

DIN EN 13001-2

ICS 53.020.20

Ersatz für
DIN EN 13001-2:2005-04 und
DIN EN 13001-2
Berichtigung 1:2006-11

**Krane –
Konstruktion allgemein –
Teil 2: Lasteinwirkungen;
Deutsche Fassung EN 13001-2:2004+AC:2006+A1:2006**

Cranes –
General design –
Part 2: Load actions;
German version EN 13001-2:2004+AC:2006+A1:2006

Appareils de levage à charge suspendue –
Conception générale –
Partie 2: Effets de charge;
Version allemande EN 13001-2:2004+AC:2006+A1:2006

Gesamtumfang 60 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2007-11-01..

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der von der Arbeitsgruppe WGP 2 „Konstruktion, allgemein“ im Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane — Sicherheit“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 13001-2:2004.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Koordinierungsausschuss „CEN/TC 147-ISO/TC 96 — Krane“ des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen.

Für die Anwendung wird darauf hingewiesen, dass unter dem Begriff „Kran“ alle Maschinen zum zyklischen Heben oder zum zyklischen Heben von an Haken oder anderen Lastaufnahmeeinrichtungen hängenden Lasten verstanden werden. Das bedeutet, dass diese Norm auch z. B. für Winden, die diese Definition erfüllen, anzuwenden ist.

Diese Europäische Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EG-Maschinenrichtlinie 98/37/EG an erstmals im EWR in Verkehr gebrachte Krane, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Für die in Abschnitt 2 zitierten Europäischen Normen sind als DIN-EN-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht. Die zitierte Internationale Norm ist ähnlich der DIN 15001-1:1973.

Die Änderungen gegenüber der Ausgabe 2005-04 sind im Text durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Die Berichtigungen gegenüber der Ausgabe 2005-04 sind im Text durch zwei senkrechte Linien am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13001-2:2005-04 und DIN EN 13001-2 Berichtigung 1:2006-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Berichtigung 1:2006 eingearbeitet;
- b) Änderung A1:2006 eingearbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13001-2 Berichtigung 1: 2006-11

DIN EN 13001-2: 2005-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 15001-2:1973, *Krane — Begriffe — Einteilung nach der Bauart*

— Leerseite —

ICS 53.020.20

Deutsche Fassung

**Kransicherheit –
Konstruktion allgemein –
Teil 2: Lasteinwirkungen**

Crane safety –
General design –
Part 2: Load effects

Sécurité des appareils de levage à charge suspendue –
Conception générale –
Partie 2: Effets de charge

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 2. März 2004 angenommen.

Die Änderung A1 wurde von CEN am 18. September 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Vorwort zur Änderung A1:2006	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	8
4 Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Lasten	12
4.2.1 Allgemeines	12
4.2.2 Regelmäßige Lasten.....	13
4.2.3 Nicht regelmäßige Lasten	19
4.2.4 Außergewöhnliche Lasten	25
4.2.5 Lasten auf Aufstiege und Begehungen	31
4.3 Lastkombinationen.....	31
4.3.1 Allgemeines.....	31
4.3.2 Einsatzfälle mit hohem Risiko	32
4.3.3 Massenverteilungsklassen MDC1 und MDC2	32
4.3.4 Teilsicherheitsbeiwerte für die Masse des Krans	33
4.3.5 Teilsicherheitsbeiwerte, die auf durch Verschiebungen hervorgerufene Lasten anzuwenden sind	33
4.3.6 Übersicht der Lastkombinationen.....	34
4.3.7 Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Starrkörperstabilität.....	37
Anhang A (normativ) Aerodynamische Koeffizienten.....	40
A.1 Allgemeines	40
A.2 Einzelbausteine.....	43
A.3 Ebene und räumliche Fachwerkbauteile	48
A.4 Tragwerksbauteile in Reihenordnung	51
Anhang B (informativ) Auswahl einer Gruppe von Krannormen für eine gegebene Anwendung.....	54
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG	55
Literaturhinweise	56
Bilder	
Bild 1 — Beiwert ϕ_2	14
Bild 2 — Beiwert ϕ_3	15
Bild 3 — Einmassen-Modell eines Krans zur Bestimmung des Beiwerts ϕ_4	16
Bild 4 — Bewegung des Radmittelpunktes	17
Bild 5 — Kurvenfaktoren $\xi_S(\alpha_S)$ und $\xi_G(\alpha_G)$	17
Bild 6 — Beiwert ϕ_5	18
Bild 7 — Zusammenhang zwischen der mittleren Windgeschwindigkeit $\bar{v}$, der Beaufort-Skala und den Stufen von Wind in Betrieb	20
Bild 8 — Verschiedene Kombinationen von Laufradpaaren	21
Bild 9 — Anordnung der Laufradpaare.....	22

Bild 10 — Auf einen Kran in Schräglageposition einwirkende Lasten	23
Bild 11 — Auf einen Brückenkran mit unsymmetrischer Massenverteilung wirkende Kräfte, die durch Beschleunigung der Fahrtriebe hervorgerufen werden	25
Bild 12 — Europakarte mit Regionen der gleichen Bezugsgeschwindigkeit für Sturm.....	28
Bild 13 — Beiwert ϕ_7	30
Bild 1 — Veranschaulichung der zwei verschiedenen Massenverteilungsklassen	33
Bild A.1 — Abminderungsfaktor ψ in Abhängigkeit von der effektiven Streckung λ und dem Völligkeitsgrad φ	40
Bild A.2 — Beispiel für ein Fachwerkbauteil	41
Bild A.3 — Genauere Formbeiwerte c_0 für Einzelbauteile mit kreisförmigen Querschnitten in Abhängigkeit von Re	44
Bild A.4 — Definition des Winkels β der Windrichtung und der entsprechenden Windkräfte	44
Bild A.5 — Formbeiwerte c_0 von ebenen Fachwerkbauteilen in Abhängigkeit von φ , mit kreisförmigen und nicht kreisförmigen Einzelbauteilen	49
Bild A.6 — Formbeiwerte c_0 von räumlichen Fachwerkbauteilen in Abhängigkeit von φ , mit kreisförmigen und nicht kreisförmigen Einzelbauteilen	49
Bild A.7 — Formbeiwerte c_0 von ebenen Fachwerkbauteilen in Abhängigkeit von Re und φ , mit kreisförmigen Einzelbauteilen	50
Bild A.8 — Formbeiwerte c_0 von räumlichen Fachwerkbauteilen mit (a) dreieckigem und (b) quadratischem Querschnitt in Abhängigkeit von Re und φ , mit kreisförmigen Einzelbauteilen	51
Bild A.9 — Abschattungsfaktor η für Tragwerksbauteile in Reihenanordnung	53
Tabellen	
Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen.....	8
Tabelle 2 — Werte von β_2 und $\phi_{2,min}$	14
Tabelle 3 — Werte von v_h zur Bestimmung von ϕ_2	14
Tabelle 4 — Stufen von Wind in Betrieb	20
Tabelle 5 — Werte von ξ_{1i} , ξ_{2i} , v_{1i} und v_{2i}	25
Tabelle 6 — Bezugsgeschwindigkeiten für Sturm v_{ref} in verschiedenen europäischen Regionen (vgl. Bild 12)	28
Tabelle 7 — Werte des Beiwerts γ_p	33
Tabelle 8 — Werte des Teilsicherheitsbeiwerts γ_p für Lasten aus planmäßigen Verschiebungen.....	34
Tabelle 9 — Werte des Teilsicherheitsbeiwerts γ_p für Lasten aus unbeabsichtigten Verschiebungen	34
Tabelle 10 — Lasten, Lastkombinationen und Teilsicherheitsbeiwerte	35
Tabelle 11 — Teilsicherheitsbeiwerte zum Nachweis der Starrkörperstabilität	38
Tabelle A.1 — Relative aerodynamische Länge α_f	42
Tabelle A.2 — Formbeiwerte c_0 für Einzelbauteile mit kreisförmigen Querschnitten	43

	Seite
Tabelle A.3 — Formbeiwerte c_{0y} , c_{0z} für einzelne Tragwerksbauteile mit flachen Seiten	45
Tabelle A.4 — Formbeiwerte c_0 für einzelne Tragwerksbauteile mit dreieckigen und rechteckigen Hohlquerschnitten	47
Tabelle A.5 — Charakteristische Flächen A und Formbeiwerte c_0 für ebene und räumliche Fachwerkbauteile	48
Tabelle A.6 — Charakteristische Flächen A und Formbeiwerte c_0 von Tragwerksbauteilen in Reihenanzordnung	52

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13001-2:2004) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane — Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2005 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Anhang A ist normativ, Anhang B ist informativ.

Diese Europäische Norm ist ein Teil von EN 13001. Die anderen Teile lauten folgendermaßen:

- Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen
- Teil 2: Lasteinwirkungen
- Teil 3.1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweise von Stahltragwerken
- Teil 3.2: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Seiltrieben
- Teil 3.3: Grenzzustände und Nachweise – Laufrad/Schiene-Kontakt
- Teil 3.4: Grenzzustände und Nachweise – Maschinenteile

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Vorwort zur Änderung A1:2006

Dieses Dokument (EN 13001-2:2006/A1:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane — Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 13001-2:2004 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis **April 2007**, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis **April 2007** zurückgezogen werden.

Dieser Änderungs-Entwurf beinhaltet die notwendigen zusätzlichen Maßnahmen, um den derzeitigen Text der EN 13001-2:2004 zu ersetzen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Europäische Norm wurde erarbeitet, um als harmonisierte Norm Mittel für die mechanische Konstruktion und zur theoretischen Überprüfung von Kranen zur Verfügung zu stellen, um den wesentlichen Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen der Maschinenrichtlinie, wie (in Anhang A) aufgeführt, zu entsprechen. Diese Norm führt auch Schnittstellen zwischen dem Anwender (Käufer) und dem Konstrukteur sowie zwischen dem Konstrukteur und dem Hersteller von Komponenten ein, um eine Grundlage für die Auswahl von Kranen und Komponenten zu bilden.

Diese Europäische Norm ist eine Norm vom Typ C, wie in EN ISO 12100-1 definiert.

Die betreffenden Maschinen und Anlagen und der Umfang, in dem Gefahren abgedeckt werden, sind im Geltungsbereich dieser Norm angegeben.

Sollten Bestimmungen der vorliegenden Norm vom Typ C von denen, die in Normen vom Typ A oder B festgelegt sind, abweichen, so sind die Bestimmungen der vorliegenden Norm vom Typ C denen der anderen Normen vorzuziehen; dies gilt für Maschinen, die nach den Bestimmungen der vorliegenden Norm vom Typ C konstruiert und gebaut sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm ist zusammen mit Teil 1 und Teil 3 anzuwenden und spezifiziert allgemeine Bedingungen, Anforderungen und Methoden zur Vermeidung von Gefahren bei Kranen durch die Konstruktion und theoretische Überprüfung. Teil 3 befindet sich in der Vorentwurfsphase; die Verwendung der Teile 1 und 2 setzt nicht die Veröffentlichung von Teil 3 voraus.

ANMERKUNG Besondere Anforderungen für spezielle Krantypen sind in der zugehörigen Europäischen Norm für den speziellen Krantyp angegeben.

Im Folgenden ist eine Auflistung von wichtigen gefährlichen Situationen und gefährlichen Ereignissen gegeben, die Risiken für Personen während des normalen Gebrauchs (des Krans) und vorhersehbarem Missbrauch zur Folge haben könnten. Abschnitt 4 dieser Norm wird zur Reduzierung oder Eliminierung der mit den folgenden Gefahrensituationen verbundenen Risiken benötigt:

- a) Starrkörperinstabilität des Krans oder seiner Teile;
- b) Überschreitung der Festigkeitsgrenzwerte (Fließen, Bruch, Ermüdung);
- c) Überschreitung von Temperaturgrenzwerten des Werkstoffs oder der Komponenten;
- d) elastische Instabilität des Krans oder seiner Teile;
- e) Überschreitung der Verformungsgrenzwerte.

Diese Europäische Norm ist anwendbar für Krane, die nach dem Datum der Genehmigung dieser Norm durch CEN hergestellt werden, und dient als Referenzgrundlage für die Europäischen Normen für spezielle Krantypen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 1990:2002, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 13001-1, *Kranet — Konstruktion allgemein — Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen*

EN ISO 12100-1:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie*

EN ISO 12100-2:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze*

ISO 4306-1:1990, *Cranes — Vocabulary — Part 1: General*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe
zum Zweck dieser Norm gelten die in EN 1990:2002 und ISO 4306-1:1990, Kapitel 6 angegebenen Begriffe

3.2 Symbole und Abkürzungen
die in diesem Teil der Norm verwendeten Symbole und Abkürzungen sind in Tabelle 1 angegeben

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbole, Abkürzungen	Beschreibung
A1 bis A4	Lastkombinationen aus regelmäßigen Lasten
A	Charakteristische Fläche eines Kranbauteils
A_g	Projektion der Gesamtlast auf eine Ebene senkrecht zur Richtung der Windgeschwindigkeit
A_c	Fläche, die von der Begrenzung eines Fachwerkelements in der Ebene seiner charakteristischen Höhe d umschlossen wird
A_j	Fläche eines einzelnen Kranelements, projiziert auf die Ebene der charakteristischen Höhe d
b_h	Schienenkopfbreite
b	Charakteristische Breite eines Kranelementes
B1 bis B5	Lastkombination aus regelmäßigen und nicht regelmäßigen Lasten
c	Federkonstante
c_a, c_{0y}, c_{0z}	Aerodynamische Koeffizienten
c_0	Aerodynamischer Koeffizient eines Bauteils mit unendlicher Länge
C1 bis C9	Lastkombinationen aus regelmäßigen, nicht regelmäßigen und außergewöhnlichen Lasten
CFF, CFM	Gekoppelte Radpaare des Systems F/F oder F/M
d	Charakteristische Abmessung eines Kranelements
d_i, d_n	Abstand zwischen Radpaar i oder n und den Führungsmitteln
e_G	Breite der Lücke einer Schiene
f	Reibungskoeffizient
f_i	Lasten
f_q	Eigenfrequenz
f_{rec}	Term bei der Berechnung $v(z)$
F	Kraft
F, F_y, F_z	Windlasten
F_b	Pufferkraft
$\hat{F}$	Maximale Pufferkraft
F_i, F_f	Anfangs- (i) und End- (f) Antriebskraft
ΔF	Veränderung der Antriebskraft
F_{x1i}, F_{x2i} F_{y1i}, F_{y2i}	Tangentiale Radkräfte
F_y	Führungskraft
F_{z1i}, F_{z2i}	Vertikale Radkräfte

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole, Abkürzungen	Beschreibung
F/F, F/M	Abkürzungen für fest/fest und fest/lose zur Beschreibung der Möglichkeit von Querbewegungen der Kranräder
g	Gravitationskonstante
h	Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und den Führungsmitteln eines schräglaufenden Krans
$h(t)$	Zeitabhängige Unebenheitsfunktion
h_s	Höhe der Stufe einer Schiene
H_1, H_2	Seitliche Radkräfte, verursacht durch Antriebskräfte, die auf einen Kran oder eine Katze mit asymmetrischer Massenverteilung wirken
HC1 bis HC4	Hubklassen
HD1 bis HD5	Klassen des Hubwerkstyps und seiner Bedienungsart
i	Laufende Nummer
IFF, IFM	Unabhängige Radpaare des Systems F/F oder F/M
j	Laufende Nummer
k	Laufende Nummer
K	Widerstandsbeiwert des Geländes
K_1, K_2	Rauigkeitsbeiwerte
l	Spannweite eines Krans
l_a	Aerodynamische Länge eines Kranelements
l_o	Geometrische Länge eines Kranelements
m_H	Masse der Gesamt- oder Hublast
m	Masse des Krans und der Hublast
Δm_H	Abgesetzter oder losgelassener Teil der Hublast
MDC1, MDC2	Massenverteilungsklassen
n	Anzahl der Räder auf jeder Seite der Kranbahn
n_r	Exponent bei der Berechnung von γ_n
n_m	Exponent bei der Berechnung des Schirmfaktors η
p	Anzahl der Paare mit gekoppelten Rädern
q	Äquivalenter statischer Winddruck
$\bar{q}$	Mittlerer Winddruck
$q(z)$	Äquivalenter statischer Winddruck
$q(3)$	Winddruck bei $v(3)$
r	Radradius
R	Wiederholungsintervall von Wind
Re	Reynoldszahl
s_g	Spiel der Führung
s_y	Querschlupf an den Führungsmitteln
s_{yi}	Querschlupf am Radpaar i
S	Lasteinwirkung

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole, Abkürzungen	Beschreibung
$\hat{S}$	Maximale Lasteinwirkung
S1, S2	Stabilitätsklassen
S_i, S_f	Anfangs- und End-Lasteinwirkung
ΔS	Veränderung der Lasteinwirkung
t	Zeit
u	Pufferhub
$\hat{u}$	Maximaler Pufferhub
v	Konstante mittlere Windgeschwindigkeit
$\bar{v}$	Fahrgeschwindigkeit des Krans
$\bar{v}^*$	Konstante mittlere Windgeschwindigkeit, falls die Windrichtung nicht senkrecht zur Längsachse des jeweiligen Kranelementes ist
$v(z)$	Äquivalente statische Windgeschwindigkeit
$v(z)^*$	Äquivalente statische Windgeschwindigkeit, falls die Windrichtung nicht senkrecht zur Längsachse des jeweiligen Kranelementes ist
$v(3)$	Böenwindgeschwindigkeit, gemittelt über eine Zeitspanne von 3 Sekunden
v_g	Böen-Amplitude über 3 Sekunden
v_h	Hubgeschwindigkeit
$v_{h,max}$	Maximale konstante Hubgeschwindigkeit
$v_{h,CS}$	Konstante Hub-Kriechgeschwindigkeit
$v_m(z)$	Mittlere Windgeschwindigkeit in der Höhe z über 10 Minuten
v_{ref}	Bezugs-Windgeschwindigkeit
w_b	Radstand
z	Höhe über dem Boden
$z(t)$	Zeit-abhängige Koordinate des Massenmittelpunktes
α_r	Relative aerodynamische Länge
α_w	Winkel zwischen der Richtung der Windgeschwindigkeit $\bar{v}$ oder $v(z)$ und der Länge des jeweiligen Kranelementes
α	Schräglaufwinkel
α_g	Teil des Schräglaufwinkels α aufgrund des Spiels der Führung
α_G	Term bei der Berechnung von ϕ_4
α_s	Term bei der Berechnung von ϕ_4
α_t	Teil des Schräglaufwinkels α aufgrund von Toleranzen
α_w	Teil des Schräglaufwinkels α aufgrund von Verschleiß
β	Winkel zwischen horizontaler Ebene und nicht-horizontaler Windrichtung
β_2	Term bei der Berechnung von ϕ_2
β_3	Term bei der Berechnung von ϕ_3
γ_f	Globaler Sicherheitsbeiwert
γ_m	Widerstandsbeiwert
γ_n	Risikobeiwert

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole, Abkürzungen	Beschreibung
γ_p	Teilsicherheitsbeiwert
δ	Term bei der Berechnung von ϕ_1
ε_S	Konventioneller Anfahrtsbeiwert
ε_M	Konventioneller Beharrungsbeiwert
η	Abschattungsfaktor
η_w	Faktor für die verbleibende Hublast außer Betrieb Modus
λ	Aerodynamisches Schlankheitsverhältnis
μ, μ'	Anteile der Spannweite l
F	Term bei der Berechnung der Führungskraft F_y
F_{1i}, F_{2i}	Term bei der Berechnung von F_{y1i} und F_{y2i}
ξ	Term bei der Berechnung von ϕ_7
ξ_{1i}, ξ_{2i}	Term bei der Berechnung von F_{x1i} und F_{x2i}
$\xi_G(\alpha_G), \xi_S(\alpha_S)$	Kurvenfaktoren
ρ	Luftdichte
φ	Dichteverhältnis
ϕ_1	Dynamik-Beiwerte
ϕ_1	Dynamik-Beiwert für auf die Masse des Krans einwirkende Beschleunigung aus Anheben und Gravitation
ϕ_2	Dynamik-Beiwert für Trägheit und Gravitation beim Anheben einer unbehinderten Last vom Boden
ϕ_{2min}	Term bei der Berechnung von ϕ_2
ϕ_3	Dynamik-Beiwert für Trägheit und Gravitation beim plötzlichen Loslassen eines Teils der Hublast
ϕ_4	Dynamik-Beiwert für Lasten aus Fahren über Unebenheiten
ϕ_5	Dynamik-Beiwert für Lasten aus Beschleunigung aller Kranantriebe
ϕ_6	Dynamik-Beiwert für Prüflasten
ϕ_7	Dynamik-Beiwert für Lasten aus Pufferkräften
ϕ_8	Böen-Reaktionswert
ψ	Reduzierungsfaktor bei der Berechnung von c

4 Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

4.1 Allgemeines

Die Maschinen und Anlagen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Zusätzlich muss die Maschine konstruiert werden nach den Prinzipien der EN ISO 12100-1:2003 und EN ISO 12100-2:2003 über relevante, aber nicht herausragende Gefahren, die in dieser Norm nicht behandelt werden (z. B. scharfe Kanten).

4.2 Lasten

4.2.1 Allgemeines

4.2.1.1 Einleitung

Die auf einen Kran wirkenden Lasten werden wie unter 4.2.1.2, 4.2.1.3 und 4.2.1.4 in regelmäßige, nicht regelmäßige und außergewöhnliche Lasten eingeteilt. Die beim rechnerischen Nachweis von Aufstiegen und Begehungen zu berücksichtigenden, lediglich lokal wirkenden Lasten sind unter 4.2.5 angegeben.

Diese Lasten sind für den Nachweis gegen Versagen durch unkontrollierte Bewegung, durch Fließen, durch elastische Instabilität und, wo zutreffend, durch Ermüdung heranzuziehen.

4.2.1.2 Regelmäßige Lasten

- a) Beschleunigung aus Anheben und Gravitation, auf die Masse des Krans wirkend;
- b) Trägheit und Gravitation, vertikal auf die Hublast wirkend;
- c) Lasten aus Fahren über Unebenheiten;
- d) Massenkräfte aus Antrieben;
- e) Lasten aus Weggrößen.

Regelmäßige Lasten treten bei normalem Betrieb häufig auf.

4.2.1.3 Nicht regelmäßige Lasten

- a) Lasten aus Wind in Betrieb;
- b) Schnee- und Eislasten;
- c) Lasten aus Wärmewirkungen;
- d) Lasten aus Schräglauf.

ANMERKUNG Nicht regelmäßige Lasten treten selten auf. Sie werden bei der Betriebsfestigkeitsrechnung in der Regel vernachlässigt.

4.2.1.4 Außergewöhnliche Lasten

- a) Lasten aus dem Anheben einer Last vom Boden unter außergewöhnlichen Verhältnissen;
- b) Lasten aus Wind außer Betrieb;
- c) Prüflasten;
- d) Lasten aus Pufferstoß;
- e) Lasten aus Kippkräften;
- f) Lasten aus NOT-AUS;
- g) Lasten aus Triebwerksversagen;

- h) Lasten aus externer Fußpunkterregung;
- i) Lasten aus Montage und Demontage.

ANMERKUNG Außergewöhnliche Lasten treten auch selten auf und werden in der Regel ebenfalls nicht zur Betriebsfestigkeitsrechnung herangezogen.

4.2.2 Regelmäßige Lasten

4.2.2.1 Beschleunigung aus Anheben und Gravitation, auf die Masse wirkend

Beim Anheben der Last vom Boden und beim Absetzen der Last oder von Teilen davon ist die Schwingungserregung des Krantragwerkes zu berücksichtigen. Dazu ist das Gewicht des Krans oder von Kranteilen mit dem Beiwert ϕ_1 zu vervielfachen. Die Massen von Kranen oder Kranteilen der Klasse MDC1 (siehe 4.3.3) sind mit

$$\phi_1 = 1 + \delta, \quad 0 \leq \delta \leq 0,1 \quad (1)$$

zu multiplizieren. Der Wert von δ hängt vom Krantragwerk ab und wird nach Erfahrung gewählt.

Die in Gruppen eingeteilten Massen von Kranteilen der Klasse MDC2 (siehe 4.3.3) werden mit

$$\phi_1 = 1 \pm \delta, \quad 0 \leq \delta \leq 0,05 \quad (2)$$

multipliziert, je nachdem, ob ihr Gewicht die resultierenden Lasteinwirkungen in den für den rechnerischen Nachweis ausgewählten kritischen Punkten verstärkt ($+\delta$) oder vermindert ($-\delta$).

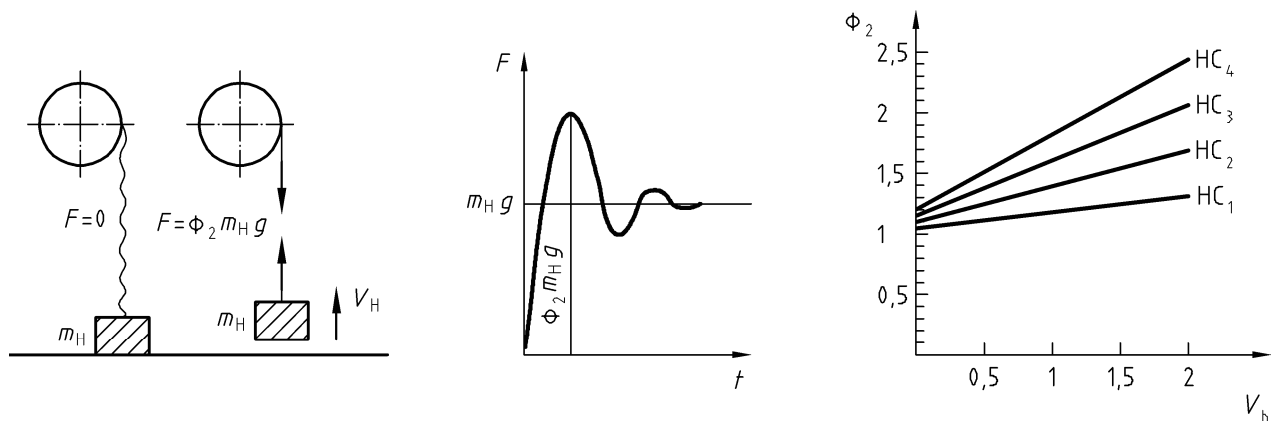
Die Masse des Krans beinhaltet jene Komponenten, die sich während des Betriebs ständig am Kran befinden, abgesehen von der Lademasse selbst. Für einige Krane bzw. Anwendungen kann es notwendig sein, die Masse zu erhöhen, um Schüttgutansammlungen zu berücksichtigen.

4.2.2.2 Trägheit und Gravitation, vertikal auf die Hublast wirkend

4.2.2.2.1 Anheben einer unbehinderten Last vom Boden

Beim Anheben einer unbehinderten Last vom Boden sind die dabei verursachten dynamischen Effekte durch Multiplikation der Gewichtskraft der Hublast mit dem Faktor ϕ_2 zu berücksichtigen (siehe Bild 1).

Die Masse der Hublast beinhaltet die Masse der Nutzlast, des Lastaufnahmemittels und einen Anteil der hängenden Hubseile oder Ketten usw.


Bild 1 — Beiwert ϕ_2

Der Beiwert ϕ_2 ist wie folgt zu ermitteln:

$$\phi_2 = \phi_{2,\min} + \beta_2 v_h \quad (3)$$

$\phi_{2,\min}$ und β_2 sind in Tabelle 2 für die jeweilige Hubklasse angegeben. Im Rahmen der vorliegenden Norm werden Krane nach ihren dynamischen Eigenschaften und ihrer Elastizität den Hubklassen HC1 bis HC4 zugeordnet. HC1 erfordert ein elastisches Tragwerk und ein Antriebssystem mit weichen dynamischen Eigenschaften, während ein starres Tragwerk und ein Antriebssystem mit plötzlichen Geschwindigkeitsänderungen in HC4 einzuordnen sind. Die Auswahl von Hubklassen hängt vom jeweiligen Krantyp ab und wird in den Europäischen Normen für spezielle Krantypen behandelt, siehe Anhang B. Gleichmaßen können Werte für ϕ_2 ohne Bezug auf die Hubklassen experimentell oder analytisch bestimmt werden.

v_h ist die stetige Hubgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde, bezogen auf das Lastaufnahmemittel. Werte von v_h sind in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 2 — Werte von β_2 und $\phi_{2,\min}$

Hubklasse der Hubeinrichtung	β_2	$\phi_{2,\min}$
HC1	0,17	1,05
HC2	0,34	1,10
HC3	0,51	1,15
HC4	0,68	1,20

Tabelle 3 — Werte von v_h zur Bestimmung von ϕ_2

Lastkombination (siehe 4.3.6)	Hubwerkstyp und Betriebsart				
	HD1	HD2	HD3	HD4	HD5
A1, B1	$v_{h,\max}$	$v_{h,CS}$	$v_{h,CS}$	$0,5 \cdot v_{h,\max}$	$v_h = 0$
C1	—	$v_{h,\max}$	—	$v_{h,\max}$	$0,5 \times v_{h,\max}$