bestandteil des Produktionshilfsmittels Kran auch bei ungewöhnlichen, seltenen, aber im Prinzip unvermeidbaren Ereignissen keinen wesentlichen, den Produktionsablauf behindernden Schaden — bleibende Verformungen usw. — erleidet.

Zu 4.1.4. Lotrechte Massenkräfte

Die lotrechten Massenkräfte werden nach ihren Ursachen unterschieden nach solchen beim Bewegen (Fahren, Drehen, o. ä.) von Kranen oder Kranteilen und solchen beim Heben oder Senken von Hublasten; beide Ursachen führen zu Schwingungen des Tragwerkes, das mithin höher beansprucht wird als durch ruhend angenommene Eigenlasten und Hublasten allein. Diese Spannungserhöhungen werden vereinfacht durch Schwingbeiwerte erfaßt, getrennt nach Eigenlast (φ) und Hublast (ψ), mit denen die lotrecht wirkenden Lasten, Schnittkräfte oder Spannungen hieraus zu vervielfachen sind.

Die Eigenlastbeiwerte (φ) gelten nur für die Eigenlasten des Kranes einschließlich zugehöriger Einrichtungen in Ab-

hängigkeit von der Fahr- oder Umfangsgeschwindigkeit v_F und der Beschaffenheit der Fahrbahn und liegen zwischen 1,1 und 1,2. Bei Geschwindigkeiten über 200 m/min und bei Straßenfahrt können höhere Werte erforderlich werden; sie sind zu begründen und besonders zu vereinbaren.

Finden gleichzeitig mehrere Bewegungen statt, so dürfen zur besseren Anpassung an die Wirklichkeit für die betroffenen einzelnen Baugruppen entsprechend ihren Teileigenlasten und Teilbedingungen verschiedene Eigenlastbeiwerte angewendet werden. Die lotrechten Massenkräfte nur aus Eigenlasten gehen in die Rechnung so ein wie bisher nach DIN 120 Blatt 1.

Die in dieser Norm noch ausschließlich lotrecht wirkend angenommenen Massenkräfte infolge des für diese Betrachtung normalerweise maßgebenden plötzlichen Anhebens von Hublasten hängen ab einerseits von der Federung des Systems, d. h. von der Elastizität der Hubseile und des Krantragwerks, andererseits von der momentanen Hubgeschwindigkeit zu Beginn des Anhebevorganges, die mit der nominalen Hubgeschwindigkeit v_H und der Fahrweise des Kranführers verknüpft ist. Nach Meßergebnissen und nach Erfahrungswerten werden die üblichen Krane in Hubklassen H 1 bis H 4 (Tabelle 22) eingestuft mit Hublastbeiwerten ψ zwischen 1,1 bis 1,3 bei H 1, bis 1,4 bis 2,2 bei H 4 nach Tabelle 2 und Bild 1; mit ihnen sind die Hublasten, die Schnittkräfte oder Spannungen hieraus zu vervielfachen. Mit diesen Beiwerten sollen auch gewisse Unsicherheiten in der Erfassung anderer Einflüsse abgedeckt werden. Wie bei den Eigenlastbeiwerten φ dürfen auch beim Ansatz der Hublastbeiwerte ψ die wirklichen Verhältnisse im Einzelfall dadurch besser erfaßt werden, daß einzelne klar voneinander getrennte Baugruppen bei genauer Kenntnis der Hubbedingungen verschiedenen Hubklassen zugeordnet werden dürfen.

Aus Vorstehendem wird klar, daß dem neuen Hublastbeiwert ψ ein eindeutiger Begriffsinhalt zugeordnet wurde, anders als es bei den bisherigen sogenannten Ausgleichszahlen ψ von DIN 120 Blatt 1 der Fall war; mit ihr sollten sowohl die erhöhten Beanspruchungen infolge von Massenkräften aus Hubbewegungen als auch verminderte Betriebsfestigkeiten der Werkstoffe bei häufig wiederholter, veränderlicher Beanspruchung abgegolten werden. Diese Vermengung zweier voneinander unabhängiger Vorgänge und Eigenschaften ist jetzt beseitigt (siehe Betriebsfestigkeitsnachweis).

Zu 4.1.5. Massenkräfte aus Antrieben

Die Massenkräfte beim Anfahren und Bremsen von Kranbewegungen hängen ursächlich von den bei jedem Arbeitsspiel in gleichem Wert auftretenden motorischen oder bremsenden Drehmomenten der Antriebsmaschine und der Bremse ab. Im allgemeinen sind für beide Vorgänge — Anfahren und Bremsen — bei Beachtung des mechanischen Systems (Massenverteilung, Geschwindigkeitsverhältnisse), der Wirkungsgrade und der sonstigen Bewegungswiderstände die quasistatischen Massenkräfte zu berechnen. Bei Antrieben, z. B. Fahrwerken, wo die Übertragbarkeit von Antriebskräften durch Kraftschluß, z. B. zwischen Laufrad und Schiene begrenzt ist, darf mit einem hierdurch bedingten oberen Grenzwert gerechnet werden; er hängt ab vom Kraftschlußbeiwert ($f = 0{,}20$) und der für die Übertragbarkeit der größtmöglichen Antriebskraft maßgebenden kleinsten Radlast oder Radlasten. Dies gilt deshalb, weil im Hinblick auf die Funktion des Antriebes die Kräfte auch bei ungünstigen Bedingungen, nämlich bei kleinster Radlast oder bei kleinsten Radlasten kraftschlüssig übertragbar sein müssen.

Zur Berücksichtigung der unvermeidbaren Einschwingvorgänge bei plötzlicher Änderung der Antriebskräfte darf, statt einer genaueren dynamischen Berechnung, die Differenz der quasistatischen Kraft vor und nach dem plötzlichen Einwirken der Antriebskräfte mit einem Schwingbeiwert 1,50 vervielfacht werden. Die so ermittelten Massenkraftwirkungen sind in voller Übereinstimmung mit den Systemen von Tragwerk und Triebwerk zu stützen; für die Verteilung der Reaktionen auf die einzelnen Laufräder und die dabei auftretenden Seitenkräfte werden in der Norm beispielhaft Regeln angegeben. Nachträgliche Änderungen der Antriebe bedeuten für das Tragwerk eine Änderung der Lastannahmen und erfordern stets eine Neuberechnung.

Werden bei weitgespannten Kranen mechanische unabhängige Fahrwerke mit elektrischer Geradlaufregelung und/oder Schrägfahrsicherung verwendet, muß die dynamische Wirkung der betrieblichen und im Notfall zulässigen Regelabweichung (siehe DIN 19226) — elastischer Vorlauf — in der Berechnung berücksichtigt werden.

Zu 4.1.6. Fliehkräfte

Fliehkräfte müssen nunmehr bei Drehkranen berücksichtigt werden.

Zu 4.1.7. Aufprall von Schüttgut

Die durch Aufprall von Schüttgut entstehenden, kurzzeitig wirkenden Kräfte brauchen als örtliche Lasten nur für die unmittelbar betroffenen tragenden Teile beachtet, aber nicht bis zu den Lagerstellen und Laufrädern verfolgt zu werden.

Zu 4.2. Zusatzlasten

Zu den oben schon erwähnten Zusatzlasten gehören außer den Windlasten nach DIN 1055 Blatt 4, Wärmewirkungen, Schneelasten nach DIN 1055 Blatt 5 und Lasten auf Laufstegen, Treppen usw. als wesentliche Neuerung die Kräfte aus Schräglauf.

Zu 4.2.1. Windlasten

Der rechnerische Staudruck im Betrieb $q = 250\ N/m^2$ (25 kp je m²) und die nach DIN 1055 Blatt 4 einzusetzenden rechnerischen Staudrücke außer Betrieb beinhalten die Staudruckspitzen (Boen) und deren dynamische Wirkung auf das Tragwerk. Der diesen Windzuständen entsprechende mittlere Staudruck ist wesentlich kleiner.

Der rechnerische Staudruck im Betrieb entspricht einem Windzustand, bei dem im Normalfall das Bewegen von Lasten mit dem Kran noch gerade möglich ist. Dementsprechend gibt es besondere Fälle, in denen es sinnvoll sein kann, einen größeren oder kleineren rechnerischen Staudruck im Betrieb für die Berechnung festzulegen. Es muß jedoch immer sichergestellt sein, daß der Betrieb eingestellt wird, bei Annäherung eines Windzustandes, der dem gewählten rechnerischen Staudruck im Betrieb entspricht.

Abweichende Festlegungen im obigen Sinne können beispielsweise sinnvoll sein für Krane an der See, um den Zeitpunkt der Außerbetriebnahme bei den häufiger aufkommenden Windzuständen des Normalfalles hinauszuschieben oder für beispielsweise Fahrzeug- und Turmdrehkrane, um die Tragfähigkeit bei Windzuständen unterhalb des Normalfalles besser ausnutzen zu können. Diese sinnfällige Auslegung des rechnerischen Staudruckes im Betrieb entspricht der Auffassung des ISO/TC 96/SC 1; dort wurde als untere/obere Grenze des rechnerischen Staudruckes im Betrieb für die Berechnung der Stahltragwerke vorgeschlagen: 100/500 N/m² (10/50 kp/m²). Selbstverständlich muß, wenn ein von der Norm abweichender Staudruck gewählt wird, dieser sowohl in der Berechnung (nach DIN 15018 Blatt 1) als auch in der Festlegung der Standsicherheit (nach DIN 15019 Teil 1 bzw. Teil 2) berücksichtigt werden.

Zu 4.2.2. Kräfte aus Schräglauf

Die hier behandelten Kräfte aus Schräglauf entstehen, wenn die resultierende Rollrichtung des fahrenden Kranes mit der Richtung der Kranschiene nicht übereinstimmt und die vorderen formschlüssigen Führungsmittel zum Anliegen kom-

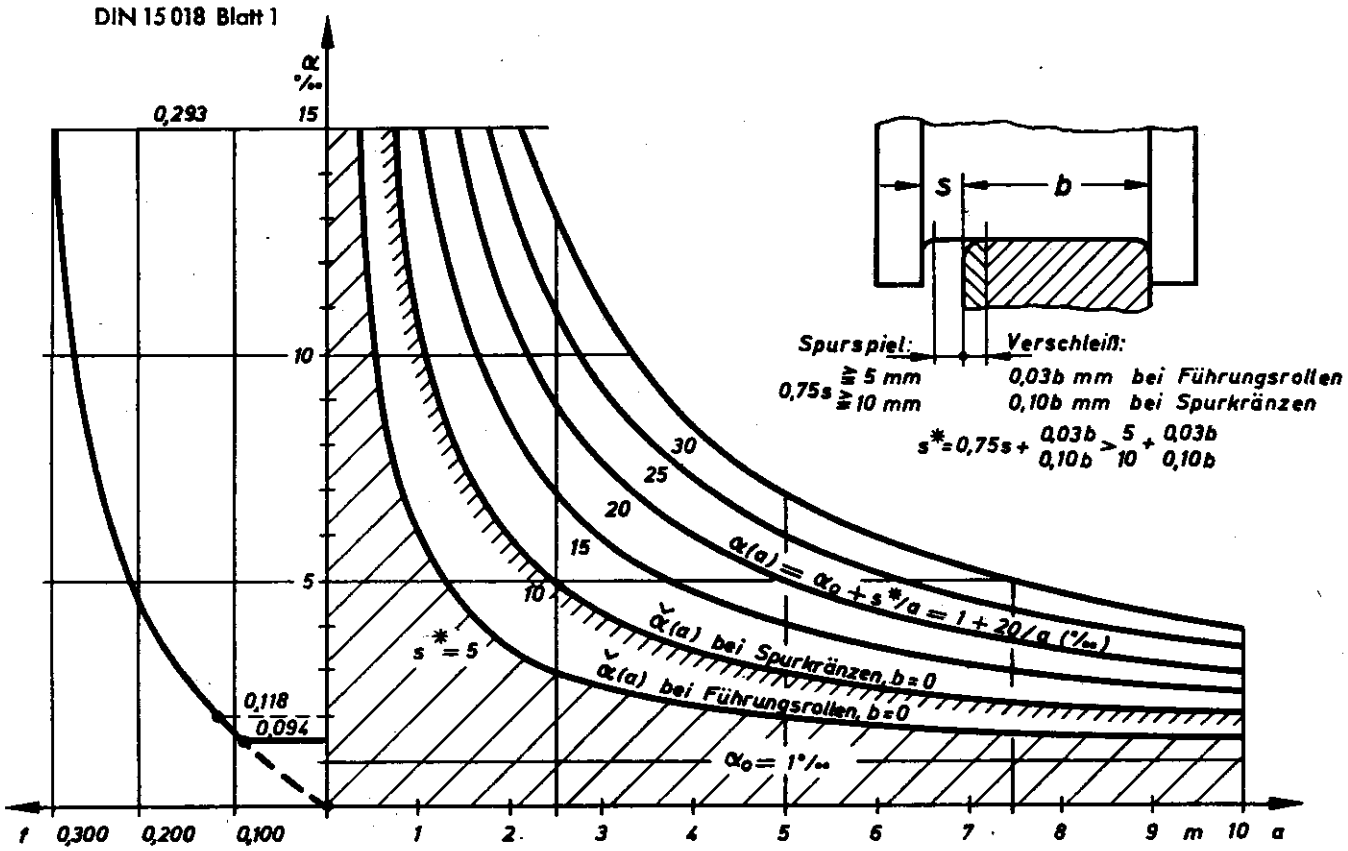


Bild 13.

s Spurspiel zwischen Schiene und Führungsmittel
b Schienenbreite
a Mittenabstand der Räder oder Führungsmittel (s. a. Bild 4)
α Schräglaufwinkel
f Kraftschlußbeiwert

men. Diese, wie man weiß, unvermeidbare Abnormität wird verursacht durch Toleranzen und Ungenauigkeiten bei der Herstellung des Kranes (Laufradbohrungen) und der Kranbahn (Krümmungen, Knicke). Die Werte und Verteilung dieser Kräfte hängt hauptsächlich vom Spurkranz- oder Rollenspiel, von der Anzahl, Anordnung, Lagerung und Drehzahlkoppelung der Laufräder und von der Lage etwaiger Führungsrollen, also von den Systemen des Fahrantriebs und des Tragwerkes ab. In Abhängigkeit von dem möglichen Schräglaufwinkel α, der nach den genannten Ursachen aus mehreren Anteilen besteht, von den Radabständen, bezogen auf das vordere Führungsmittel, von der Lage des Schwerpunktes des gesamten Systems je nach Katzstellung und von der Lage des Gleitpoles entstehen eine formschlüssige Kraft S am vorderen Führungselement (Spurkranz oder horizontale Führungsrolle) und eine Gruppe von kraftschlüssigen Kräften in den Aufstandsflächen der Laufräder.

Für den Normalfall sind Richtwerte festgelegt worden, aus denen sich in Abhängigkeit von der Art der Führungsmittel, dem Spurspiel, dem Verschleiß, den Toleranzen des Kranes und der Kranbahn der mögliche für die Kräfte aus Schräglauf maßgebende Schräglaufwinkel errechnen läßt; hierbei ist das Spurspiel nur zu 75 % berücksichtigt worden, da sich der schräglaufende Kran normalerweise schon vor Erreichen der Spießgangstellung wieder aufrichtet.

Ebenso wie von den Richtwerten abgewichen und ein anderer begründeter, kleinerer oder größerer Wert für den in der Berechnung zu berücksichtigenden Schräglaufwinkel vereinbart werden kann, darf der Einfluß der globalen und lokalen Nachgiebigkeiten von Kran und Kranbahn auf die Kräfte aus Schräglauf in Betracht gezogen werden.

Bild 13 zeigt den Zusammenhang zwischen den Richtwerten, dem Schräglaufwinkel und dem diesen entsprechenden Kraftschlußbeiwert f.

Das angegebene Berechnungsverfahren ist abgeleitet aus der Spurführungstechnik der Fahrzeuge im Gleis und aus Ergebnissen von eingehenden Untersuchungen der Technischen Universität Braunschweig auch an einem Versuchskran auf Veranlassung des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten (VDMA) und des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh).

Zu 4.3. Sonderlasten

Als Sonderlasten sind neu eingeführt: die Kippkraft an Laufkatzen mit Hublastführung beim Anprall gegen Hindernisse, die Pufferkräfte beim Anprall von Kranen gegen Anschläge oder Puffer und die Prüflasten bei Probebelastungen.

Die Pufferkräfte sind aus der kinetischen Energie des anprallenden Kranes unter Beachtung bestimmter Fahrgeschwindigkeiten und aus dem Arbeitsdiagramm der Puffer zu ermitteln. Die Verteilung der Pufferkräfte hängt von der Lage des Massenschwerpunktes, der Bewegungsmöglichkeit des Kranes auf der Bahn und den Kennlinien der Puffer ab; sie ist in Übereinstimmung mit dem System von Trag- und Triebwerk vorzunehmen.

Durch Berücksichtigung der „Prüflasten klein und groß" und der dazugehörigen Sonderlastfälle soll bewirkt werden, daß die Stahltragwerke derjenigen Krane ausreichende Sicherheiten im Allgemeinen Spannungs- und Stabilitätsnachweis aufweisen, die bei der Abnahme oder bei einer späteren Überprüfung probebelastet werden. Dieser Sonderlastfall wird gegebenenfalls für die Bemessung solcher Stahltragwerke oder Bauteile bedeutsam, deren Übertragungsverhalten (Lasten — Schnittgrößen — Spannungen) nichtlinear ist; dies trifft beispielsweise zu für alle Tragwerke oder Bauteile mit Vorspannung oder veränderlicher Gliederung.

Die Festlegung der Prüflasten, sowie Einzelheiten über die Notwendigkeit und die praktische Durchführung von Prüf-

belastungen für Krane, für die kein Standsicherheitsnachweis geführt zu werden braucht, werden an anderer Stelle geregelt.

Zu 5. Lastfälle

Alle vorstehenden Haupt- und Zusatzlasten einschließlich ihrer Beiwerte sind in Tabelle 6 zu Regellastfällen und die Sonderlasten zu Sonderlastfällen zusammengefaßt, aus denen je nach Bauart des Kranes das maßgebliche Zusammenwirken der einzelnen Lasten ersichtlich ist. Alle in einer Spalte untereinander stehenden Lasten bilden zusammen einen eigenen, für sich getrennten Lastfall, wobei die Regellastfälle noch in Lastfälle H (dick umrandet) und in Lastfälle HZ unterschieden werden.

Zu 6. Berechnung

Zusätzlich zum üblichen rechnerischen Nachweis der Spannungen können auch Ergebnisse von Dehnungsmessungen bei Beachtung der geforderten Sicherheiten verwertet werden.

Voraussetzen darf der Kranhersteller auch eine einwandfrei verlegte Kranbahn — ein Hinweis, der bisher in DIN 120 Blatt 1 fehlte, andernfalls ist der Kranbetreiber zu entsprechenden Angaben verpflichtet.

Außer Baustahl der üblichen Stahlsorten St 37 und St 52 und Rohrstahl St 35 nach Tabelle 8 dürfen auch andere Stahlsorten verwendet werden, wenn ihre mechanischen und chemischen Eigenschaften und ihre Schweißeignung gewährleistet sind; die hierfür zulässigen Spannungen müssen aus der gewährleisteten Streckgrenze abgeleitet und aus den Betriebsfestigkeiten bei 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit durch wirklichkeitsnahe Versuche belegt sein. Die Spannungen sind mit den üblichen Querschnittswerten für die einzelnen Lastfälle getrennt zu ermitteln, wobei es sich in der Regel empfiehlt, die Spannungen für die einzelnen Lasten zu errechnen und schließlich entsprechend Tabelle 7 zu überlagern.

Bei systembedingten, nicht linearen Zusammenhängen zwischen Lasten und Spannungen ist sinngemäß DIN 4114 Blatt 2 (Ausgabe Februar 1953×), Ri. 10.2, vorzugehen.

Zu 7. Nachweise

Zu 7.1. Allgemeine Angaben

In den Nachweisen ist getrennt für die einzelnen Lastfälle nach Tabelle 7 darzulegen, daß in den tragenden Bauteilen und wesentlichen Verbindungen die zulässigen Spannungen und/oder die erforderlichen Sicherheiten je nach Lastfall, Kranart und Nachweis eingehalten sind. Nur in Ausnahmefällen bei begrenzten Abweichungen von den Lastannahmen, bei ungewollten Änderungen der Stützbedingungen und bei Bauzuständen dürfen nach Tabelle 9 die zulässigen Spannungen des Lastfalles HZ überschritten und die geforderten Sicherheiten des Lastfalles HZ unterschritten werden.

Zu 7.2. Allgemeiner Spannungsnachweis

Der Allgemeine Spannungsnachweis soll die rechnerische Sicherheit gegen Erreichen der Fließgrenze getrennt für die Lastfälle H und HZ nachweisen. Die zulässigen Spannungen der Tabellen 10 bis 12 sind den im Stahlbau z. Z. üblichen Werten angepaßt; für den Sonderlastfall HS der Tabelle 7 gelten die 1,1fachen Werte des Lastfalles HZ. Bei mehreren gleichzeitig wirkenden Spannungen sind außerdem Vergleichsspannungen mit den jeweils einander zugeordneten Spannungen zu berechnen.

Zu 7.3. Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis auf Sicherheit gegen Knicken, Kippen, Beulen ist nach DIN 4114 zu führen. Abweichend und in Ergänzung dieser Norm wurden differenzierte Beulsicherheiten für Gesamt- und Teilfelder ebener Bleche für alle Lastfälle (H, HZ, HS) festgelegt. Die für Gesamtfelder geforderten größeren Sicherheiten entsprechen für $\psi = 1$ nunmehr denjenigen für die zulässigen Druckspannungen beim Allgemeinen Spannungsnachweis; sie lassen sich bei den ausgesteiften Gesamtfeldern in ökonomischer Weise durch entsprechende Bemessung der kontinuierlich auszubildenden und/oder an den Enden unnachgiebig quer zu stützenden Steifen leicht realisieren. Die Sicherheiten für die Teilfelder wurden für $\psi = 1$ den relativ kleineren, für die zulässigen Zugspannungen beim Allgemeinen Spannungsnachweis maßgebenden Sicherheiten angepaßt; die geforderten Beulsicherheiten stimmen damit mit denjenigen überein, die für $\psi = -1$ in DIN 4114 Blatt 1 für Stegbleche im allgemeinen verlangt werden.

Mit den unterschiedlichen Beulnachweisen für „Stegbleche" und „Rechteckplatten die Bauteile eines Druckstabes sind" (Gurtbleche) nach DIN 4114 wird das unterschiedliche Tragvermögen der Bleche in Abhängigkeit von der Spannungsverteilung berücksichtigt. Da Stahltragwerke von Kranen in der Regel aus räumlich beanspruchten Stäben aufgebaut werden, ist eine eindeutige Unterscheidung zwischen „Stegblech" und „Gurtblech" mit den zu diesen Begriffen gehörenden typischen Spannungsverteilungen unmöglich. Um das unterschiedliche Tragverhalten der Bleche in Abhängigkeit von der Spannungsverteilung sinngemäß zu berücksichtigen, wurden unterschiedliche Beulsicherheiten in Abhängigkeit vom Quotienten ψ festgelegt; falls ein Blech an allen Rändern durch Spannungen belastet wird — Stegblech unter Radlast, Stegblech in einer Rahmenecke —, so soll der größere, d. h. der ungünstigere Quotient ψ für die Ermittlung der geforderten Beulsicherheit maßgebend sein.

Werden ferner bei ausgesteiften Blechen die Beulsteifen mit Mindeststeifigkeit gemäß DIN 4114 Blatt 2, Abschnitt 18.1 (Ausgabe Februar 1953×), ausgeführt und nur die Teilfelder auf Beulen berechnet, so sind für die Teilfelder auch die geforderten Beulsicherheiten des Gesamtfeldes einzuhalten.

In Ergänzung von DIN 4114 wurden Beulsicherheiten für alle Lastfälle auch für Kreiszylinderschalen festgelegt und eine Gebrauchsformel zur Ermittlung der Beulspannungen angegeben.

Zu 7.4. Betriebsfestigkeitsnachweis

Der Betriebsfestigkeitsnachweis ist gegenüber DIN 120 Blatt 1 aufgrund neuerer Versuche und Erkenntnisse umgestellt worden. Es sind sowohl die früher hierfür benutzten, mit verschiedenen Aufgaben vermischten und deshalb unklaren „Ausgleichszahlen" ψ als auch die Beiwerte γ der DIN 120 Blatt 1 abgeschafft; die Vorschriften für geschweißte Eisenbahnbrücken wurden bei der Aufstellung des weitergehenden, differenzierenden Systems zulässiger Spannungen als wertvolle Hilfe mit in Betracht gezogen.

Der Betriebsfestigkeitsnachweis auf Sicherheit gegen Bruch infolge zeitlich veränderlicher und häufig wiederholter Spannungen ist nur für die Lastfälle H der Tabelle 7 für alle Krane mit mehr als 20 000 Spannungsspielen zu führen.

Die dabei zulässigen Spannungen mußten unterschiedlich nach folgenden Merkmalen festgelegt werden: nach Beanspruchungsgruppen, in denen Kombinationen verschieden verteilter spezifischer Spannungskollektive mit verschiedenen absoluten Spannungsspielzahlen zusammengefaßt sind, die etwa gleiche Schädigungen der Bauteile oder der Verbindungen verursachen,

sowie nach Stahlsorten, Spannungsarten, Kerbfällen und Grenzspannungsverhältnissen.

Da die Betriebsfestigkeit mit wachsenden Spannungsspielzahlen N 1 bis N 4 und mit wachsenden Völligkeitsgraden der Spannungskollektive S_0 bis S_3 (Bild 8) sinkt, sind nach Tabelle 14 entsprechend den Zuordnungen dieser beiden Kenngrößen zueinander 6 Beanspruchungsgruppen B 1 bis B 6 gebildet; z. B. gilt die Beanspruchungsgruppe B 5 für die Zuordnung S_1/N 4 und S_2/N 3 und S_3/N 2. Nach diesen Gesichtspunkten sind die üblichen Kranarten je nach Beanspruchung im Betrieb während ihrer Lebensdauer beispielhaft in Tabelle 23 in 6 Beanspruchungsgruppen eingestuft.

DIN 15 018 Blatt 1

Die Einstufung eines Kranes richtet sich nach dem am ungünstigsten beanspruchten Kranteil; wie beim Ansatz der Eigenlast- und Hublastbeiwerte dürfen einzelne klar voneinander getrennte Baugruppen oder Bauteile bei genauerer Kenntnis der Betriebsbedingungen nach Tabelle 14 in verschiedene Beanspruchungsgruppen entsprechend Tabelle 23 eingestuft werden.

Neu gegenüber DIN 120 Blatt 1 ist die Unterscheidung der einzelnen Bauteile und Verbindungen innerhalb jeder Beanspruchungsgruppe nach den Kerbwirkungen. In Anlehnung an die Spannungslinien der Vorschriften für geschweißte Eisenbahnbrücken wird in dieser Norm der experimentell gesicherte Zusammenhang zwischen zulässigen Spannungen, der baulichen Form, Verbindungsart und Ausführung des betreffenden Bauteils und der Verbindung hergestellt. Demnach muß für jede Beanspruchungsgruppe zwischen 8 Kerbfällen unterschieden werden, nämlich W 0, W 1 und W 2 für nicht geschweißte Bauteile, Niet- und Schraubverbindungen und K 0 bis K 4 für geschweißte Bauteile und deren Verbindungen. Beispiele und Anhaltspunkte für die Einordnung häufig vorkommender Bauformen und Verbindungen in diese Kerbfälle geben die Tabellen 25 bis 32 mit Sinnbildern für Schweißnähte und Prüfauflagen nach Tabelle 24; alle diese Kerbfälle sind zum Vergleich untereinander übersichtlich und einheitlich nach fester Ordnung genummert.

Die Zahlenwerte für die zulässigen Spannungen beim Betriebsfestigkeitsnachweis für die je 8 Kerbfälle jeder der 6 Beanspruchungsgruppen konnten je Stahlsorte auf Grund umfangreicher Versuche bei verschiedenen Grenzspannungsverhältnissen nach einem einheitlichen und übersichtlichen Schema bei annähernd gleichen Sicherheiten entwickelt werden; für die 5 Schweißkerbfälle bei St 37 und St 52 ergaben sich versuchsmäßig keine unterschiedlichen ertragbaren Spannungen, so daß sie gleich behandelt werden konnten. Grundwerte des Spannungsschemas nach Tabelle 16 sind die Wechselspannungen mit gleich großen, aber entgegengesetzten Grenzspannungen ($\varkappa = -1{,}0$). Zwischen diesen Grundwerten bestehen je nach Stahlsorte, Beanspruchungsgruppe und Kerbfall konstante Stufenverhältnisse. Die übrigen Werte für beliebige Grenzspannungsverhältnisse zwischen $\varkappa = -1{,}0$ und $+1{,}0$ können mit Hilfe des festgelegten Smith-Schaubildes nach Bild 9 abgeleitet werden; die Gleichungen hierfür in Abhängigkeit von Grenzspannungsverhältnissen sind in den Tabellen 18 und 19 angegeben. Außerdem werden alle Zahlen noch tabellarisch und bildlich in einem Beiblatt zur Norm dargestellt. Bei Benutzung elektronischer Rechenanlagen erübrigen sich solche Tabellen, weil die Ansätze für die zulässigen Spannungen nach den Tabellen 18 und 19 in die Rechenprogramme aufgenommen werden können.

Zur Erläuterung von Bild 8. Idealisierte bezogene Spannungskollektive und Tabelle 15. Bezogene Spannungen $\sigma_o - \sigma_m / \hat{\sigma}_o - \sigma_m$ wird der Zusammenhang zwischen einem bezogenen Beanspruchungszeitverlauf $\sigma_{(t)} / \hat{\sigma}_o$ mit $\sigma_m =$ = konst., der Häufigkeit $f(x)$ und der Summenhäufigkeit

$$N/\hat{N} = 2 \int_{\sigma_o}^{\infty} f(x)\, dx$$

in den Bildern 14 a) bis c) dargestellt. Den vom LBF Darmstadt [2]) durchgeführten Mehrstufen-Versuchen zur Bestimmung der ertragbaren Betriebsbeanspruchungen liegen solche Beanspruchungszeitverläufe und eine Gauß'sche Normalverteilung für die Spannungsausschläge $\sigma_o - \check{\sigma}_o / \hat{\sigma}_o - \check{\sigma}_o$ zugrunde; die Häufigkeit wurde für die Versuche vereinheitlicht und festgelegt zu:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\,\frac{\left[(\sigma_o - \check{\sigma}_o)/(\hat{\sigma}_o - \check{\sigma}_o)\right]_2}{0{,}217}\right\}$$

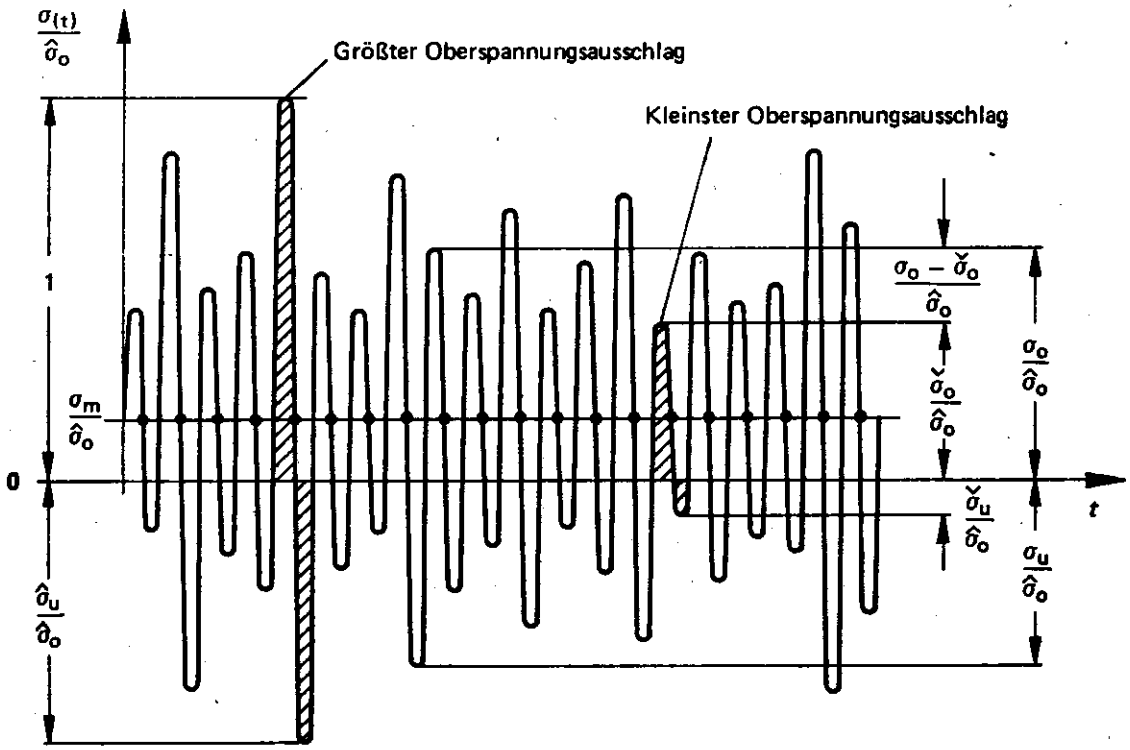


Bild 14 a)

Ausschnitt aus einem auf die größte Oberspannung bezogenen Beanspruchungszeitverlauf mit $N = 20$ Spannungsspielen, welche die größten und kleinsten Oberspannungsausschläge enthält und gekennzeichnet ist durch:

$$\sigma_m = \frac{1}{2}(\min \sigma + \max \sigma) = \text{konst. und } x = \min \sigma / \max \sigma$$

$$\text{mit } \min \sigma \triangleq \hat{\sigma}_u,\ \max \sigma \triangleq \hat{\sigma}_o \text{ und } |\hat{\sigma}_o| > |\hat{\sigma}_u|$$

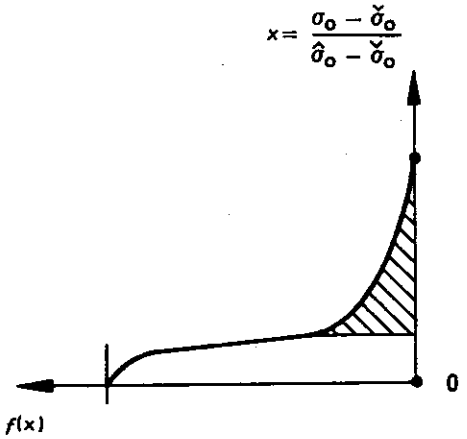


Bild 14 b)
Wahrscheinlichkeitsdichte $f(x)$, allen Spannungsausschlägen $\sigma_o - \check{\sigma}_o$ entsprechend [1]), bezogen auf die größte Differenz der Oberspannungsausschläge $\hat{\sigma}_o - \check{\sigma}_o$

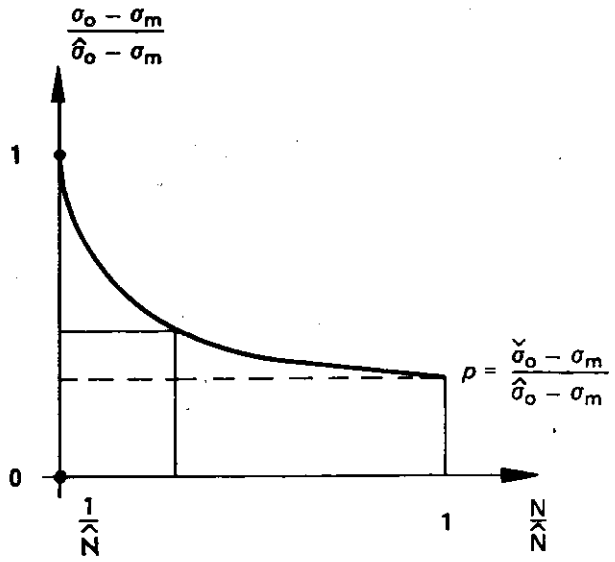


Bild 14 c)
Verteilungsfunktion / relative Summenhäufigkeit auf die größte Spannungsamplitude bezogenes Spannungskollektiv $N/\hat{N} = 2 \int_{x}^{\infty} f(x)\, dx$

Zu 8. Halte- und Abspannseile

Neu gegenüber DIN 120 Blatt 1 sind auch die Regeln für die Berechnung von Halte- und Abspannseilen. Die Zahlenwerte für die zulässigen Spannungen mußten aus nur wenigen Versuchswerten abgeleitet werden.

Zu 9. Zug auf vorgespannte Schrauben

Die Angaben hierfür sind neu und beruhen auf wissenschaftlichen Untersuchungen und Angaben der Industrie. Auf die weiteren Arbeiten beim VDI zur „Systematischen Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen" (VDI-Richtlinien 2230, Entwurf) wird hingewiesen.

---

[1]) R. Zurmühl: Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker.

[2]) Laboratorium für Betriebsfestigkeit, Darmstadt, Technische Mitteilungen Nr 15/65; Verwendung eines Einheits-Kollektivs bei Betriebsfestigkeits-Versuchen.

Zu 10. Tabellen

Zu 10.2. Schweißnähte

Gleichzeitig mit dem Abschluß der Beratungen zur Norm DIN 15018 Blatt 1 wurde DIN 8563 Blatt 3 über Bewertungsgruppen zur Beurteilung der Güte von Schweißverbindungen veröffentlicht. DIN 8563 Blatt 3 enthält eine neuartige Festlegung der Bewertungsgruppen für Schweißnähte. Die bisher gebräuchlichen Bezeichnungen nach DIN 8563 Blatt 1 „Güte 1, Güte 2 und Sondergüte" werden in Zukunft entfallen.

Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß die Angaben zur graphischen Darstellung von Schweißnähten überarbeitet werden. Die in den Tabellen aufgeführten Sinnbilder sollten deshalb der jeweils gültigen Ausgabe von DIN 1912 entsprechen. Voraussichtlich werden die Sinnbilder senkrecht zum Bezugsstrich angeordnet.

DK 621.873 : 624.951 DEUTSCHE NORMEN Anlage 2 April 1974

Krane
Stahltragwerke
Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung

DIN 15018 Blatt 2

Cranes, structures of steel, design principles

Teilweise Ersatz für DIN 120 Blatt 2

Maße in mm

Übergangsfrist zur Einführung dieser Norm

Die Hersteller sollen die von ihnen durchzuführenden baulichen Durchbildungen und Ausführungen so rasch wie möglich auf diese Norm umstellen.

a) Behandlung vorhandener Anlagen

Vorhandene Krane brauchen nicht nach dieser Norm baulich durchgeführt und ausgeführt zu werden.

b) Übergangsfrist für die Lieferung von Kranen

Mit der Herausgabe dieser Norm wird DIN 120 Blatt 2 — Grundsätze für die bauliche Durchbildung von Kranen und Kranbahnen (Ausgabe November 1936) — für Krane formal ungültig. DIN 120 Blatt 2 kann jedoch mit Rücksicht auf die noch nicht fertiggestellten Arbeiten für die Neufassung der Berechnungsgrundsätze und der baulichen Durchbildung und Ausführung für Kranbahnen (DIN 4132, z. Z. noch Entwurf) noch nicht zurückgezogen werden.

Es soll angestrebt werden, daß die gelieferten Krane zu dem frühest möglichen Zeitpunkt nach DIN 15018 Blatt 2 durchgebildet und ausgeführt sind. Auf keinen Fall dürfen bei Einzelfertigung vom Beginn des 25. Monats, bei Serienfertigung vom Beginn des 37. Monats nach dem Ausgabedatum von DIN 15018 Blatt 2 noch Krane abgeliefert werden, die anders als nach DIN 15018 Blatt 2 baulich durchgebildet und ausgeführt sind.

Inhalt

1. Anwendungsbereich
2. Weitere Normen und Richtlinien
3. Allgemeine Angaben
3.1. Statische Systeme
3.2. Tragende Bauteile und wesentliche Verbindungen
3.3. Überhöhungen
4. Werkstoffe
4.1. Gütegruppen der Stähle für geschweißte Bauteile
4.2. Bezeichnungen in den Unterlagen
4.3. Bauteile mit verschiedenen Stahlsorten
5. Bauteile
5.1. Schwerachsen und Systemlinien
5.2. Herstellbarkeit und Zugänglichkeit
5.3. Mindestabmessungen
5.4. Mindestabstände
5.5. Krafteinleitungen, Krümmungen, Ausschnitte
5.6. Güte der Schnittflächen beim Brennschneiden
6. Verbindungen
6.1. Anschlüsse, Stöße und sonstige Verbindungen
6.1.1. Anordnung
6.1.2. Schwerachsen
6.1.3. Anteilige Anschlußkräfte
6.1.4. Futterstücke
6.1.5. Zusammenwirken von Verbindungsmitteln
6.1.6. Beiwinkel und angeschweißte Beibleche
6.2. Schweißverbindungen
6.2.1. Bedingungen für Betriebe und Fachkräfte
6.2.1.1. Betriebe
6.2.1.2. Schweißaufsicht
6.2.1.3. Schweißer
6.2.1.4. Zerstörungsfreie Prüfung
6.2.2. Herstellung
6.2.2.1. Schweißzusatzwerkstoffe
6.2.2.2. Art und Güte der Schweißnähte
6.2.2.3. Ausführung
6.2.2.4. Reinheit der Oberfläche
6.2.2.5. Fertigungsbedingungen
6.2.2.6. Schrumpfbehinderung und Abkühlungsgeschwindigkeit
6.2.2.7. Zünden an Bauteilen
6.2.2.8. Dicke der Nähte
6.2.3. Stöße in Gurtplatten und Stäben
6.2.4. Schweißen in kaltgeformten Bereichen
6.3. Niet- und Schraubverbindungen
6.3.1. Kleinste Niete und Schrauben
6.3.2. Nietarten
6.3.3. Klemmlängen und Schaftlängen
6.3.4. Paßschrauben
6.3.5. Rohe Schrauben
6.3.6. Lochabstände
6.3.7. Herstellen von Löchern
6.3.8. Anzahl der Niete und Schrauben
6.3.9. Mittelbare Deckung
6.3.10. Schraubensicherungen
7. Schienen und Schienenbefestigungen
7.1. Schweißverfahren und Schweißbedingungen
7.2. Stumpfschweißungen
7.3. Schubfest verbundene Schienen
7.4. Nicht schubfest verbundene Schienen
8. Korrosionsschutz
8.1. Allgemeines
8.2. Besondere Maßnahmen
8.2.1. Außenflächen
8.2.2. Innenflächen in Hohlbauteilen
8.2.3. Verbindungen mit Nieten
8.2.4. Verbindungen mit Paßschrauben oder Schrauben ohne Passung
8.2.5. Verbindungen mit HV-Schrauben
8.2.6. Fugenabdichtung
8.3. Betonumhüllung
8.4. Andere Korrosionsschutzarten
9. Halte- und Abspannseile
9.1. Machart und Korrosionsschutz
9.2. Verankerungen und Verbindungen
9.3. Seilbefestigungen
9.4. Seilsättel und Poller

Frühere Ausgaben:
DIN 120 Blatt 2: 11. 36

Änderung April 1974:
Inhalt teilweise aus DIN 120 Blatt 2, Ausgabe November 1936, übernommen und vollständig überarbeitet.

Fachnormenausschuß Maschinenbau (FM) im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Bauwesen (FNBau) im DNA

DIN 15 018 Blatt 2

1. Anwendungsbereich

Die Norm gilt für Stahltragwerke von Kranen aller Art und kann auch für fahrbare Stahltragwerke mit Stetigförderern, außer Schwingförderern, angewendet werden. Sie gilt nicht für Kranbahnen, Bagger, Drahtseilbahnen und Wagenkipper.

2. Weitere Normen und Richtlinien

2.1. Mitgeltende Normen und Richtlinien

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

DIN 4115 Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau, Richtlinien für die Zulassung, Ausführung, Bemessung

DIN 8563 Blatt 1 Sicherung der Güte von Schweißarbeiten, Allgemeine Grundsätze
Blatt 2 —, Befähigungsnachweis, Befähigungsausweis

DIN 15 018 Blatt 1 Krane, Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung

DIN 17 100 Allgemeine Baustähle, Gütevorschriften

DASt-Richtlinie 010, Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau[1])

DASt-Richtlinie 009

2.2. Hinweis auf Normen

DIN 124 Blatt 1 Halbrundniete für den Stahlbau von 10 bis 36 mm Durchmesser

DIN 127 Federringe, aufgebogen oder glatt mit rechteckigem Querschnitt

DIN 128 Federringe, gewölbt oder gewellt (Hochspann-Federringe)

DIN 302 Blatt 1 Senkniete von 10 bis 36 mm Durchmesser
Blatt 2 Senkniete für den Stahlbau, Nietlängen in Abhängigkeit von den Klemmlängen. Setzkopf: Senkkopf, Schließkopf: Senkkopf

DIN 407 Blatt 1 Sinnbilder für Niete, Schrauben und Lochdurchmesser bei Stahlkonstruktionen

DIN 601 Sechskantschrauben ohne Sechskantmutter, Metrisches Gewinde, Ausführung g

DIN 609 Sechskant-Paßschrauben mit langem Gewindezapfen

DIN 660 Halbrundniete, 1 bis 9 mm Durchmesser

DIN 741 Drahtseilklemmen für Seil-Endverbindungen bei untergeordneten Anforderungen

DIN 997 Anreißmaße (Wurzelmaße) für Formstahl und Stabstahl

DIN 998 Lochabstände in ungleichschenkligen Winkelstählen

DIN 999 Lochabstände in gleichschenkligen Winkelstählen

DIN 1080 Zeichen für statische Berechnungen im Bauingenieurwesen

DIN 1912 Blatt 1 Metallschweißen, Schmelzschweißen, Verbindungsschweißen

DIN 1913 Blatt 1 Lichtbogen-Schweißelektroden für Verbindungsschweißen, Stabelektroden für Stahl, unlegiert und niedrig legiert

DIN 2078 Blatt 1 Stahldrähte für Drahtseile, Maße, zulässige Abweichungen, Gewichte
Blatt 2 —, Technische Lieferbedingungen

DIN 2310 Blatt 1 Autogenes Brennschneiden, Verfahrensgrundlagen, Begriffe, Maß- und Formabweichungen

DIN 4100 Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung, Berechnung und bauliche Durchbildung
Beiblatt 1 —, Nachweis der Befähigung zum Schweißen von Stahlbauten, großer Befähigungsnachweis

DIN 6914 Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen[2])

DIN 6916 Scheiben, rund, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen

DIN 6917 Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an I-Trägern in Stahlkonstruktionen

DIN 6918 Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an U-Trägern in Stahlkonstruktionen

DIN 6935 Kaltabkanten und Kaltbiegen von Flacherzeugnissen aus Stahl
Beiblatt 1 —, Faktoren für Ausgleichswert v zur Errechnung der gestreckten Länge
Beiblatt 2 —, gerechnete Ausgleichswerte v für mehrere Biegewinkel

DIN 7968 Sechskant-Paßschrauben ohne Mutter — mit Sechskantmutter, für Stahlkonstruktionen

DIN 7989 Scheiben

DIN 7990 Sechskantschrauben mit Sechskantmuttern für Stahlkonstruktionen

DIN 8551 Blatt 1 Schweißnahtvorbereitung, Richtlinien für Fugenformen, offenes Lichtbogenschweißen von Hand an Stählen

DIN 8557 Schweißzusatzwerkstoffe und Schweißpulver für das Unterpulver-Schweißen (Verbindungsschweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen)

DIN 8559 Schweißzusatzwerkstoffe und Schutzgase für das Schutzgaslichtbogenschweißen, Technische Lieferbedingungen, Maße

DIN 8560 Prüfung von Stahlschweißern

DIN 8565 Rostschutz von Stahlbauwerken durch Metallspritzen, Richtlinien

DIN 18 364 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen, Oberflächenschutzarbeiten an Stahl und Oberflächenschutzarbeiten (Anstrich) an Aluminiumlegierungen

DIN 55 928 Schutzanstrich von Stahlbauwerken, Richtlinien

DIN 83 315 Vergießen von verzinkten Drahtseilen für den Schiffbau in Seilhülsen mit Vergußmetallen, Richtlinien

DIN 83 318 Spleiße für Drahtseile

3. Allgemeine Angaben

3.1. Statische Systeme

Bei der baulichen Durchbildung der Bauteile und Verbindungen müssen die der Berechnung zugrunde gelegten statischen Systeme nach den anerkannten Regeln der Technik verwirklicht werden.

3.2. Tragende Bauteile und wesentliche Verbindungen

Tragende Bauteile und wesentliche Verbindungen im Sinne dieser Norm sind solche, die einer Berechnung nach DIN 15 018 Blatt 1 bedürfen.

3.3. Überhöhungen

Überhöhungen und andere Vorformen, die für den Kranbetrieb erforderlich sein können, sind in den Fertigungsunterlagen anzugeben.

---

[1]) Stahlbau-Verlag, Köln
[2]) In dieser Norm als „HV-Schrauben" bezeichnet

Tabelle 1. **Mindestmaße**

Nr	Korrosionsgefährdung	Mindestdicken tragender Bauteile		Lochdurchmesser	Gewinde
		Bleche, Flachstähle, Breitflachstähle, Stabstähle und Stege von Formstählen in allseitig der Korrosion ausgesetzten Bauteilen	Wände von geschlossenen Bauteilen und Rohren	min.	min.
1	gering	3	2	6,4	M 6
2	mittel	5	4	8,5	M 8
3	groß	7	6	11	M 10

4. Werkstoffe

4.1. Gütegruppen der Stähle für geschweißte Bauteile

Bei geschweißten Bauteilen sind die Gütegruppen der Stähle nach den „Vorläufigen Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten" zu bestimmen.

Für geschweißte tragende Bauteile und Bauteilzonen dürfen unberuhigte Stähle der Gütegruppe 1 nach DIN 17100 nicht verwendet werden.

4.2. Bezeichnungen in den Unterlagen

In den Fertigungsunterlagen sind die Werkstoffe eindeutig zu bezeichnen.

4.3. Bauteile mit verschiedenen Stahlsorten

Verschiedene Stahlsorten im gleichen Bauteil und im gleichen Tragwerk sind zulässig.

5. Bauteile

5.1. Schwerachsen und Systemlinien

Die Schwerachsen der Stäbe sollen mit den Systemlinien möglichst übereinstimmen. Bei Gurten aus Stäben mit unterschiedlicher Lage der Schwerachsen ist die gemittelte Schwerachse in die Systemlinie zu legen; siehe auch Abschnitt 6.1.2.

5.2. Herstellbarkeit und Zugänglichkeit

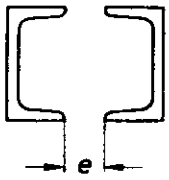
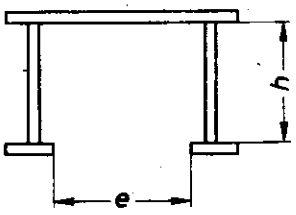
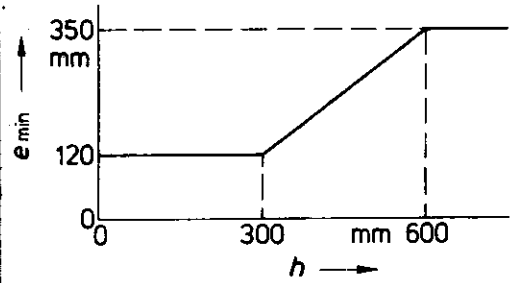
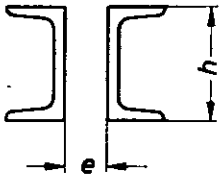
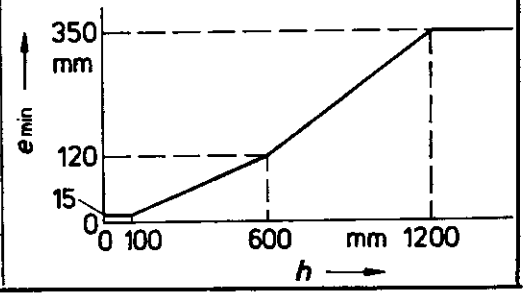
Bauteile sind so durchzubilden, daß sich alle Teile einfach bearbeiten, zusammenbauen und unterhalten lassen.

Wasser muß abfließen können; Wassersäcke sind zu vermeiden.

Verbindungen sollen einwandfrei herstellbar und auch am fertigen Bauwerk soweit wie möglich zugänglich sein.

Günstige Schweißpositionen sind anzustreben.

Tabelle 2. **Mindestabstände**

Beschreibung und Bild	h	e_{min}	Schaubild $e = f(h)$
Abstand zwischen den Flanschkanten von U-Stählen oder ähnlichen Querschnitten 	—	120	—
Abstand zwischen den Gurtkanten von mehrteiligen Stäben oder von Stäben mit Hutquerschnitt 	≦ 300	120	
	> 300 ≦ 600	120 + 0,767 (h − 300)	
	> 600	350	
Abstand zwischen den Wänden von mehrteiligen Stäben 	≦ 100	15	
	> 100 ≦ 600	15 + 0,21 (h − 100)	
	> 600 ≦ 1200	120 + 0,383 (h − 600)	
	> 1200	350	

5.3. Mindestmaße

Wegen der Folgen möglicher Querschnittsverluste in den Bauteilen während der Lebensdauer sind die Mindestmaße nach Tabelle 1 einzuhalten; siehe auch Abschnitt 8. Die Korrosionsgefährdung hängt ab von Umwelteinflüssen und dem gewählten Korrosionsschutz.

5.4. Mindestabstände

Zwischen benachbarten Kanten und Wänden sind die Mindestabstände nach Tabelle 2 einzuhalten, sofern Korrosionsschutz und Zugänglichkeit für Unterhaltungsarbeiten nicht anderweitig gesichert sind, siehe auch Abschnitt 8.2.

5.5. Krafteinleitungen, Krümmungen, Ausschnitte

Im Bereich von Krafteinleitungen, Krümmungen oder Knicken, Ausschnitten und Durchbrüchen sind die dadurch geänderten Spannungs- und Stabilitätszustände durch geeignete bauliche Maßnahmen zu berücksichtigen.

5.6. Güte der Schnittflächen beim Brennschneiden

Für die Schnittflächen beim Brennschneiden ist nach DIN 2310 Blatt 1 mindestens die Güte II einzuhalten, mit Ausnahme der Teile nach den Kerbfällen W 01 und W 11, gemäß DIN 15018 Blatt 1 (Ausgabe April 1974).

6. Verbindungen

6.1. Anschlüsse, Stöße und sonstige Verbindungen

6.1.1. Anordnung

Alle geschweißten, genieteten oder geschraubten Verbindungen sind möglichst gedrängt anzuordnen.

6.1.2. Schwerachsen

Die Schwerachsen der Naht-, Niet- oder Schraubengruppen sollen möglichst mit den Schwerachsen der Stäbe und Anschlußteile übereinstimmen, siehe auch Abschnitt 5.1.

6.1.3. Anteilige Anschlußkräfte

Die einzelnen Teile eines Stabes usw. sind je für sich entsprechend ihren nachgewiesenen Anteilen an den Schnittgrößen anzuschließen oder zu stoßen und zu decken.

Ausgenommen hiervon sind Seile; siehe Abschnitt 9.

6.1.4. Futterstücke

Kraftübertragende Futterstücke, ausgenommen in HV-Verbindungen, mit Dicken größer als 6 mm und größer als $^1/_3$ des zu unterfutternden Teiles sind mit mindestens 2 Nieten oder 2 Schrauben oder entsprechenden Schweißnähten (unter Beachtung des Kerbfalles) vorzubinden. Bei mittelbarem Anschluß eines unterfutterten Teiles ist nach Abschnitt 6.3.9 zu verfahren.

6.1.5. Zusammenwirken von Verbindungsmitteln

Die Übertragung der Schnittgröße eines Bauteiles gemeinsam durch Schweißnähte, Niete und HV-Paßschrauben ist zulässig, wenn die Anteile der Schnittgröße in den einzelnen Querschnittsteilen eindeutig ermittelbar sind und in jedem Querschnittsteil durch eine Verbindungsart übertragen werden.

6.1.6. Beiwinkel und angeschweißte Beibleche

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

6.2. Schweißverbindungen

6.2.1. Bedingungen für Betriebe und Fachkräfte

6.2.1.1. Betriebe

Die Betriebe müssen den „Befähigungsausweis für den großen Befähigungsnachweis" nach DIN 8563 Blatt 2 und DIN 4100 Beiblatt 1, für Rohrkonstruktionen nach DIN 4115, sowie die nach diesen Normen erforderlichen Fachkräfte und Einrichtungen besitzen.

Für die Herstellung und Instandsetzung einfacher und typisierter Stahltragwerke von Kranen und Kranausrüstungen können als Unter-Lieferanten unter der Verantwortung des Schweißfachingenieurs eines Betriebes mit dem „Großen Befähigungsnachweis" auch Betriebe des „Kleinen Befähigungsnachweises" nach DIN 4100 Beiblatt 2 herangezogen werden.

6.2.1.2. Schweißaufsicht

Der im Rahmen des großen Befähigungsnachweises des Betriebes als Schweißaufsichtsperson anerkannte Schweißfachingenieur muß die Anforderungen nach DIN 8563 Blatt 2 erfüllen und zusätzlich nach DIN 15018 Blatt 1 (Ausgabe April 1974) davon namentlich die Einteilung der Kranarten in Beanspruchungsgruppen nach Tabelle 23 und die Zusammenhänge zwischen Nahtgüten und Kerbfällen nach Tabellen 25 bis 32, beherrschen und beachten.

Der anerkannte Schweißfachingenieur eines Unterlieferbetriebes muß ebenfalls ausreichende Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Nahtgüten und Kerbfällen nach DIN 15018 Blatt 1 und Erfahrungen in der baulichen Ausführung von Kran-Stahltragwerken im Sinne der DIN 15018 Blatt 2 besitzen.

6.2.1.3. Schweißer

Die Schweißer müssen von den als Schweißaufsichtspersonen anerkannten Schweißfachingenieuren nach DIN 8560, Ausgabe August 1968, Prüfgruppe B II, geprüft sein und überwacht werden. Sofern in tragenden Bauteilen nur Kehlnähte ausgeführt werden, genügt Prüfgruppe B I.

Schweißer, die Rohrkonstruktionen schweißen, sind nach Prüfgruppe R I zu prüfen.

6.2.1.4. Zerstörungsfreie Prüfung

Die Betriebe müssen Einrichtungen für zerstörungsfreie Prüfungen entsprechend DIN 15018 Blatt 1 besitzen oder anderweitig benutzen können.

6.2.2. Herstellung

6.2.2.1. Schweißzusatzwerkstoffe

Schweißzusatzwerkstoffe müssen DIN 1913 Blatt 1, DIN 8557 und DIN 8559 entsprechen.

6.2.2.2. Art und Güte der Schweißnähte

Die Schweißnähte sind nach Art, Form, Vorbereitung, Bearbeitung und Prüfung in den Fertigungsunterlagen entsprechend DIN 1912, DIN 8551 Blatt 1, DIN 8563 Blatt 1 und DIN 15018 Blatt 1 zu bezeichnen.

Die den Kerbfällen nach DIN 15018 Blatt 1 zugeordneten Nahtgüten sind einzuhalten.

6.2.2.3. Ausführung

Die Ausführung muß den Fertigungsunterlagen und Die Ausführung muß den Fertigungsunterlagen und DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 5.4, entsprechen.

6.2.2.4. Reinheit der Oberfläche

Schmutz, Rost, Zunder, Schlacke vom Brennschneiden und Farbe müssen vor dem Schweißen entfernt sein.

Hiervon ausgenommen sind Fertigungsanstriche, die zum Überschweißen geeignet sind.

6.2.2.5. Fertigungsbedingungen

Um fachgerechtes Schweißen zu ermöglichen, sind geeignete Vorkehrungen zum Schutz der Schweißer und der Schweißstellen zu treffen, z. B. Schutz gegen Wind, Regen, Schnee und besonders gegen Kälte.

Bei niedrigen Temperaturen am Arbeitsplatz sind einwandfreie Schweißbedingungen zu schaffen, z. B. durch Vorwärmen der Teile und Verhindern zu rascher Abkühlung.

6.2.2.6. Schrumpfbehinderung und Abkühlungsgeschwindigkeit

Schrumpfbehinderung und große Abkühlungsgeschwindigkeit sind nach Möglichkeit zu vermeiden; soweit erforderlich, sind die Teile im Bereich der Nähte vorzuwärmen.

6.2.2.7. Zünden an Bauteilen

Der Lichtbogen darf nur in der Nahtfuge gezündet werden.

6.2.2.8. Dicke der Nähte

Die kleinsten Dicken von Kehlnähten nach Bild 1 und K-Stegnähten mit großer Steghöhe c nach Bild 2 sind begrenzt auf den größeren der Werte:

$$a_{min} = \sqrt{\max t} - 0{,}5\,\text{mm} \quad (1)$$

$$a_{min} = 2\,\text{mm} \quad (2)$$

Die größte Dicke von Flankenkehlnähten und Nähten nach Bild 2 bei T-Stößen und bei solchen Kreuzstößen, bei denen das durchgehende Blech das dünnere ist $(t_2 < t_1)$, beträgt:

$$a_{max} = 0{,}7 \cdot \min t \quad (3)$$

Bei den Nähten nach Bild 2 ist einzusetzen:

$$a = a_1 + \frac{t_1 - c}{2} \quad (4)$$

In den Gleichungen (1) bis (4) bedeuten:

a die Nahtdicke in mm

$\left.\begin{array}{l}\max t \text{ die größere} \\ \min t \text{ die kleinere}\end{array}\right\}$ der Blechdicken t_1 oder t_2 in mm

c die Steghöhe ohne Einbrand in mm

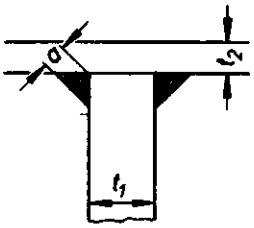


Bild 1.

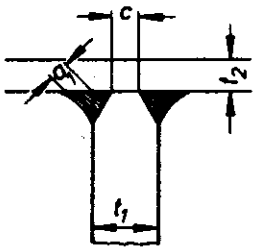


Bild 2.

6.2.3. Stöße von Gurtplatten und Stäben

Gurtplatten und Stäbe sollen rechtwinklig gestoßen werden.

6.2.4. Schweißen in kaltgeformten Bereichen

In kaltgeformten Bereichen darf nur dann geschweißt werden, wenn mindestens die Stahlgütegruppe 2 nach DIN 17100 verwendet wird, die Bauteildicke 8 mm nicht übersteigt und das Verhältnis des Biegeradius r der inneren Rundung zur Blechdicke t nicht kleiner als 1,5 ist.

6.3. Niet- und Schraubverbindungen

6.3.1. Kleinste Niete und Schrauben

Die kleinsten zulässigen Lochdurchmesser und kleinsten zulässigen Gewinde sind in Tabelle 1 angegeben.

6.3.2. Nietarten

In tragenden Bauteilen und wesentlichen Verbindungen sind in der Regel Halbrundniete nach DIN 124 Blatt 1 und DIN 660, in Sonderfällen Senkniete nach DIN 302 Blatt 2, zu verwenden.

6.3.3. Klemmlängen und Schaftlängen

Die größte Klemmlänge für Niete beträgt $s_{max} = 0{,}2 \cdot d^2$.

Dabei sind der Lochdurchmesser d und die Klemmlänge s in mm einzusetzen.

Bei Verwendung von Schrauben nach DIN 7990 sind Scheiben nach DIN 7989 zu verwenden und die Schaftlängen so zu wählen, daß das Gewinde nicht in die zu verbindenden Teile reicht. Für HV-Schrauben müssen Scheiben nach DIN 6916, DIN 6917 und DIN 6918 verwendet werden.

6.3.4. Paßschrauben

Die Passung von Paßschrauben muß bei Schwellspannungen in den Bauteilen H 11/h 11, bei Wechselspannungen in den Bauteilen H 11/k 6 oder kleiner sein.

6.3.5. Rohe Schrauben

Rohe Schrauben dürfen zur Kraftübertragung nur für untergeordnete Bauteile verwendet werden.

6.3.6. Lochabstände

Die Grenzwerte der Lochabstände sind in Tabelle 3 enthalten.

6.3.7. Herstellen von Löchern

Löcher in tragenden Teilen sind zu bohren.

6.3.8. Anzahl der Niete und Schrauben

In Anschlüssen und Stößen müssen mindestens 2 Niete oder Schrauben angeordnet sein. Für ein Querschnittsteil dürfen in Kraftrichtung höchstens 5 Niete, Paßschrauben oder rohe Schrauben hintereinander je Reihe angeordnet sein.

6.3.9. Mittelbare Deckung

Bei mittelbarer Deckung über m Zwischenlagen ist die Anzahl n' der Niete oder Schrauben, nicht aber Schrauben für HV-Verbindungen, gegenüber der bei unmittelbarer Deckung rechnerisch erforderlichen Anzahl n zu erhöhen auf

$$n' = n\,(1 + 0{,}3 \cdot m)$$

6.3.10. Schraubensicherungen

Schrauben und Muttern sind gegen Lösen zu sichern.

Bei HV-Schrauben gilt die Vorspannung als Sicherung.

7. Schienen- und Schienenbefestigungen

7.1. Schweißverfahren und Schweißbedingungen

Beim Schweißen der Schienen müssen Schweißverfahren und Schweißbedingungen den Eigenschaften des Schienenwerkstoffes entsprechen.

7.2. Stumpfschweißungen

Stumpfschweißungen müssen den ganzen Querschnitt erfassen.

7.3. Schubfest verbundene Schienen

Ist in der Berechnung schubfeste Verbindung der Schienen mit dem Schienenträger vorausgesetzt, dann müssen die Schienen mit entsprechenden Verbindungsmitteln angeschlossen werden. Niete dürfen hierfür nicht verwendet werden.

7.4. Nicht schubfest verbundene Schienen

Bei Schienen, die mit dem Schienenträger nicht schubfest verbunden sind, ist das Wandern zu begrenzen. Bei Kranen der Betriebsgruppe B 4 bis B 6 sind Schleißunterlagen vorzusehen.

Tabelle 3. **Lochabstände**

Nr	Art der Mittenabstände von Niet- oder Schraubenlöchern [1]		Mittenabstand max. [1]		Mittenabstand min.
1	Endabstand in Kraftrichtung		$4d$	$8t$	$2d$
2	Randabstand senkrecht zur Kraftrichtung		$4d$	$8t$ [2]	$1{,}5d$
3	Abstand in tragenden Bauteilen und wesentlichen Verbindungen		$6d$	$12t$	$3d$
4	Abstand in tragenden Bauteilen mit Druckspannungen	Spannungen in Nieten und Schrauben unter 50 % der zulässigen Werte	$7d$	$14t$	
5	Abstand in tragenden Bauteilen mit Zugspannungen		$8d$	$16t$	
6	Abstand in untergeordneten Bauteilen	von Kranen im Freien	$10d$	$50\sqrt{t}$	
7		von Kranen in geschlossenen Hallen	$15d$	$75\sqrt{t}$	

d Lochdurchmesser
t Kleinere Dicke der außenliegenden Teile

In breiten Bauteilen mit mehr als zwei Niet- oder Schraubenreihen sind die äußeren Reihen nach obigen Regeln anzuordnen. In den inneren Reihen sind die doppelten Abstände zulässig; siehe Bild 3.

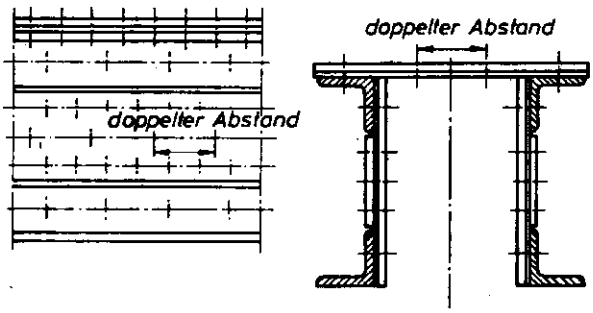


Bild 3.

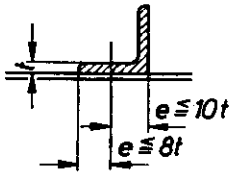


Bild 4.

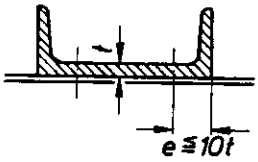


Bild 5.

[1] Der kleinere Wert ist maßgebend.
[2] Bei Stab- und Formstählen darf am versteiften Rand der Randabstand 10 t betragen; siehe Bilder 4 und 5.

8. Korrosionsschutz

8.1. Allgemeines

Alle Bauteile sind ausreichend gegen Korrosion zu schützen, sofern nicht der Korrosionsschutz durch die verwendete Stahlsorte gegeben ist. Es ist ein den Korrosionsbedingungen entsprechendes Anstrichsystem (Oberflächenvorbereitung, Grundierung, Verträglichkeit der Stoffe, Schichtdicke, zeitlicher Ablauf) zu wählen (siehe DIN 18364 und DIN 55928) oder ein anderes Schutzsystem (z. B. Metallüberzüge). Die Erneuerung des Korrosionsschutzes von Krantragwerken ist wegen fest angebauter mechanischer und elektrischer Ausrüstungsteile schwierig und kann zur Beschädigung dieser Teile führen. Deshalb ist der erstmalige Korrosionsschutz besonders sorgfältig durchzuführen.

Die Oberflächenvorbereitung und der erste Grundanstrich sind im allgemeinen im Herstellerwerk vorzunehmen. Bei Transport und Aufstellung sind Schäden am Grundanstrich möglichst zu vermeiden; etwaige Schäden sind auszubessern.

Für den Korrosionsschutz von Seilen ist auch Abschnitt 9.1 zu beachten.

8.2. Besondere Maßnahmen

8.2.1. Außenflächen

Die Mindestabstände der Tabelle 2 sind einzuhalten, damit der Korrosionsschutz leicht aufgebracht und unterhalten werden kann.

8.2.2. Innenflächen in Hohlbauteilen

a) Luftdicht geschlossene Hohlbauteile, z. B. Kästen oder Rohre, erhalten im Inneren keinen Korrosionsschutz.

b) Geschlossene Hohlbauteile mit Zugang, der in der Regel durch einen Mannloch- oder Handlochdeckel dicht verschlossen ist, benötigen im Inneren im allgemeinen ebenfalls keinen Korrosionsschutz. Für innen begehbare Bauteile ist im Inneren ein gegenüber dem äußeren Korrosionsschutz vereinfachter Korrosionsschutz zu empfehlen.

c) Hohlbauteile, die einen mit Laschen gedeckten Niet- oder Schraubstoß aufweisen, sind nicht luftdicht und erhalten im Inneren einen Korrosionsschutz aus quellfesten, z. B. bituminösen Anstrichstoffen. Außerdem sind Wasserabflußlöcher von mindestens 25 mm Durchmesser vorzusehen, die so anzuordnen sind, daß in den Hohlraum unter Umständen eingedrungenes Wasser bei allen planmäßig möglichen Lagen des Bauteiles abfließen, aber keines eindringen kann. Bei Kranen in geschlossenen Hallen sind Wasserabflußlöcher unnötig.

8.2.3. Verbindungen mit Nieten

In Nietverbindungen erhalten die sich überdeckenden Flächen der Bauteile vor dem Zusammenbau einen bleifreien Anstrich, z. B. Eisenoxydrot-Zinkoxyd.

8.2.4. Verbindungen mit Paßschrauben oder Schrauben ohne Passung

In Schraubverbindungen — ausgenommen HV-Verbindungen (siehe Abschnitt 8.2.5) — erhalten die sich überdeckenden Flächen der Bauteile vor dem Zusammenbau den gleichen Grundanstrich wie die Außenflächen nach Abschnitt 8.1.

8.2.5. Verbindungen mit HV-Schrauben

HV-Verbindungen sind nach den „Vorläufigen Richtlinien für HV-Verbindungen" zu behandeln.

Der in den Ergänzungen zu den „Vorläufigen Richtlinien für HV-Verbindungen" vom März 1967, Abschnitt 3, aufgeführte gleitfeste Anstrich der Reibflächen darf im Kranbau angewendet werden.

8.2.6. Fugenabdichtung

In Verbindungen nach den Abschnitten 8.2.3 bis 8.2.5 sind alle Fugen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit abzudichten.

8.3. Betonumhüllung

Von Beton teilweise umhüllte Stahlteile sind an ihren Austrittsstellen gegen Witterungseinflüsse zu schützen, z. B. durch Abdichten mit bituminösen Stoffen oder Kunststoffen, wie Polysulfid.

8.4. Andere Korrosionsschutzarten

Schutzsysteme aus Metallüberzügen mit zusätzlichem Anstrich oder ohne solchen sind zulässig, z. B. Feuerverzinkung oder Spritzverzinkung nach DIN 8565. Auch Kunststoffüberzüge dürfen angewendet werden, wenn ihre Eignung nachgewiesen ist.

9. Halte- und Abspannseile

9.1. Machart und Korrosionsschutz

Als Halte- und Abspannseile sind vorzugsweise Drahtseile aus stark verzinkten oder verzinkt gezogenen Stahldrähten nach DIN 2078 zu verwenden. Die Seile sind zusätzlich durch mindestens zwei Deckanstriche zu schützen. Verschlossene oder Spiralseile sollen bevorzugt werden.

Jedes Halte- und Abspannseil soll in der Länge aus einem Stück bestehen.

Parallel geschaltete Seile zum Abspannen eines Bauteiles müssen von gleicher Machart sein.

Bei Kranen, die zum planmäßigen und häufigen Standortwechsel bestimmt und eingerichtet sind, können auch stark verzinkte ein- oder mehrlagige Litzenseile mit Stahlseele verwendet werden. Die Deckanstriche dürfen dabei entfallen.

9.2. Verankerungen und Verbindungen

Seile sind durch bauliche Maßnahmen, z. B. gelenkigen Anschluß, möglichst biegungsfrei zu verankern. Die Seile müssen im allgemeinen nachspannbar sein, z. B. mit Spannschloß, ohne sie dabei auf Verdrehen zu beanspruchen.

9.3. Seilbefestigungen

Seile können je nach Machart und Durchmesser mit Seilösen (gespleißt, z. B. nach DIN 83318, oder verpreßt), gepreßten Stahlhülsen, kegeligen Hülsen (verkeilt oder vergossen) oder mit Seilschloß befestigt werden. Verschlossene Seile und Spiralseile sind in der Regel in kegeligen Hülsen zu vergießen (z. B. nach DIN 83315). Seilenden in Seilschlössern sind gegen Herausziehen zu sichern, wenn sich der Keil bei schlaffem Seil lösen kann. Seilverbindungen mit Knoten sind nicht zulässig. Drahtseilklemmen (z. B. nach DIN 741) sind nur ausnahmsweise und nur für vorübergehende Verbindung bei sorgfältigster Ausführung und strengster Überwachung zulässig.

9.4. Seilsättel und Poller

Die Mindesthalbmesser von Seilsätteln und Mindestdurchmesser von Pollern nach Tabelle 4 sind einzuhalten.

Tabelle 4. **Seilsättel und Poller**

Seilaufbau	Mindestwerte	
	Halbmesser von Seilsätteln R	Durchmesser von Pollern D
Verschlossene Seile	25 d	–
Spiralseile	20 d	40 d
Litzenseile	15 d	30 d

Seilsättel sollen möglichst eine dem Seildurchmesser d angepaßte Rille haben.

Erläuterungen

Die Norm DIN 120, Ausgabe November 1936, wurde in mehrere Blätter aufgeteilt. Die vorliegende DIN 15018 Blatt 2 ergänzt DIN 15018 Blatt 1 — Krane, Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung.

Die Grundlagen für die Herstellung von Stahltragwerken und deren Ausführung in Schweiß-, Niet- und Schraubbauweise werden als bekannt vorausgesetzt.

DIN 4100 — Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung, Berechnung und bauliche Durchbildung — ist soweit berücksichtigt, wie es für die Krane mit vorwiegend veränderlichen, häufig wiederholten schwellenden oder wechselnden Beanspruchungen angewendet werden darf.

Anwendungsbereich

In den Anwendungsbereich fallen außer Krane und Kranausrüstungen auch fahrbare Tragwerke mit Stetigförderern, jedoch nicht Kranbahnen, Bagger, Wagen-Kipper und Bergwerksmaschinen.

Weitere Normen und Richtlinien

Als außerdem zu beachtende Normen und Richtlinien sind solche angegeben, die ohne jeweilige Nennung stets mitgelten und solche, die nur für den im Text genannten Bezug wichtig sind.

Besonders wichtig ist für die Hersteller und Betreiber von Kranen die genaue Kenntnis der Betriebsgruppen und Kerbfälle nach DIN 15018 Blatt 1.

Allgemeine Angaben

Die Tragwerke sind so auszubilden, daß ihre Systeme der Berechnung entsprechen.

Als tragend gelten alle Teile und Verbindungen, für die Nachweise nach DIN 15018 Blatt 1 geführt werden müssen.

Überhöhungen und andere Vorformen werden nicht auf bestimmte Maße begrenzt. Die Steifigkeiten (Schwingungen) brauchen nur ausgeglichen oder verringert zu werden, weil sonst der Kranbetrieb behindert wäre.

Werkstoffe

In DIN 15018 Blatt 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 6.4, sind die verwendbaren Stähle genannt. Die Gütegruppen, Erschmelzungs- und Vergießungsarten der Stahlsorten sind aus DIN 17100 „Allgemeine Baustähle, Gütevorschriften", zu entnehmen.

Für geschweißte Bauteile sind die Stahlsorten nach den „Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten" des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, DASt-Richtlinie 009, zu bestimmen.

Verschiedene Stahlsorten im gleichen Bauteil sind zugelassen. In den übrigen Unterlagen für die Fertigung sind die Stahlsorten genau zu bezeichnen.

Bauteile

Bei der Durchbildung der Bauteile und Verbindungen ist auf gute Herstellbarkeit, Zugänglichkeit und ggf. Schweißbarkeit zu achten. Soweit für Schutz gegen Korrosion (siehe Abschnitt 8) und für Möglichkeiten zu Unterhaltungsarbeiten nicht anderweitig gesorgt wird, sind in der Tabelle 2 Mindestabstände zwischen benachbarten Kanten und Wänden je nach Form und Höhe der Bauteile festgesetzt.

Für Schnittflächen beim Brennschneiden wird ausdrücklich mindestens die Güte II nach DIN 2310 Blatt 1 gefordert, mit Ausnahme der Teile nach den Kerbfällen W 01 und W 11, gemäß DIN 15018 Blatt 1.

Verbindungen

Alle Verbindungen sollen gedrängt angeordnet werden, wobei die Schwerachsen der Naht-, Niet- oder Schraubgruppen mit den Schwerachsen der Stäbe und Anschlußteile übereinstimmen sollen, damit zusätzliche Spannungen vermieden werden.

Die für die Forderungen an Betriebe, Schweißfachingenieure und Schweißer einzuhaltenden Normen, DIN 8563, DIN 4100, DIN 15018 Blatt 1 (wegen der Einteilung der Krane in Betriebsgruppen, Kenntnis der Nahtgüten und der Zusammenhänge mit den Kerbfällen) sind genannt. Die Schweißer müssen der Prüfgruppe B 2 nach DIN 8560 genügen. Sofern in tragenden Bauteilen nur Kehlnähte ausgeführt werden, genügt Prüfgruppe B 1. Schweißer, die Rohrkonstruktionen schweißen, sind nach Prüfgruppe R 1 zu prüfen.

Eine ständige Überwachung der Schweißer durch anerkannte Schweißfachingenieure ist notwendig. Einrichtungen zur zerstörungsfreien Prüfung der Nähte mittels Durchstrahlung, Durchschallung und/oder Durchlüftung müssen vorhanden oder anderweitig benutzbar sein.

Schienen und Schienenbefestigungen

Beim Verschweißen von Schienen sind die Verfahren von Bedingungen auf die besonderen chemischen und mechanischen Eigenschaften des Schienenstahls abzustimmen.

Die Schweißungen müssen den ganzen Querschnitt erfassen. Die Schienen können a) „schubfest", b) „nicht schubfest" mit dem Schienenträger verbunden werden.

Im Falle a) dürfen keine Niete verwendet werden; im Falle b) ist das Wandern und bei Betriebsgruppen B 4 bis B 6 auch der Verschleiß durch entsprechende Vorrichtungen und Unterlagen zu begrenzen.

Korrosionsschutz

Alle Bauteile sind ausreichend gegen Korrosion zu schützen, sofern nicht der Korrosionsschutz durch die verwendete Stahlsorte gegeben ist.

Halte- und Abspannseile

Vorgeschrieben sind Macharten aus Stahldrähten nach DIN 2078 und ihr Korrosionsschutz, wobei verschlossene Seile oder Spiralseile zu bevorzugen sind. Höchstens bei häufig den Standort wechselnden Kranen, z. B. Turmdrehkranen für den Baubetrieb, dürfen auch stark verzinkte ein- oder mehrlagige Litzenseile mit Stahlseele, notfalls ohne Deckanstrich, verwendet werden. Mehrere zusammenwirkende, parallelgeschaltete Abspannseile müssen gleiche Machart haben.

23236

DIN 15019 Krane; Standsicherheit

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung
v. 23. 12. 1981 – V B 4 – 481.123

Anlage

1 Die Norm

DIN 15019 Teil 1,	Ausgabe September 1979 – Krane; Standsicherheit für alle Krane, außer gleislosen Fahrzeugkranen und außer Schwimmkranen –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

Sie ersetzt zusammen mit DIN 15018 Teile 1 und 2, Ausgabe April 1974, und DIN 4132, Ausgabe Februar 1981, die Normen

DIN 120,	Ausgabe November 1936 –
Teil 1	Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen,
Teil 2	–; Grundsätze für die bauliche Durchbildung.

Die RdErl., mit denen diese Normen bauaufsichtlich eingeführt wurden, sind mit RdErl. v. 21. 12. 1981 (MBl. NW. 1982 S. 50/SMBl. NW. 23236) aufgehoben worden.

2 Bei Anwendung der Norm DIN 15019 Teil 1 ist folgendes zu beachten:

Zu Abschnitt 8.1 – Kleine Prüfbelastung

Die Prüfung mit kleiner Prüfbelastung ist Bestandteil des Standsicherheitsnachweises (siehe auch Abschnitt 3.3). Bei der Schlußabnahme muß der Nachweis über diese Prüfung vorliegen.

3 Der RdErl. v. 16. 11. 1979 (SMBl. NW. 2323) ist in der Anlage bei Abschnitt 7 wie folgt zu ergänzen:

Spalte 1: 15019
Teil 1

Spalte 2: September 1979

Spalte 3: Krane; Standsicherheit für alle Krane außer gleislosen Fahrzeugkranen und außer Schwimmkranen.

Spalte 4: 23. 12. 1981

Spalte 5: MBl. NW. S. 144
SMBl. NW. 23236

DK 621.873.1.016 : 620.1 DEUTSCHE NORMEN Anlage September 1979

Krane

Standsicherheit

für alle Krane außer gleislosen Fahrzeugkranen und außer Schwimmkranen

DIN 15 019 Teil 1

Cranes; stability for all cranes except non-rail mounted mobile cranes and except swimming cranes

Teilweise Ersatz für DIN 120 Teil 1

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gesetzes über technische Arbeitsmittel.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 1. September 1979

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Diese Norm ist auf alle Krane nach DIN 15 018 Teil 1 anzuwenden, bei denen die Sicherheit gegen Umkippen und gegen Abtreiben durch Wind nachzuweisen sind, außerdem auf jene Kranteile, die mit dem übrigen Tragwerk nicht formschlüssig verbunden sind.

Sie ist auch auf gleislose Fahrzeugkrane mit feststehendem Turm anzuwenden.

1.2 Diese Norm ist nicht anzwenden auf andere gleislose Fahrzeugkrane sowie auf Schwimmkrane und fest mit Gründungskörpern oder Bauwerken verbundene Krane.

2 Mitgeltende Normen

DIN 1055 Teil 4 Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke

DIN 15 018 Teil 1 Krane; Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung

3 Begriff und allgemeiner Hinweis

3.1 Standsicherheit im Sinne dieser Norm umfaßt Sicherheit gegen Umkippen und Sicherheit gegen Abtreiben durch Wind.

3.2 Bei allen Nachweisen wird vorausgesetzt, daß die vom Hersteller und vom Betreiber vorgeschriebenen Betriebsanleitungen sowie die Unfallverhütungsvorschriften (UVV „Krane" – VBG 9) eingehalten sind.

3.3 Die Sicherheit gegen Umkippen ist durch Berechnungen und durch Prüfbelastungen nachzuweisen.

4 Einteilung der Krane

Die Krane werden für den Nachweis der Standsicherheit wie folgt nach Tabelle 1 eingeteilt:

Tabelle 1. **Kranarten**

Kranart	Bezeichnung
1	Alle Kranarten, außer Kranarten 2 bis 5
2	Fahrbare oder abgestützte Turmdrehkrane für den Baubetrieb, einschließlich der Auto-, Mobil- und Raupen-Turmdrehkrane
3	Schienendrehkrane auf Regel- oder anderer Eisenbahnspur, aber ohne die nach Kranart 4
4	Eisenbahnkrane von besonderer Bauart auf Regelspur, in Zügen zugelassen
5	Krane von besonderes großer Tragfähigkeit, in der Regel über 100 t

5 Lastfälle

Für die rechnerischen Nachweise der Standsicherheit werden 5 Lastfälle nach Tabelle 2 festgelegt.

Tabelle 2. **Lastfälle**

Lastfall	Beschreibung
1	Kran in Betrieb mit Wind
2	Kran in Betrieb ohne Wind
3	Kran in Betrieb bei plötzlichem Energieausfall – Notaus
4	Kran bei plötzlichem Absetzen oder Abreißen der Hublast
5	Kran außer Betrieb bei Sturm

Frühere Ausgaben:
DIN 120 Teil 1: 11.36xxxx

Änderung September 1979:
Inhalt teilweise aus DIN 120 Teil 1 übernommen, siehe auch Erläuterungen.

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

6 Berücksichtigung der Windwirkung

6.1 Normalfall

6.1.1 Jeder Kran muß in den Zuständen in und außer Betrieb nach Tabelle 2 an jeder Stelle der Kranbahn standsicher sein. Sonderfälle regelt Abschnitt 6.2.

6.1.2 Der rechnerische Staudruck für Krane in Betrieb ist in Übereinstimmung mit DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.2.1 mit q = 250 N/m² anzusetzen.

6.1.3 Der Kran ist außer Betrieb zu setzen, wenn die dem Grenzstaudruck q_0 entsprechende Windgeschwindigkeit, ermittelt aus einem 10 Sekunden-Mittel überschritten wird.

$$q_0 \leq q - 30\sqrt{t}$$

Hierin bedeuten:

q_0 = Grenzstaudruck in N/m²

q = Rechnerischer Staudruck in Betrieb, entsprechend Abschnitt 6.1.2 oder Abschnitt 6.2.1 in N/m²

t = Zeit in Minuten vom Überschreiten des Grenzstaudrucks q_0 bis zum Abschluß der Sicherheitsmaßnahmen.

6.1.4 Kranbewegungen in jeder Richtung müssen mit der Nennleistung ihrer Antriebe bei dem Grenzstaudruck q_0, mindestens aber bei dem 0,6fachen Wert des rechnerischen Staudrucks entsprechend Abschnitt 6.1.2 oder Abschitt 6.2.1, sichergestellt sein.

6.1.5 Die größten übertragbaren Momente der Antriebe entsprechend Abschnitt 6.1.4 einschließlich der Bremsen müssen mindestens den Wirkungen des rechnerischen Staudrucks entsprechen.

6.2 Sonderfälle

6.2.1 Von dem unter Abschnitt 6.1.2 genannten rechnerischen Staudruck darf im Einvernehmen zwischen Hersteller und Betreiber in folgender Weise abgewichen werden:

Fall a) 125 N/m² $\leq q <$ 250 N/m²

wenn eine häufigere Betriebsunterbrechung durch Überschreitung des Grenzstaudrucks hingenommen werden kann und eine, den erhöhten Anforderungen angepaßte, Windüberwachung sichergestellt ist;

Fall b) 250 N/m² $< q \leq$ 500 N/m²

wenn an die Verfügbarkeit des Kranes besonders hohe Anforderungen gestellt werden.

6.2.2 Bei Kranen, die aus besonderen Gründen für den Fall außer Betrieb nicht an jeder Stelle der Kranbahn standsicher sind, ist bei der Ermittlung der Zeit t nach Abschnitt 6.1.3 die längste Fahrzeit in die Außerbetriebstellung bei ansteigendem Staudruck zusätzlich zu berücksichtigen. Die erhöhten Anforderungen an die Windüberwachung nach Abschnitt 6.2.1 gelten entsprechend.

6.3 Angaben in den Betriebsanleitungen

Der rechnerische Staudruck q entsprechend Abschnitt 6.1.2, der Grenzstaudruck q_0 und die Zeit t, innerhalb derer der Kran außer Betrieb zu nehmen ist, sind in den Betriebsanleitungen aufzuführen.

7 Rechnerischer Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen

7.1 Allgemeine Angaben

Ein Kran gilt als sicher gegen Umkippen, wenn – bezogen auf die jeweils ungünstigste Kippkante – bei Belastung durch die Eigenlasten sowie durch die rechnerischen Hublasten, Massenkräfte und Windlasten laut Tabelle 3, die für diese Lasten Sicherheitszahlen unterschiedlicher Größe angibt, für jeden der Lastfälle nach Tabelle 2 in ungünstigsten Belastungskombinationen, die Summe aller Momente $\geq$ 0 ist, wobei umkippend wirkende Momente negativ anzusetzen sind.

7.2 Voraussetzungen der Berechnung

7.2.1 Kippsicherungen dürfen nur berücksichtigt werden, wenn nachgewiesen wird, daß die durch sie übertragenen Kräfte sicher abgeleitet werden.

7.2.2 Bei Kranen der Kranart 2 dürfen lösbare Kippsicherungen zum Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen nicht herangezogen werden.

7.2.3 Bei Kranen der Kranart 2 ist im Zweifelsfall nachzuweisen, daß der Ausleger bei Lastfall 5 ungehindert in die Windrichtung eindrehen kann.

7.2.4 Die Fahrbahn, Standfläche oder die Gleisanlage sind in Tabelle 3 waagerecht vorausgesetzt; anderenfalls sind die Schräglagen zu berücksichtigen.

7.3 Lastannahmen

7.3.1 Eigenlasten

7.3.1.1 Es sind alle Eigenlasten G nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitte 4.1.1 und 4.1.2, die die Standsicherheit beeinflussen, mit ihren ungünstigsten Werten und in ungünstigster, jedoch zugeordneter Lage zu berücksichtigen, aber ohne die Eigenlastbeiwerte φ nach Abschnitt 4.1.4.1.

7.3.1.2 Im Lastfall 5 können besondere Maßnahmen vorgeschrieben werden, deren Auswirkungen auf Größe und Lage der Eigenlasten in der Berechnung berücksichtigt werden dürfen.

7.3.2 Hublasten

Die Hublasten P sind nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.1.3, anzunehmen, jedoch ohne die Hublastbeiwerte ψ nach Abschnitt 4.1.4.2.

7.3.3 Massenkräfte

7.3.3.1 Als Massenkräfte müssen die Werte nach Tabelle 3, Spalte 5, eingesetzt werden. Die Massenkräfte M sind nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.1.5 zu ermitteln.

7.3.3.2 Die einzelnen Massenkräfte sind nur insoweit einzusetzen, wie sie mit den übrigen Massenkräften und den Windlasten gemeinsam wirken können.

7.3.3.3 Die Wirkung des Pufferanpralls von Katzen und Kranen ist nach DIN 15 018 Teil 1 zu berücksichtigen.

7.3.4 Windlasten

Die Windlasten W sind nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.2.1 anzusetzen (Abweichungen siehe Abschnitt 6.2.1).

Tabelle 3. **Lastannahmen für Eigenlasten, Hublasten, Massenkräfte und Windlasten beim Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen**

1	2	3	4	5	6	7	8
Kranarten nach Tabelle 1	Lastfall nach Tabelle 2	Eigenlast (nach Abschnitt 7.3.1)	Hublast (nach Abschnitt 7.3.2) einschließlich lotrechte Massenkräfte	Massenkräfte aus Antrieben (nach Abschnitt 7.3.3)	Wind: Staudruck q [1] N/m²	Wind: Windlast W (nach Abschnitt 7.3.4)	Lösbare Kippsicherungen
1	1 Betrieb mit Wind	1,0 · G	1,4 · P	1,0 M	250	1,0 · W	gelöst
	2 Betrieb ohne Wind		1,5 · P	1,0 M	0	0	
	3 Betrieb mit plötzlichem Energieausfall – Notaus		1,7 · P	0	0	0	
	4 Betrieb bei plötzlichem Absetzen oder Abreißen der Last		– 0,1 · P	0	250	1,0 · W	
	5 Außer Betrieb bei Sturm		0	0	nach DIN 1055 Teil 4	1,2 · W	fest
2	1 Betrieb mit Wind		1,1 · P	1,0 M	250	1,0 · W	siehe Abschnitt 7.2.2 und 7.2.3
	2 Betrieb ohne Wind		1,45 · P	1,0 M	0	0	
	3 Betrieb bei plötzlichem Energieausfall – Notaus		1,6 · P	0	0	0	
	4 Betrieb bei plötzlichem Absetzen oder Abreißen der Last		– 0,3 · P	0	0	0	
	5 Außer Betrieb bei Sturm – Ausleger frei drehbar – von vorn		0	0	nach DIN 1055 Teil 4	0,8 · W	
	5 Außer Betrieb bei Sturm – Ausleger frei drehbar – von hinten		0	0		1,2 · W	
	5 Außer Betrieb bei Sturm – Ausleger nicht frei drehbar – von allen Seiten		0	0		1,2 · W	
3	1 Betrieb mit Wind		1,2 · P	1,0 · M	250	1,0 · W	ohne
	2 Betrieb ohne Wind		1,45 · P	1,0 M	0	0	
	3 Betrieb bei plötzlichem Energieausfall – Notaus		1,6 · P	0	0	0	
	4 Betrieb bei plötzlichem Absetzen oder Abreißen der Last		– 0,3 · P	0	0	0	
	5 Außer Betrieb bei Sturm		0	0	nach DIN 1055 Teil 4	1,2 · W	
4	Nach Vereinbarung mit der zuständigen Aufsichtsstelle						
5							

[1]) Sonderfälle siehe Abschnitt 6.2.1

8 Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen durch Prüfbelastung

8.1 Kleine Prüfbelastung (in der Bewegung)

Diese Prüfbelastung ist vor der ersten Inbetriebnahme bei Windstille mit den Prüflasten nach Tabelle 4, Spalte 2, durchzuführen; hierbei müssen alle zulässigen Bewegungen einzeln mit den ungünstigsten Laststellungen, aber mit der im regelmäßigen Betrieb gebotenen Vorsicht ausgeführt werden. Windstille darf angenommen werden, wenn der Staudruck 40 N/m² nicht überschreitet.

8.2 Große Prüflast (in Ruhe)

Zusätzlich können die Krane unter Beachtung von DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 4.3.3, mit einer ruhenden Prüflast nach Tabelle 4, Spalte 3, geprüft werden.

8.3 Skalenstriche der Anzeigeeinrichtung

Die Skalenstriche der Anzeigeeinrichtung für die Ausladung bei Ausleger- und Drehkranen sind wegen der Formänderung im belasteten Zustand des Kranes mit der jeweils vorgesehenen Hublast festzulegen.

9 Nachweis der Sicherheit gegen Abtreiben durch Wind

9.1 Die Sicherheit gegen Abtreiben durch Wind ist bei allen im Freien arbeitenden Kranen nachzuweisen, und zwar für:

- Lastfall 1 Krane in Betrieb mit Wind mit dem 1,0fachen Staudruck nach Abschnitt 6.1.2 bzw. nach Abschnitt 6.2.1
- Lastfall 5 Krane außer Betrieb bei Sturm mit den 1,2fachen Windlasten nach DIN 1055 Teil 4, Ausgabe Mai 1977, Tabelle 1

Hierbei sind die Fahrwiderstände und Reibungszahlen nach Tabelle 5 einzusetzen.

9.2 Für von Hand betätigte Schienenzangen darf die hierfür benötigte Handkraft höchstend 300 N betragen.

Tabelle 4. **Prüflasten**

1	*2*	*3*
Kranarten nach Tabelle 1	Kleine Prüflast nach Abschnitt 8.1	Große Prüflast nach Abschnitt 8.2
1	1,25 · *P*	1,4 · *P*
2	1,25 · *P*	1,33 · *P*
3	1,25 · *P*	1,4 · *P*
4	Nach Vereinbarung mit den zuständigen Aufsichtsstellen	
5		

Tabelle 5. **Fahrwiderstände und Reibungszahlen**

Verhältnis: Fahrwiderstand / Radlast		Reibungszahl zwischen Schiene und	
Gleitlager	Wälzlager	gebremstem Rad	Schienenzange [1] (aufgerauht und gehärtet)
0,02	0,005	0,14	0,25

[1] Mit größeren Reibungszahlen darf gerechnet werden, wenn diese nachweisbar bei allen Oberflächenzuständen und -beschaffenheiten (z. B. Öl, Verschmutzung, Eis) zutreffen.

Erläuterungen

Die Gründe für den Ersatz von DIN 120, Ausgabe November 1936, durch drei Normen, nämlich DIN 15 018 für Krane, DIN 15 019 für die Standsicherheit und DIN 4132 für Kranbahnen, sind in den Erläuterungen zu DIN 15 018 Teil 1 ausführlich dargestellt.

DIN 15 019 enthält – entsprechend DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 7.5 – nur die Regeln für die geforderten Nachweise für die Standsicherheit, und zwar in zwei Teilen:

Teil 2 „Standsicherheit für gleislose Fahrzeugkrane" und die hier vorliegende Norm Teil 1, die auf alle übrigen Krane mit Ausnahme von Schwimmkranen gemäß DIN 15 018 Teil 1 anzuwenden ist.

DIN 15 019 Teil 1 ersetzt den § 22 von DIN 120 Teil 1.

Mit dieser Trennung können die vielfältigen Bauarten und künftigen Weiterentwicklungen berücksichtigt werden.

Zu Abschnitt 1 – **Anwendungsbereich und Zweck**

Mit Gründungskörpern oder Bauwerken verbundene Krane fallen nicht unter den Anwendungsbereich dieser Norm, weil hier weniger die Standsicherheit als vielmehr die Spannungen in den entsprechenden Bauteilen nachzuweisen sind, z. B. Pressungen in der Bodenfuge, Festigkeit von Abspannseilen und Sicherheit von Verankerungen. Bei diesen Nachweisen empfiehlt es sich, die Bedingungen für fahrbare Turmdrehkrane nach Tabelle 3 zugrundezulegen.

Zu Abschnitt 4 – **Einteilung der Krane**

Gemäß Tabelle 1 „Kranarten" gehören zu Kranart 2 auch Turmdrehkrane, die wie Auto-, Mobil- und Raupenkrane fortbewegt werden, bei denen aber der Turm auf der Drehbühne eingespannt ist und es längerer Arbeiten und damit auch längerer Zeit bedarf, den Turm auf den Boden abzulegen und damit der Wirkung eines aufkommenden Sturmes zu entziehen.

Bei den Auto-, Mobil- und Raupenkrane ist demgegenüber der Hauptausleger immer um eine horizontale Achse drehbar an der Drehbühne angelenkt und wird durch Verstellseile in seiner aufgerichteten Arbeitslage gehalten. Es bedarf lediglich der Betätigung des Verstellwerkes, um das Auslegersystem in angemessen kurzer Zeit auf dem Boden abzulegen.

Das entscheidende Kriterium ist die Möglichkeit, in angemessen kurzer Zeit das Tragwerk der Wirkung eines aufkommenden Sturmes zu entziehen.

Die in Tabelle 1 unter Kranart 3 genannten Schienendrehkrane auf Regel- oder anderer Eisenbahnspur sind Krane, die nur innerhalb eines begrenzten Arbeitsbereiches fahren. Sie dürfen diesen nicht verlassen; ihr Laufwerk ist nicht für die im Verkehr übliche Geschwindigkeit geeignet. Dagegen unterstehen Eisenbahnkrane nach Kranart 4 den Eisenbahnverwaltungen und dienen dort in unterschiedlichsten Bauarten den verschiedensten Zwecken. Die Standsicherheitsbedingungen sind außerdem je nach Verwendung sehr unterschiedlich und können aus diesem Grunde nicht in die allgemeine Norm aufgenommen werden, sondern bleiben besonderen Vereinbarungen vorbehalten.

Auch für Krane der Kranart 5 von besonders großer Tragfähigkeit, meist über 100 t, werden Hersteller, Betreiber und Aufsichtsstellen im allgemeinen abweichende Bedingungen besonders vereinbaren, wie diese Krane wegen ihres hohen Wertes sehr sorgfältig bedient werden müssen, im Betrieb nicht überlastet werden dürfen und auch die entsprechend großen Prüflasten selten beigestellt werden könnnen.

Zu Abschnitt 5 – **Lastfälle**

Die Lastfälle 1 und 2 für Krane in Betrieb mit und ohne Wind sind für sich verständlich.

Mit dem Lastfall 3 „Notaus" sollen die Einflüsse auf die Sicherheit gegen Umkippen bei plötzlichem Energieausfall oder beim selbsttätigen Abschalten infolge Überbelastung, aber ohne Wind erfaßt werden, wobei nur Eigenlasten und die erhöhten Hublasten nach Tabelle 3, Spalte 4, angreifen.

Im Lastfall 4 sind die Wirkungen beim plötzlichen Absetzen oder Abreißen der Hub- oder Nutzlast ohne Wind, für Kranart 1 jedoch mit Wind, zu untersuchen. Bei plötzlicher Entlastung, wenn, z. B. die Hublast frei durchfallen kann oder ein Greifer schnell entleert wird, können erhebliche nach oben gerichtete Reaktionskräfte auftreten. In diesem Fall muß eine ausreichende Sicherheit gegen Umstürzen nach hinten nachgewiesen werden.

Im Lastfall 5 „Kran außer Betrieb bei Sturm" müssen die von Hersteller, Betreiber und Aufsichtsstelle vorgeschriebenen Betriebsanleitungen, die Unfallverhütungsvorschriften und ähnliche Bestimmungen eingehalten werden. Welche Maßnahmen jeweils zu treffen sind, hängt von den gegebenen Verhältnissen und der Kranart ab und kann daher in einer allgemeinen Norm nicht angegeben werden. Die Beachtung der vorgeschriebenen Maßnahmen ist wichtig, um zutreffende Lastannahmen wählen zu können, so z. B. wird für Turmdrehkrane im allgemeinen vorgeschrieben, bei Außerbetriebnahme des Kranes die Drehwerksbremse zu lösen und den Ausleger gegebenenfalls auf größte Ausladung zu stellen, damit er sich in die Windrichtung drehen kann.

Im Gegensatz hierzu wird bei Hafenkranen gefordert, daß bei Außerbetriebnahme der Ausleger parallel zu Gleisrichtung gedreht und blockiert wird, um den Schiffsverkehr nicht zu behindern. Damit aber das Drehmoment durch Wind bei entsprechender Windrichtung nicht zu groß wird, muß in diesem Fall der Ausleger so steil gestellt werden, wie es das Einziehwerk und die Bedingungen für die Standsicherheit bei Wind von der Landseite gestatten.

Zu Abschnitt 6 – **Berücksichtigung der Windwirkung**

Bei dem für die Lastfälle, die den Wind in Betrieb einschließen, festzulegenden rechnerischen Staudruck q unterscheidet die Norm zwischen Normal- und Sonderfällen. Für die weitaus größte Zahl der Krananlagen – seien es Hafenkrane, Produktionskrane, Turmdrehkrane für den Baubetrieb usw. – hat sich in langjähriger Erfahrung ein Wert von $q = 250\ N/m^2$ gut bewährt. Für den Normalfall bedarf es keiner besonderen Vereinbarung zwischen Anbieter und Betreiber.

Bei Krananlagen, die dem Windangriff besonders ausgesetzt sind und an deren Verfügbarkeit noch höhere Ansprüche gestellt werden als im Normalfall – wie es bei manchen Uferentladern in Seehäfen der Fall ist –, kann es empfehlenswert sein, höhere Werte für den rechnerischen Staudruck bis hin zu einem Wert von $q = 500\ N/m^2$ zu wählen.

Bei Krananlagen, bei denen häufigere Betriebunterbrechungen durch Überschreiten des Grenzstaudrucks hingenommen werden können, ist es zulässig, auch niedrigere Betriebsstaudrücke als für den Normalfall zwischen Hersteller und Betreiber zu vereinbaren.

DIN 15 019 Teil 1

Die nachfolgende Tabelle enthält Anhaltswerte dafür, wie stark die Anzahl der Betriebsunterbrechungen ansteigt, mit denen statistisch im Jahresmittel bei Ganztagsbetrieb gerechnet werden muß, wenn niedrigere Betriebsstaudrücke gewählt werden. Die Werte gelten für Binnenland; in Küstennähe ist die Häufigkeit notwendiger Außerbetriebnahmen größer. Mit einer Häufung von Betriebsunterbrechungen in den Monaten höherer Windgeschwindigkeiten ist zu rechnen.

Wahrscheinliche Häufigkeit von Grenzgeschwindigkeiten (10 Sekunden Mittel)

q_0 Grenzbetriebsstaudruck N/m²	V_0 Geschwindigkeit des Grenzbetriebswindes (10 s Mittel) m/s	Wahrscheinliche Häufigkeit der notwendigen Außerbetriebnahme infolge Überschreitung von q_0 bei Ganztagsbetrieb/Jahr
300	22	2,5
250	20	6
180	17	20
150	16	35
120	14	65
90	12	120

Auf den Einfluß eines Zeitraumes, der für die Durchführung der Sicherungsmaßnahmen anzusetzen ist, die insgesamt notwendig sind, um den Kran aus dem Betriebszustand in den Zustand Außerbetrieb zu überführen, wird besonders hingewiesen. Er schließt alle Fahrzeiten ein und berücksichtigt den Zeitbedarf für sämtliche Nebenarbeiten. Er kann von wenigen Sekunden bis zu vielen Minuten reichen und ist von der Kranbauform und von den Verhältnissen am Aufstellort abhängig. Die Zeittermine und der sich ergebende Grenzstaudruck gemäß Abschnitt 6.1.3 unterliegt ebenso wie der rechnerische Staudruck der Abstimmung zwischen Hersteller und Betreiber und ist als wesentliche Information auch in die Betriebsanleitung aufzunehmen.

Wird die notwendige sorgfältige Wetterbeobachtung bei Betrieb des Kranes durch Windmeßeinrichtungen ergänzt, so sind diese im allgemeinen an der höchsten Stelle des Kranes und in jedem Falle so anzubringen, daß sie von allen Seiten ohne Abschattungseffekt angeströmt werden können. Es ist zu beachten, daß die Anforderungen an die Windüberwachung steigen, je weiter der jeweilige Grenzstaudruck für Krane in Betrieb gegenüber dem Normalwert des rechnerischen Betriebsstaudruckes abgemindert ist.

Für Brückenkrane, die überwiegend in der Halle und auch im Freien arbeiten, ist eine Windsicherung nicht erforderlich, wenn sichergestellt ist, daß der Kran innerhalb des Gebäudeschutzes rechtzeitig außer Betrieb genommen werden kann.

Zu Abschnitt 7 – **Rechnerischer Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen**

Im Gegensatz zu DIN 120 Teil 1 § 22, in der für die einzelnen Kranarten und Lastfälle bestimmte Sicherheitswerte nachzuweisen waren, gilt nunmehr ein Kran oder Kranteil dann als ausreichend standsicher, wenn bei Ansatz der Eigenlasten und der je nach Kranart (Tabelle 1) und Lastfall (Tabelle 2) rechnerisch mittels Sicherheitszahlen nach Tabelle 3 verschieden hoch bewerteten Hublasten, Massenkräfte und Windlasten die Summe der Momente aller vorgenannten Lasten um die jeweils ungünstigste Kippkante größer oder gleich Null ist; dabei sind umkippend wirkende Momente negativ anzusetzen.

Zu Abschnitt 7.3 – **Lastannahmen**

Die Anwendung der Tabelle 3 setzt voraus daß die beim normalen Kranbetrieb auftretenden größten Massenkräfte in ungünstigster Wirkung, z. B. Bremsen aus dem Beschleunigungszustand, berücksichtigt werden.

Zu Abschnitt 8 – **Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen durch Prüfbelastung**

Die Realisierung der kleinen bzw. großen Prüflast erfolgt durch Hublast P nach DIN 15 018 Teil 1 (bestehend aus der Nutzlast und aus den Eigenlasten der Teile zur Aufnahme der Nutzlast, z. B. Unterflasche, Traverse, Greifer, Lasthebemagnet sowie des Anteiles der Tragmittel, z. B. Seile) und einer Zusatzlast von $0{,}25 \cdot P$ bzw. $0{,}33 \cdot P$ ($0{,}4 \cdot P$).

– MBl. NW. 1982 S. 144.

II.

Hinweise

Inhalt des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen

Nr. 1 v. 8. 1. 1982

(Einzelpreis dieser Nummer 1,60 DM zuzügl. Portokosten)

Glied.-Nr.	Datum		Seite
202	5. 12. 1981	Siebenundvierzigste Verordnung zur Übertragung von Zuständigkeiten der Aufsichtsbehörde zur Genehmigung von öffentlich-rechtlichen Vereinbarungen nach dem Gesetz über kommunale Gemeinschaftsarbeit	2
223	1. 1. 1982	Verordnung zur Änderung der Verordnung zur Ausführung des § 7 Schulfinanzgesetz (Schülerfahrkostenverordnung – SchfkVO –)	3
45	2. 12. 1981	Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Übertragung der Zuständigkeit auf dem Gebiet der Preisüberwachung und zur Bestimmung der für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten nach den §§ 3 bis 6 des Wirtschaftsstrafgesetzes und der Verordnung über Preisangaben zuständigen Verwaltungsbehörden	3
75	5. 1. 1982	Verordnung über die Zuständigkeiten nach dem Bundesberggesetz	2

– MBl. NW. 1982 S. 151.

Nr. 2 v. 14. 1. 1982

(Einzelpreis dieser Nummer 1,60 DM zuzügl. Portokosten)

Glied.-Nr.	Datum		Seite
2022	26. 11. 1981	Achte Änderung der Satzung der Kommunalen Zusatzversorgungskasse Westfalen-Lippe	6

– MBl. NW. 1982 S. 151.

Hinweis
für die Bezieher des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen

Betrifft: Einbanddecken zum Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen – Jahrgang 1981 –

Der Verlag bereitet für den Jahrgang 1981 Einbanddekken für 2 Bände vor zum Preis von 20,– DM zuzüglich Versandkosten von 3,– DM = 23,– DM.

In diesem Betrag sind 13% Mehrwertsteuer enthalten. Bei Bestellung mehrerer Exemplare vermindern sich die Versandkosten entsprechend. Von der Voreinsendung des Betrages bitten wir abzusehen.

Bestellungen werden bis zum 1. 4. 1982 an den Verlag erbeten.

– MBl. NW. 1982 S. 152.

Einzelpreis dieser Nummer 22,– DM

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den August Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für

Abonnementsbestellungen: Am Wehrhahn 100, Tel. (0211) 360301 (8.00–12.30 Uhr), 4000 Düsseldorf 1

Bezugspreis halbjährlich 70,80 DM (Kalenderhalbjahr). Jahresbezug 141,60 DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahresbezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10., für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim Verlag vorliegen.

Die genannten Preise enthalten 6,5% Mehrwertsteuer

Einzelbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 6882293/294, 4000 Düsseldorf 1

Einzellieferungen gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. Versandkosten (je nach Gewicht des Blattes), mindestens jedoch DM 0,80 auf das Postscheckkonto Köln 8516-507. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 4000 Düsseldorf 1
Verlag und Vertrieb: August Bagel Verlag, Düsseldorf, Am Wehrhahn 100
Druck: A. Bagel, Graphischer Großbetrieb, 4000 Düsseldorf
ISSN 0341-194 X