

Krane

Grundsätze für Stahltragwerke

Berechnung von Fahrzeugkranen

DIN
15 018
Teil 3

Cranes; principles for steel structures; stress analysis of mobile cranes
Appareils de levage; principes pour les charpentes en acier; calculacion des grues mobiles

Ersatz für
Ausgabe 01.83

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	5 Berechnung	3
2 Inhalt der Berechnung	1	5.1 Lage der Drehebene	3
3 Lastannahmen	1	5.2 Bewegliche Lasten	3
3.1 Hauptlasten	2	5.3 Stahlsorten	3
3.1.1 Eigenlasten	2	5.4 Spannungsermittlung	4
3.1.2 Hublasten	2	6 Nachweise	4
3.1.3 Dynamische Kraftwirkungen aus Heben und Senken	2	6.1 Allgemeine Angaben	4
3.1.3.1 Hublastbeiwert ψ und Hubklassen	2	6.2 Nachweise nach geometrisch linearer Theorie	4
3.1.3.2 Querbeschleunigung ε	2	6.2.1 Allgemeiner Spannungsnachweis	4
3.1.3.3 Fallenlassen oder plötzliches Absetzen von Nutzlasten	2	6.2.2 Stabilitätsnachweis	4
3.1.4 Massenkräfte aus Antrieben	2	6.3 Nachweis nach geometrisch linearer oder nicht-linearer Theorie (Methode der Teilsicherheitsbeiwerte und Grenzspannungen)	4
3.1.5 Fliehkräfte	2	6.3.1 Allgemeiner Spannungsnachweis	4
3.1.6 Kräfte aus Kranbetrieb oder Kranfahren auf Straße oder im Gelände	2	6.3.2 Stabilitätsnachweis	4
3.2 Zusatzlasten	2	6.4 Standsicherheitsnachweis	6
3.3 Sonderlast	2	7 Halte- und Abspannseile	6
4 Lastfälle	3	8 Seiltriebe und Lasthaken	7

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist für Stahltragwerke gleisloser Fahrzeugkrane anzuwenden mit Spannungskollektiven gleich oder leichter als S1, Grenzspannungsverhältnis $\sigma \leq -0,25$ und Kerbfällen gleich oder besser als K3 nach DAST-Richtlinie 011, wenn die Spannungsspiele folgende Zahlen nicht überschreiten:

$$\begin{aligned}\text{Für StE 460 } N_G &= 2 \cdot 10^5 \\ \text{StE 690 } N_G &= 5 \cdot 10^4 \\ \text{StE 885 } N_G &= 2,5 \cdot 10^4\end{aligned}$$

Sie enthält Abweichungen und Ergänzungen zu DIN 15 018 Teil 1, die in den besonderen Systemeigenschaften, Anforderungen und der besonderen Betriebsweise dieser Krane begründet sind.

Fahrzeugkrane haben Auslegersysteme – Grundaussleger auch mit fest oder wippbar daran angeschlossenen Spitzenausleger – welche schnell abgelassen werden können und deren Grundaussleger um eine horizontale Achse betriebsmäßig verstellbar ist.

Dazu gehören nach DIN 15 001 Teil 1 folgende Kranarten:

- Raupenkrane
- Mobilkrane
- Autokrane
- Anhängerkrane
- Sattelkrane

2 Inhalt der Berechnung

(Nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe November 1984, Abschnitt 3)

3 Lastannahmen

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

Hauptlasten sind:

- Eigenlasten
- Hublasten
- Dynamische Kraftwirkungen aus Heben und Senken
- Massenkräfte aus Antrieben
- Fliehkräfte
- Kräfte aus Kranbetrieb oder Kranfahren auf Straße oder im Gelände

Zusatzlasten sind:

- Windlasten

Sonderlasten sind:

- Prüflasten

Diese Lasten sind in Abschnitt 4 zu Lastfällen zusammengestellt.

Fortsetzung Seite 2 bis 11

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

3.1 Hauptlasten

3.1.1 Eigenlasten

Eigenlasten sind die Gewichtskräfte aller im Betrieb stets vorhandenen festen und beweglichen Kranteile, der mechanischen, elektrischen und hydraulischen Anlagen im betriebsfähigen Zustand und der Seile mit Ausnahme der Eigenlasten nach Abschnitt 3.1.2.

Die Größe der Gewichte und die Schwerpunktlage der Teile des Kranes sind durch Berechnung und/oder Wägung mit einer zulässigen Abweichung von jeweils $\pm 1,5\%$ zu bestimmen.

3.1.2 Hublasten

Die Hublasten bestehen aus der Nutzlast und aus den Eigenlasten der Teile zur Aufnahme der Nutzlast (z. B. Unterflasche, Lastaufnahme- und Anschlagmittel).

3.1.3 Dynamische Kraftwirkungen aus Heben und Senken

Die dynamischen Kraftwirkungen beim Bewegen der Hublasten werden durch den Hublastbeiwert ψ und die von diesem abhängige auf das Auslegersystem anzuwendende Querschleunigung ε berücksichtigt.

3.1.3.1 Hublastbeiwert ψ und Hubklassen

(Siehe DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe November 1984, Abschnitt 4.1.4.2)

Fahrzeugkrane sind wegen der großen Elastizität des Tragwerkes und der durch die dieselmechanischen, dieselhydraulischen oder elektrohydraulischen Antriebe bedingten stetigen Beschleunigungen und Verzögerungen bei Änderung der Hubbewegung in die Hubklassen H1 (Fahrzeugkrane für Montagebetrieb) oder H2 (Fahrzeugkrane für Montage- und zeitweiligen Umschlagbetrieb) einzustufen.

Werden durch Versuche andere Hublastbeiwerte ψ festgestellt, dürfen bzw. müssen sie der Berechnung zugrunde gelegt werden.

Auf Fahrzeugkrane, die außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm im Umschlag-, Greifer- oder Magnetbetrieb arbeiten, ist DIN 15 018 Teil 1 anzuwenden.

3.1.3.2 Querschleunigung ε

An den Auslegern sind quer zur jeweiligen Längsachse in der Ebene des Auslegersystems Kräfte anzusetzen, die aus den Eigenmassen der Ausleger entsprechend Abschnitt 3.1.1 mit einer Querschleunigung

$$\varepsilon = \pm 3(\psi - 1) \text{ in } \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

zu berechnen sind.

3.1.3.3 Fallenlassen oder plötzliches Absetzen von Nutzlasten

(Siehe DIN 15 018, Teil 1, Ausgabe November 1984, Abschnitt 4.1.4.3)

3.1.4 Massenkkräfte aus Antrieben

Die beim Beschleunigen und Verzögern von Kranbewegungen – z. B. Fahren auf horizontaler ($\pm 0,5\%$), ebener und gerader Bahn, Drehen, Wippen – auf das Tragwerk wirkende Massenkkräfte sind aus den größten im bestimmungsgemäßen Betrieb auftretenden Kräften des Antriebs zu ermitteln.

Statt einer genaueren Schwingungsberechnung oder Versuchen dürfen zur Berücksichtigung der dynamischen Wirkung die auf das Tragwerk wirkenden starrkörperkinetischen Kräfte, welche aus der Betrachtung der Schwerpunktbewegung des Systems unter der Einwirkung der Kräfte des Antriebs, der Bewegungswiderstände und der Massenkkräfte 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.

3.1.5 Fliehkräfte

Fliehkräfte bei Drehkränen sind nur aus der Eigenlast der Auslegerteile, gegebenenfalls der Gegengewichte und der Hublast ohne Beiwert nach Abschnitt 3.1.3 zu berechnen, wobei die Hublast an der Auslegerspitze anzunehmen ist.

Sie brauchen nicht berücksichtigt zu werden, wenn durch ihren Einfluß die zulässigen Spannungen oder Grenzwerte nicht mehr als 2% überschritten oder die erforderlichen Sicherheiten nicht mehr als 2% unterschritten werden.

3.1.6 Kräfte aus Kranbetrieb oder Kranfahren auf Straße oder im Gelände

Sofern beim Betrieb eines Kranes mit oder ohne Last größere Abweichungen der Drehebene gegenüber der horizontalen Ebene als in Abschnitt 5.1 vorausgesetzt, unebene Bahn und/oder Kurvenfahrt zugelassen werden, sind die sich hieraus ergebenden statischen und dynamischen Beanspruchungen zu berücksichtigen.

3.2 Zusatzlasten – Windlasten

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

Bei Kran in Betrieb

Ist die Windlast mit einem Staudruck $q = 125 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ anzusetzen. Wenn betrieblich sinnvoll oder erforderlich, können auch größere oder geringere Staudrücke in der Berechnung berücksichtigt werden, jedoch nicht weniger als $50 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$.

Die Windlast auf die Nutzlast ist, falls Größe und Form der Nutzlast nicht festliegen, aus einer Windfläche (einschließlich Luftwiderstandbeiwert $c = 1,20$) von $1,20 \text{ m}^2/\text{t}$ Nutzlast, mindestens jedoch aus einer Windfläche von $2,00 \text{ m}^2$ zu berechnen.

Bei Kran außer Betrieb

Ist die Windlast mit den in DIN 1055 Teil 4 angegebenen Staudrücken anzusetzen.

Für die einzelnen Windzustände und für die Übergänge aus einem Windzustand in einen solchen mit größeren Staudrücken sind in der Betriebsanleitung die erforderlichen Maßnahmen (zulässige Hublast und Ausladung, Stellung der Kranteile, Sicherungsmaßnahmen usw.) festzulegen.

Mit der Durchführung der Sicherungsmaßnahmen muß begonnen werden, bevor der Windzustand mit den größeren Staudrücken q eintritt. In Abhängigkeit von dem hierfür erforderlichen Zeitaufwand t ist mit den Sicherungsmaßnahmen zu beginnen, wenn der Grenzstaudruck $q_0 = q - 30\sqrt{t}$ beobachtet wird.

Es bedeuten:

q_0 Grenzstaudruck in $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ bei dem die Sicherungsmaßnahmen einzuleiten sind

q Rechnerischer Staudruck $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ des nächsthöheren Windzustandes oder der Staudruck nach DIN 1055 Teil 4 (Kran außer Betrieb)

t Zeit in Minuten vom Überschreiten des Grenzstaudruckes bis zum Abschluß der Sicherungsmaßnahmen.

Das lokale Wetter, insbesondere der Windzustand (Staudruck) ist in geeigneter Weise (Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsmesser, Wetteramt usw.) zu beobachten.

3.3 Sonderlast – Prüflasten

Als Prüflast ist die in DIN 15 019 Teil 2 angegebene große Prüflast ($P_g = 1,25 P + 0,1 A$) anzunehmen.



Documents

Document Sharing Hub

4 Lastfälle

Die in Abschnitt 3 genannten Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten sind in Tabelle 1 zu den Lastfällen H, HZ und HS zusammengefaßt.

Alle Lasten einer Spalte des dick umrandeten Feldes innerhalb der Regellastfälle bilden zusammen einen Lastfall H. Alle Lasten einer Spalte innerhalb der Regellastfälle bilden zusammen einen Lastfall HZ und innerhalb der Sonderlastfälle einen Lastfall HS. Unter den Sonderlastfällen sind der Lastfall „Große Prüflast“ und die Zustände „Außer Betrieb“ und „Auf- und Abbau“ zusammengefaßt.

5 Berechnung

(Siehe auch DIN 15 018 Teil 1)

5.1 Lage der Drehebene

Sofern bei etwa mittlerer Belastung der Drehverbindung die Drehebene gegenüber der horizontalen Ebene nicht mehr als $\pm 0,5\%$ (etwa $\pm 0,3^\circ$) geneigt ist, darf in der Berechnung die Lage der Drehebene als horizontal angenommen werden.

5.2 Bewegliche Lasten

Bewegliche Lasten sind in den für das untersuchte Bauteil betrieblich zugelassenen ungünstigsten Stellungen, Werten und Richtungen anzusetzen.

Die Verformungen des Tragwerks – Auslegersystem, Oberwagen, Unterwagen und Abstützungen – aus Eigenlast und der betrieblich zugelassenen Hublast dürfen bei der Festlegung der ungünstigsten Stellung des Auslegersystems – z. B. der Ausladung – berücksichtigt werden. Unvermeidbare Ungenauigkeiten beim Positionieren von Auslegersystemteilen gegenüber den betrieblich vorgeschriebenen müssen, sofern sie von erheblichem Einfluß auf die Bauteilsicherheit sind, bei der Festlegung der ungünstigsten Stellung des Auslegersystems – z. B. bei Kranen mit Gegenausleger und Zusatzgegengewicht – berücksichtigt werden.

5.3 Stahlsorten

Die vorgesehenen Stahlsorten sind anzugeben. Die in Tabelle 2 angegebenen Stahlsorten St 37, St 52-3 nach DIN 17 100, StE 460, StE 690 nach DAST-Richtlinie 011 und StE 885 können mit den dort angegebenen Kennwerten für die Berechnung verwendet werden.

Tabelle 1. Lastfälle

Lasten			Formelzeichen	Regellastfälle ¹⁾ H, HZ						Sonderlastfälle HS		
	nach Abschnitt											
Hauptlasten	3.1.1	Eigenlast	G	G			G			G	G	G
	3.1.2	Hublasten	$P, P_o^{2)}$	P			–			P_o	P_o	–
	3.1.3.1	Hublastbeiwert	ψ	ψ			ψ			1	1	–
	3.1.3.2	Querschleunigung	ε	ε			ε			–	–	–
	3.1.3.3	Fallenlassen oder plötzliches Absetzen von Nutzlasten	$-0,25 \psi P$	–			$-0,25 \psi P$			–	–	–
	3.1.4	Kranfahren	Kr	Kr	–	–	Kr	–	–	–	–	–
		Drehen	Dr	–	Dr	–	–	Dr	–	–	–	–
		Wippen	Wp	–	–	Wp	–	–	Wp	–	Wp	–
	3.1.5	Fliehkräfte	Z	–	Z	–	–	Z	–	–	–	–
Zusatzlasten	3.2	Windlast Kran in Betrieb	$W_i^{3)} \quad \check{W}_i^{4)}$	W_i			W_i			–	W_i	$\check{W}_i$
		Windlast Kran außer Betrieb	W_a	–			–			W_a	–	–
Sonderlast	3.3	Große Prüflast	P_g	–			–			–	–	P_g

¹⁾ Wirken Kräfte nach Abschnitt 3.1.6 auf den arbeitenden oder fahrenden Kran, so sind die Lastannahmen, Lastfälle und die Bewertung der zeitveränderlichen Beanspruchungen besonders zu begründen.

²⁾ P_o sind die Eigenlasten zur Aufnahme der Nutzlast nach Abschnitt 3.1.2, wie sie in den einzelnen Lastfällen vorhanden oder erforderlich sind.

³⁾ Die Windlasten bei Kran in Betrieb sind stets in der betrieblich bzw. beim Auf- und Abbau zugelassenen Größe einzusetzen; ihre Richtung ist ungünstig, d. h. bei gleichzeitig wirkenden Kräften aus Antrieben auch orthogonal zu den Kranbewegungen nach Abschnitt 3.1.4 anzunehmen.

⁴⁾ $\check{W}_i$ ist die aus dem kleinsten Staudruck $q = 50 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ errechneten Windlast bei Kran in Betrieb.

Tabelle 2. Kennwerte der Stahlsorten für die Berechnung

Stahlsorte		Für Wand- dicken ⁶⁾ bis max. mm	Streckgrenze σ_s N · mm ⁻²	Schubmodul G N · mm ⁻²	Elastizitäts- modul E N · mm ⁻²
Kurzname	nach				
St 37 ⁶⁾	DIN 17 100	siehe ⁶⁾	240	81 000	210 000
St 52-3	DIN 17 100	50	360		
StE 460	DAST-Richtlinie 011	50	460		
StE 690	DAST-Richtlinie 011	50	690		
StE 885 ⁷⁾		35	885		
⁵⁾ Für größere Wanddicken sind die vom Hersteller angegebenen Streckgrenzen zu beachten. ⁶⁾ RSt 37-2 und St 37-3 für Wanddicken bis max. 100 mm ⁷⁾ Vergleiche VdTÜV-Werkstoffblatt 417, Ausgabe Mai 1978					

Für andere Werkstoffe als die in Tabelle 2 genannten gilt DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe November 1984, Abschnitt 6.4.

5.4 Spannungsermittlung

Die Spannungen sind je nach Art und Nachgiebigkeit des Tragwerkes nach geometrisch linearer oder geometrisch nichtlinearer Theorie (Spannungstheorie II. Ordnung) für die einzelnen Lastfälle nach Tabelle 1 (siehe Abschnitt 4) sowie Abschnitt 5.2 und Abschnitt 6 mit den Querschnittswerten nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe November 1984, Abschnitt 6.5, zu ermitteln. Bei Anwendung geometrisch nichtlinearer Theorie ist nach Abschnitt 6.3 vorzugehen.

Bei quer zur Nahrichtung auf Druck beanspruchten Kehlnähten darf Kontakt zwischen den zu verbindenden Bauteilen nicht berücksichtigt werden.

6 Nachweise

6.1 Allgemeine Angaben

Die Allgemeinen Spannungsnachweise und die Stabilitätsnachweise druckbeanspruchter Bauteile nach den Abschnitten 6.2 oder 6.3 sind für die tragenden Bauteile und wesentlichen Verbindungen zu führen.

Die nach Kranart, Lastfall und Nachweis maßgebenden Gesamtspannungen dürfen die jeweils zulässigen Spannungen nach Abschnitt 6.2 oder Grenzspannungen nach Abschnitt 6.3 nicht überschreiten; ebenso dürfen geforderte Sicherheiten nicht unterschritten werden.

6.2 Nachweise nach geometrisch linearer Theorie (Methode der zulässigen Spannungen)

6.2.1 Allgemeiner Spannungsnachweis

Der Allgemeine Spannungsnachweis der Sicherheit gegen Erreichen der Fließgrenze ist getrennt für die Lastfälle H, HZ und HS mit den zulässigen Spannungen nach Tabelle 3 und Tabelle 4 zu führen. Für die Lastfälle HS sind die 1,1fachen Spannungen des Lastfalles HZ zulässig.

6.2.2 Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis der Sicherheit gegen Knicken, Kippen, Beulen der Stegbleche und Beulen der Rechteckplatten, die Teile eines Druckstabes sind, ist nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 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 Teil 1 und Teil 2.

Der Nachweis der Beulsicherheit von Blechen ist ebenfalls nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 zu führen, wobei statt der dort angegebenen Sicherheitswerte v_B diejenigen nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe November 1984, Tabelle 13, gelten. In den Nachweisen nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 sind für „zul. σ_d “ immer nur die Werte „zul. σ_d “ der Tabellen 3 und 4 einzusetzen.

Die Knickzahlen ω und Knickspannungen σ_K für Bauteile aus StE 460 und StE 690 sind nach DAST-Richtlinie 011 anzuwenden. Knickzahlen ω für andere Querschnitte und/oder Werkstoffe und Knickspannungen σ_K für andere Werkstoffe sind in Übereinstimmung mit DIN 4114 Teil 2, Ausgabe Februar 1953x, Richtlinie 7.2 und Richtlinie 7.4, in Abhängigkeit von den vom Hersteller zugesicherten Werkstoffkennwerten und den Querschnittsformen zu bestimmen.

6.3 Nachweise nach geometrisch linearer oder nichtlinearer Theorie (Methode der Teilsicherheitsbeiwerte und Grenzspannungen)

6.3.1 Allgemeiner Spannungsnachweis

Der Allgemeine Spannungsnachweis gegen Erreichen der Fließgrenze ist getrennt für die Lastfälle H, HZ und HS zu führen.

Es ist nachzuweisen, daß die Grenzspannungen $\lim. \sigma$ und $\lim. \tau$ nach Tabelle 6 und 7 bei Einwirkung der mit den Teilsicherheitswerten γ_F nach Tabelle 5 vervielfachten Lasten nach Tabelle 1 nicht überschritten werden.

Bei Anwendung geometrisch nichtlinearer Theorie ist DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 sinngemäß zu beachten, insbesondere sind Vorverformungen (Imperfektionen), sofern sie erhebliche Spannungen bewirken, in der Berechnung zu berücksichtigen.

6.3.2 Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach Abschnitt 6.2.2, aber mit den Spannungen oder Schnittgrößen aus den mit den Teilsicherheitsbeiwerten vervielfachten Lasten zu führen. Diese Spannungen oder Schnittgrößen dürfen die 0,9-fachen Grenzwerte (Knick-, Kipp- oder Beulspannungen) nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 nicht überschreiten.

Wird für einteilige Druckstäbe von gleichbleibendem Querschnitt das ω -Verfahren nach DIN 4114 Teil 1, Ausgabe Juli 1952xx, Abschnitt 7, angewendet, so muß sein:

$$\omega \frac{S(\gamma_F F_i)}{A} \leq \lim. \sigma_d$$