

DIN EN 1991-3**DIN**

ICS 53.020.20; 91.010.30

Ersatzvermerk
siehe unten

Siehe "Berichtigung 1"

**Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen;
Deutsche Fassung EN 1991-3:2006**Eurocode 1: Actions on structures –
Part 3: Actions induced by cranes and machinery;
German version EN 1991-3:2006Eurocode 1: Actions sur les structures –
Partie 3: Actions induites par les appareils de levage et les machines;
Version allemande EN 1991-3:2006**Ersatzvermerk**Ersatz für DIN EN 1991-3:2007-03;
mit DIN EN 1991-3/NA:2010-12 Ersatz für die 2010-07 zurückgezogene Norm DIN 1055-10:2004-07

Gesamtumfang 48 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN EN 1991-3:2010-12

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 1991-3:2006) ist in der Verantwortung von CEN/TC 250/SC 1 „Eurocode 1 — Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke“ entstanden.

Die Arbeiten wurden auf nationaler Ebene vom NABau-Arbeitsausschuss NA 005-51-02 AA „Einwirkungen auf Bauten“ begleitet.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch die Richtlinie der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem dort Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen müssen im Einzelfall von CEN und der Kommission präzisiert werden.

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1991-5:2000-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Umnummerierung in DIN EN 1991-3;
- b) der Vornormcharakter wurde aufgehoben;
- c) Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute eingearbeitet;
- d) der Text vollständig überarbeitet.

Gegenüber DIN EN 1991-3:2007-03 und DIN 1055-10:2004-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) auf europäisches Bemessungskonzept umgestellt;
- b) Ersatzvermerke korrigiert;
- c) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN 1055-10: 2004-07
DIN V ENV 1991-5: 2000-10
DIN EN 1991-3: 2007-03

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 1991-3

Juli 2006

ICS 91.010.30

Ersatz für ENV 1991-5:1998

Deutsche Fassung

Eurocode 1 —
Einwirkungen auf Tragwerke —
Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen

Eurocode 1 —
Actions on structures —
Part 3: Actions induced by cranes and machinery

Eurocode 1 —
Actions sur les structures —
Partie 3: Actions induites par les appareils de levage et les machines

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Januar 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

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Allgemeines	8
1.1 Anwendungsbereich	8
1.2 Normative Verweisungen	8
1.3 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	8
1.4 Begriffe	9
1.4.1 Begriffe, speziell für Hebezeuge und Krane auf Kranbahnträgern	9
1.4.2 Begriffe, speziell für Einwirkungen verursacht durch Maschinen	11
1.5 Symbole	12
2 Einwirkungen aus Hebezeugen und Kranen auf Kranbahnträger	14
2.1 Anwendungsbereich	14
2.2 Einteilung der Einwirkungen	14
2.2.1 Allgemeines	14
2.2.2 Veränderliche Einwirkungen	14
2.2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen	15
2.3 Bemessungssituationen	16
2.4 Darstellung der Kraneinwirkungen	17
2.5 Lastanordnungen	17
2.5.1 Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen	17
2.5.2 Brückenlaufkrane	18
2.5.3 Einwirkungen aus weiteren Kranen	21
2.6 Vertikale Kranlasten — charakteristische Werte	22
2.7 Horizontale Kranlasten — charakteristische Werte	23
2.7.1 Allgemeines	23
2.7.2 Horizontale Kräfte $H_{L,i}$ längs der Fahrbahn und $H_{T,j}$ quer zur Fahrbahn aus Beschleunigung und Bremsen eines Krans	23
2.7.3 Antriebskraft K	26
2.7.4 Horizontale Kräfte $H_{S,i,j,k}$ und Führungskraft S infolge Schräglauf eines Krans	27
2.7.5 Horizontalkräfte $H_{T,3}$ aus Beschleunigen oder Bremsen der Laufkatze	31
2.8 Temperatureinwirkungen	31
2.9 Lasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern	31
2.9.1 Vertikale Lasten	31
2.9.2 Horizontale Lasten	31
2.10 Prüflasten	31
2.11 Außergewöhnliche Einwirkungen	32
2.11.1 Pufferkräfte $H_{B,1}$ infolge Anprall des Krans	32
2.11.2 Pufferkräfte $H_{B,2}$ infolge Anprall der Laufkatze	33
2.11.3 Kippkräfte	33
2.12 Ermüdungslasten	33
2.12.1 Einzelne Kraneinwirkungen	33
2.12.2 Spannungsschwingbreiten aus mehrfachen Rad- und Kraneinwirkungen	35
3 Einwirkungen aus Maschinen	36
3.1 Anwendungsbereich	36
3.2 Einteilung der Einwirkungen	36
3.2.1 Allgemeines	36
3.2.2 Ständige Einwirkungen	36
3.2.3 Veränderliche Einwirkungen	37
3.2.4 Außergewöhnliche Einwirkungen	37
3.3 Bemessungssituationen	37
3.4 Darstellung der Einwirkungen	38
3.4.1 Herkunft der Lasten	38
3.4.2 Modellierung dynamischer Einwirkungen bei Maschinen	38
3.4.3 Modellierung des gegenseitigen Einflusses von Tragwerk und Maschinen	39
2	

Seite

3.5	Charakteristische Werte	39
3.6	Gebrauchstauglichkeitskriterien	41
Anhang A (normativ) Grundlage der Tragwerksplanung — Ergänzende Regeln zur EN 1990 für		
	Kranbahnträger.....	43
A.1	Allgemeines	43
A.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit	43
A.2.1	Kombinationen der Einwirkungen	43
A.2.2	Teilsicherheitsfaktoren	44
A.2.3	ψ -Faktoren für Kranlasten	45
A.3	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	45
A.3.2	Teilsicherheitsfaktoren	45
A.3.3	ψ -Faktoren für Kraneinwirkungen	45
A.4	Ermüdung.....	45
Anhang B (informativ) Kranklassifizierung für die Ermüdungsbeanspruchung		
		46

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1991-3:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Das Technische Komitee CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig.

Dieses Dokument ersetzt die Europäische Norm ENV 1991-5:1998.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

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.

Hintergrund des Eurocode-Programms

Im Jahre 1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, für das Bauwesen ein Programm auf der Grundlage des Artikels 95 der Römischen Verträge durchzuführen. Das Ziel des Programms war die Beseitigung technischer Handelshemmnisse und die Harmonisierung technischer Spezifikationen.

Im Rahmen dieses Programms leitete die Kommission die Bearbeitung von harmonisierten technischen Regelwerken für die Tragwerksplanung von Bauwerken ein, die im ersten Schritt als Alternative zu den in den Mitgliedsländern geltenden Regeln dienen und diese schließlich ersetzen sollten.

15 Jahre lang leitete die Kommission mit Hilfe eines Steuerungskomitees mit Repräsentanten der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Eurocode-Generation in den 80er Jahren führte.

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung¹⁾ zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EEC zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EEC, 92/50/EEC und 89/440/EEC zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

1) Vereinbarung zwischen der Kommission der Europäischen Gemeinschaften und dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) zur Bearbeitung der Eurocodes für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken.

Das Eurocode-Programm umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

- EN 1990 *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*
- EN 1991 *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*
- EN 1992 *Eurocode 2: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten*
- EN 1993 *Eurocode 3: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten*
- EN 1994 *Eurocode 4: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten*
- EN 1995 *Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten*
- EN 1996 *Eurocode 6: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Mauerwerksbauten*
- EN 1997 *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*
- EN 1998 *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*
- EN 1999 *Eurocode 9: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen*

Die Europäischen Normen berücksichtigen die Verantwortlichkeit der Bauaufsichtsbehörden in den Mitgliedsländern und haben deren Recht zur nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte beachtet, so dass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich bleiben können.

Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

Die Mitgliedsländer der EU und von EFTA betrachten die Eurocodes als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Mechanischer Widerstand und Stabilität und der wesentlichen Anforderung Nr. 2: Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs).

Die Eurocodes haben, soweit sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Beziehung zu den Grundlagendokumenten²⁾, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen³⁾. Daher sind die technischen Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees von CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an der Normung von Produkten arbeiten, zu beachten, damit diese Produktspezifikationen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

2) Entsprechend Artikel 3.3 der Bauproduktenrichtlinie sind die wesentlichen Angaben in Grundlagendokumenten zu konkretisieren, um damit die notwendigen Verbindungen zwischen den wesentlichen Anforderungen und den Mandaten für die Erstellung harmonisierter Europäischer Normen und Richtlinien für die Europäischen Zulassungen selbst zu schaffen.

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

- a) die wesentliche Anforderung zu konkretisieren, in dem die Begriffe und soweit erforderlich die technische Grundlagen für Klassen und Anforderungshöhen vereinheitlicht werden,
- b) Methode zur Verbindung dieser Klasse oder Anforderungshöhen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. rechnerische oder Testverfahren, Entwurfsregeln,
- c) als Bezugsdokument für die Erstellung harmonisierter Normen oder Richtlinien für Europäische Technische Zulassungen zu dienen.

Die Eurocodes spielen de facto eine ähnliche Rolle für die wesentliche Anforderung Nr. 1 und einen Teil der wesentlichen Anforderung Nr. 2.

DIN EN 1991-3:2010-12 EN 1991-3:2006 (D)

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Baukomponenten, die sich für die tägliche Anwendung eignen. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für ungewöhnliche Baulösungen und Entwurfsbedingungen, wofür Spezialistenbeiträge erforderlich sein können.

Nationale Fassungen der Eurocodes

Die Nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie von CEN veröffentlicht, mit möglicherweise einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anhang.

Der Nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offengelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten in dem Land, in dem sie erstellt werden. Sie umfassen:

- Zahlenwerte und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen;
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben;
- landesspezifische (geographische, klimatische usw.) Daten, z. B. Schneekarten;
- Vorgehensweise, wenn die Eurocodes mehrere Vorgehensweisen zur Wahl anbieten.

Des Weiteren dürfen enthalten sein:

- Entscheidungen über die Anwendung der informativen Anhänge;
- Verweise zu ergänzenden, nicht widersprüchlichen Informationen, die dem Anwender bei der Benutzung des Eurocodes helfen.

Beziehung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)

Es besteht die Notwendigkeit, dass die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ konsistent sind. Weiterhin sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festgelegten Parameter zugrunde liegen.

Zusätzliche Informationen besonders für EN 1991-3

EN 1991-3 gibt Hinweise und Einwirkungen für die Tragwerksbemessung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken, die folgende Aspekte einschließen:

- Einwirkungen hervorgerufen durch Krane und
- Einwirkungen hervorgerufen durch Maschinen.

EN 1991-3 ist für folgende Anwender gedacht:

- Planer oder Vertragsparteien,
- die Bauaufsicht und öffentliche Auftraggeber.

Es ist vorgesehen, dass EN 1991-3 zusammen mit EN 1990, den anderen Teilen von EN 1991 sowie EN 1992 bis EN 1999 für die Bemessung von Tragwerken angewendet wird.

4) Siehe Artikel 3.3 und Art. 12 der Bauproduktenrichtlinie, ebenso wie die Abschnitte 4.2, 4.3.1, 4.3.2, und 5.2 des Grundlagendokumentes Nr. 1.

Nationaler Anhang für EN 1991-3

Diese Norm enthält alternative Verfahren und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen getroffen werden. Dazu sollte die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1991-3 einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern erhalten, mit dem die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, möglich ist.

Die Wahl nationaler Festlegungen ist in den folgenden Regelungen der EN 1991-3 vorgesehen:

Abschnitt	Punkt
2.1 (2)	Vorgehensweise, wenn die Einwirkungen vom Kranhersteller angegeben werden
2.5.2.1 (2)	Exzentrizität der Radlasten
2.5.3 (2)	Maximale Anzahl von Kranen, die in der ungünstigsten Stellung zu berücksichtigen sind
2.7.3 (3)	Reibbeiwert
A.2.2 (1)	Definition von γ -Werten für die Fälle STR und GEO
A.2.2 (2)	Definition von γ -Werten für den Fall EQU
A.2.3 (1)	Definition von ψ -Werten

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) EN 1991-3 legt die Nutzlasten (Modelle und repräsentative Zahlenwerte) aus Kranen auf Kranbahnträgern und stationären Maschinen fest, die wo notwendig dynamische Einflüsse, Brems- und Beschleunigungskräfte sowie Anprallkräfte einschließen.

(2) Abschnitt 1 definiert allgemeine Definitionen und Bezeichnungen.

(3) Abschnitt 2 legt die durch Krane verursachten Einwirkungen auf Kranbahnträgern fest.

(4) Abschnitt 3 spezifiziert die durch stationäre Maschinen hervorgerufenen Einwirkungen.

1.2 Normative Verweisungen

Diese 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 Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ISO 3898, *Bases for design of structures — Notations — General symbols*

ISO 2394, *General principles on reliability for structures*

ISO 8930, *General principles on reliability for structures — List of equivalent terms*

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

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

EN 13001-2, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 2: Lasteinwirkungen*

EN 1993-1-9, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdung*

EN 1993-6, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 6: Kranbahnträger*

1.3 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln

(1) Abhängig vom Charakter der einzelnen Absätze wird in diesem Teil nach Prinzipien und Anwendungsregeln unterschieden.

(2) Die Prinzipien enthalten:

- Allgemeine Bestimmungen und Begriffsbestimmungen, für die es keine Alternativen gibt, genauso wie
- Anforderungen und Rechenmodelle, die immer gültig sind, soweit auf die Möglichkeit von Alternativen nicht ausdrücklich hingewiesen wird.

(3) Die Prinzipien werden durch den Buchstaben P nach der Absatznummer gekennzeichnet.

(4) Die Anwendungsregeln sind allgemein anerkannte Regeln, die den Prinzipien folgen und deren Anforderungen erfüllen.

(5) Es sind von der EN 1991-3 abweichende Anwendungsregeln zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass sie mit den maßgebenden Prinzipien übereinstimmen und im Hinblick auf die Bemessungsergebnisse bezüglich der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, die bei Anwendung der Eurocodes erwartet werden, mindestens gleichwertig sind.

ANMERKUNG Wird bei dem Entwurf eine abweichende Anwendungsregel verwendet, kann keine vollständige Übereinstimmung mit EN 1991-3 erklärt werden, auch wenn die abweichende Anwendungsregel den Prinzipien in EN 1990-1-3 entspricht. Wird EN 1991-3 für eine Eigenschaft in Anhang Z einer Produktnorm oder einer ETAG verwendet, so kann die Anwendung einer abweichenden Anwendungsregel möglicherweise das CE-Zeichen ausschließen.

(6) In diesem Teil werden die Anwendungsregeln durch Absatznummern in Klammern, z. B. wie für diesen Absatz, gekennzeichnet.

1.4 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930 und die folgenden Begriffe. Des Weiteren ist für die Anwendung dieser Norm eine Basisliste mit Begriffen und Definitionen in EN 1990, 1.5, enthalten.

1.4.1 Begriffe, speziell für Hebezeuge und Krane auf Kranbahnträgern

1.4.1.1

dynamischer Faktor

Faktor, der das Verhältnis der dynamischen Tragwerksreaktion zur statischen darstellt

1.4.1.2

Eigengewicht Q_c des Krans

Eigengewicht aller festen und beweglichen Elementen, einschließlich der mechanischen und elektronischen Ausstattung des Krantragwerks, jedoch ohne Lastaufnahmemittel und einem Teil der hängenden Seile oder Ketten des Hebezeugs, die durch das Krantragwerk bewegt werden, siehe 1.4.1.3

1.4.1.3

Hublast Q_h

umfasst die Massen der Nutzlast, das Lastaufnahmemittel und einen Teil der hängenden Seile oder Ketten des Hebezeugs, die durch das Krantragwerk bewegt werden, siehe Bild 1.1

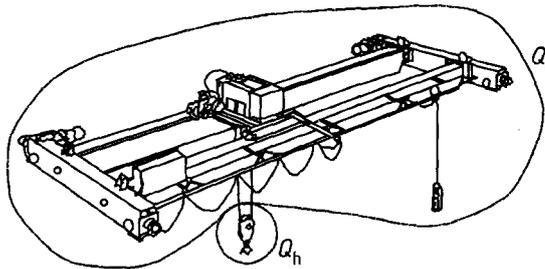


Bild 1.1 — Definition der Hublast und des Eigengewichtes eines Krans

1.4.1.4

Laufkatze

Teil eines Brückenlaufkrans, an dem das Hebezeug angebracht ist und das auf Schienen über der Kranbrücke verfahrbar ist

1.4.1.5

Kranbrücke

Teil eines Brückenlaufkrans, welches die Stützweite der Kranbahnträger überbrückt und die Laufkatze oder die Unterflansch-Laufkatze trägt

1.4.1.6

Führungsmittel

System, das dazu dient, den Kran durch horizontale Reaktionskräfte zwischen Kran und Kranbahnträger auf der Kranbahn ausgerichtet zu halten

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

ANMERKUNG Die Führungsmittel können aus Spurkränzen an den Laufrädern oder aus separaten Führungsrollen bestehen, die seitlich an den Kranschiene oder an den Kranbahnträgern laufen.

1.4.1.7

Hubwerk

Maschine zum Anheben der Lasten

1.4.1.8

Unterflansch-Laufkatze

Laufkatze, die ein Hubwerk besitzt und auf dem Unterflansch eines Trägers fahren kann, der entweder fest montiert wird (wie in Bild 1.2 dargestellt) oder die Kranbrücke eines Brückenlaufkrans bildet (wie in Bilder 1.3 und 1.4 abgebildet)

1.4.1.9

Einschiene Unterflansch-Laufkatze

Unterflansch-Laufkatze, die von einem fest montierten Träger getragen wird, siehe Bild 1.2

1.4.1.10

Kranbahnträger

Träger, der von einem Brückenlaufkran befahren wird

1.4.1.11

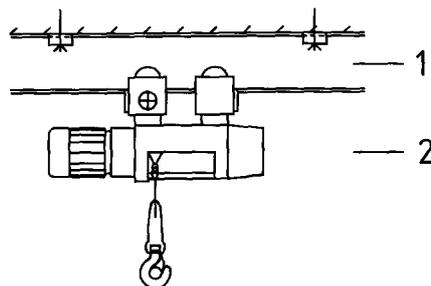
Brückenlaufkran

Maschine zum Heben und Bewegen von Lasten, die auf Rädern über den Kranbahnträgern fährt. Sie besitzt ein oder mehrere Hebezeuge, die an einer Laufkatze oder Unterflansch-Laufkatze befestigt sind

1.4.1.12

Kranbahnträger für Unterflansch-Laufkatze

zum Tragen von Einschiene Unterflansch-Laufkatzen vorgesehener Kranbahnträger, wobei die Laufkatze auf dem Unterflansch des Kranbahnträgers fährt, siehe Bild 1.2



Legende

- 1 Kranbahnträger
- 2 Unterflansch Laufsätze

Bild 1.2 — Kranbahnträger mit Unterflansch-Laufkatze

1.4.1.13

Hängekran

Brückenlaufkran, der auf den Unterflanschen der Kranbahnträger fährt, siehe Bild 1.3

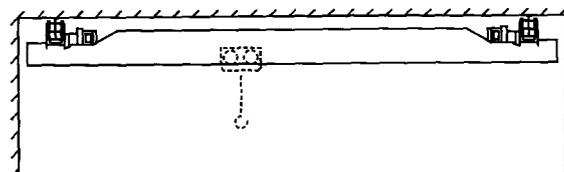


Bild 1.3 — Hängekran mit Unterflansch-Laufkatze

1.4.1.14**angesetzter Brückenlaufkran**

Brückenlaufkran, der den Kranbahnträger von oben belastet

ANMERKUNG Dieser fährt üblicherweise auf Schienen, nur gelegentlich direkt auf dem Obergurt der Träger, siehe Bild 1.4.

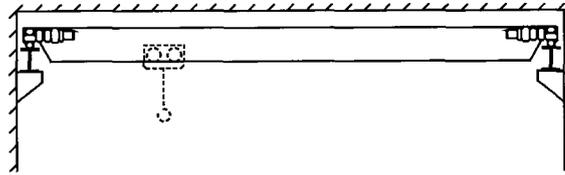


Bild 1.4 — Aufgesetzter Brückenlaufkran mit Unterflansch-Laufkatze

1.4.2 Begriffe, speziell für Einwirkungen verursacht durch Maschinen**1.4.2.1****Eigenfrequenz**

Frequenz einer freien Schwingung eines Systems

ANMERKUNG Für Systeme mit mehreren Freiheitsgraden, sind die Eigenfrequenzen die Frequenzen der Eigenformen der Schwingung.

1.4.2.2**freie Schwingung**

Schwingung eines Systems, die ohne erzwungene Schwingung auftritt

1.4.2.3**erzwungene Schwingung**

Schwingung eines Systems, so lange das System durch eine äußere Last angeregt wird

1.4.2.4**Dämpfung**

Dissipation der Energie mit der Zeit oder Entfernung

1.4.2.5**Resonanz**

Resonanzfall eines Systems bei einer erzwungenen harmonischen Schwingung liegt vor, wenn jede Änderung der Erregerfrequenz, sei sie noch so klein, zu einer Abnahme der Systemantwort führt

1.4.2.6**Eigenform der Schwingung**

charakteristische Schwingungsform eines schwingenden Systems, bei der die Bewegung jedes einzelnen Teilchens harmonisch mit der gleichen Frequenz erfolgt

ANMERKUNG Bei einem Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden können zwei oder mehr Eigenformen gleichzeitig auftreten. Eine (natürliche) Schwingungseigenform ist eine Schwingung, sofern die von den anderen Schwingungsformen des Systems entkoppelt ist.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

1.5 Symbole

(1) Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Symbole.

ANMERKUNG Die benutzten Bezeichnungen basieren auf ISO 3898:1997.

(2) Eine Basisliste von Symbolen ist in EN 1990, Abschnitt 1.6, enthalten, und die unten aufgeführten zusätzlichen Bezeichnungen sind speziell für diesen Teil der EN 1991 gültig.

Lateinische Großbuchstaben

$F_{\phi,k}$	charakteristischer Wert einer Kraneinwirkung
F_k	charakteristischer statischer Anteil einer Kraneinwirkung
F_s	freie Kraft des Rotors
F_w^*	Kräfte verursacht durch Wind in Betrieb
$H_{B,1}$	Pufferkräfte bezogen auf die Bewegung des Kranes
$H_{B,2}$	Pufferkräfte bezogen auf die Bewegung der Laufkatze
H_K	horizontale Last auf die Führungsschienen
H_L	Längskräfte verursacht durch Beschleunigen und Bremsen des Krans
H_s	Horizontalkräfte verursacht durch Schräglauf des Krans
$H_{T,1}; H_{T,2}$	Horizontalkräfte verursacht durch Beschleunigen und Bremsen des Krans
$H_{T,3}$	Horizontalkräfte quer zur Fahrbahn verursacht durch Beschleunigen und Bremsen der Laufkatze
H_{TA}	Kippkraft
K	Antriebskraft
$M_k(t)$	Kurzschlussmoment
Q_e	Ermüdungslast
Q_c	Eigengewicht des Krans
Q_h	Hublast
Q_T	Prüflast
Q_r	Radlast
S	Führungskraft

Lateinische Kleinbuchstaben

b_r	Breite des Schienenkopfes
e	Exzentrizität der Radlast
e_M	Exzentrizität der Masse des Rotors
h	Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und dem Führungsmittel
k_Q	Lastkollektivbeiwert
l	Spannweite der Kranbrücke
m_c	Masse des Krans
m_w	Anzahl der einzeln angetriebenen Räder
m_r	Masse des Rotors
n	Anzahl der Radpaare
n_r	Anzahl der Kranbahnträger

Griechische Kleinbuchstaben

α	Schräglaufwinkel
ζ	Dämpfungsverhältnis
η	Anteil der Hublast, der nach Entfernen der Nutzlast verbleibt, jedoch nicht im Eigengewicht des Krans enthalten ist
λ	Schadensäquivalenz-Beiwert
λ_s	Lastbeiwerte
μ	Reibungsbeiwert
ξ_b	Puffercharakteristik
φ	dynamischer Faktor
$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ $\varphi_4, \varphi_5, \varphi_6, \varphi_7$	dynamische Faktoren angewendet auf Einwirkungen, die durch Krane verursacht werden
φ_{fat}	schadensäquivalenter dynamischer Faktor
φ_M	dynamische Faktoren angewendet auf Einwirkungen, die durch Maschinen verursacht werden
ω_e	Eigenfrequenz des Tragwerks
ω_r	Kreisfrequenz des Rotors
ω_s	Frequenz der Erregerkraft

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

2 Einwirkungen aus Hebezeugen und Kranen auf Kranbahnträger

2.1 Anwendungsbereich

(1) Dieser Abschnitt legt Einwirkungen fest (Modelle und repräsentative Werte), verursacht durch:

- Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen, siehe 2.5.1 und 2.5.2;
- Brückenlaufkrane, siehe 2.5.3 und 2.5.4.

(2) Die in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren stehen im Einklang mit den in EN 13001-1 und EN 13001-2 enthaltenen Vorschriften, um den Austausch von Daten mit den Kranherstellern zu erleichtern.

ANMERKUNG Wenn der Kranhersteller zur Zeit der Bemessung des Kranbahnträgers bekannt ist, dürfen für das Einzelprojekt genauere Daten benutzt werden. Der Nationale Anhang darf Informationen zu der Vorgehensweise angeben.

2.2 Einteilung der Einwirkungen

2.2.1 Allgemeines

(1)P Die durch Krane verursachten Einwirkungen sind als veränderliche und außergewöhnliche Einwirkungen zu klassifizieren, die durch verschiedene Modelle, wie in 2.2.2 und 2.2.3 beschrieben, dargestellt werden.

2.2.2 Veränderliche Einwirkungen

(1) Unter normalen Betriebsbedingungen ergeben sich aus Kranen zeitlich und örtlich veränderliche Einwirkungen. Sie beinhalten Gravitationskräfte einschließlich Hublasten, Trägheitskräfte aus Beschleunigen und Bremsen sowie Kräfte, die aus Schräglauf und anderen dynamischen Einflüssen resultieren.

(2) Die veränderlichen Kraneinwirkungen sollten getrennt werden in:

- veränderliche vertikale Kraneinwirkungen, die durch das Eigengewicht des Krans und der Hublast verursacht werden;
- veränderliche horizontale Kraneinwirkungen, die durch das Beschleunigen und Bremsen, durch Schräglauf oder andere dynamische Einwirkungen verursacht werden.

(3) Die verschiedenen repräsentativen Werte für veränderliche Kraneinwirkungen sind charakteristische Werte, die sich aus statischen und dynamischen Anteilen zusammensetzen.

(4) Dynamische Anteile infolge von Schwingungen, die durch Trägheitskräfte und Dämpfungswirkungen hervorgerufen werden, werden im Allgemeinen durch dynamische Faktoren φ_i erfasst, mit denen die statischen Lasten zu vervielfachen sind.

$$F_{\varphi,k} = \varphi_i \cdot F_k \quad (2.1)$$

Dabei ist

$F_{\varphi,k}$ der charakteristische Wert der Kraneinwirkung;

φ_i der dynamische Faktor, siehe Tabelle 2.1;

F_k der charakteristische statische Anteil der Kraneinwirkung.

(5) Die verschiedenen dynamischen Faktoren und ihre Anwendungen sind in Tabelle 2.1 aufgelistet.

(6) Das gleichzeitige Auftreten von Kranlastanteilen darf durch die Bildung von Lastgruppen berücksichtigt werden, siehe Tabelle 2.2. Jede dieser Lastgruppen sollte für die Kombination mit anderen, nicht aus Kranbetrieb resultierenden Einwirkungen, als eine einzige charakteristische Kraneinwirkung angesehen werden.

ANMERKUNG Die Gruppeneinteilung sieht vor, dass zum jeweiligen Zeitpunkt nur eine horizontale Kraneinwirkung berücksichtigt wird.

2.2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

(1) Krane können außergewöhnliche Einwirkungen infolge Pufferanprall (Pufferkräfte) oder durch Kollision von Lastaufnahmemitteln mit Hindernissen (Kippkräfte) erzeugen.

Diese Einwirkungen sollten in der statischen Berechnung berücksichtigt werden, sofern ein geeigneter Schutz davor nicht sichergestellt ist.

(2) Die in 2.11 beschriebenen außergewöhnlichen Einwirkungen beziehen sich auf allgemeine Situationen. Sie werden durch verschiedene Lastmodelle repräsentiert, die Bemessungswerte (z. B. in Anwendung mit $\gamma_A = 1,0$) in Form von äquivalenten statischen Lasten definieren.

(3) Das gleichzeitige Auftreten von außergewöhnlichen Kranlasten darf durch den Ansatz von Lastgruppen, wie in Tabelle 2.2 angegeben, berücksichtigt werden. Jede dieser Lastgruppen definiert für die Kombination mit nicht durch den Kran hervorgerufenen Lasten eine einzige Kraneinwirkung.

Tabelle 2.1 — Dynamische Faktoren φ_i

Dynamische Faktoren	Einfluss, der berücksichtigt wird	Anzuwenden auf
φ_1	– Schwingungsanregung des Krantragwerks infolge Anheben der Hublast vom Boden	Eigengewicht des Krans
φ_2 oder φ_3	– dynamische Wirkungen beim Anheben der Hublast vom Boden – dynamische Wirkungen durch plötzliches Loslassen der Nutzlast, wenn zum Beispiel Greifer oder Magneten benutzt werden	Hublast
φ_4	– dynamische Wirkung hervorgerufen durch Fahren auf Schienen oder Fahrbahnen	Eigengewicht des Krans und Hublast
φ_5	– dynamische Wirkungen verursacht durch Antriebskräfte	Antriebskräfte
φ_6	– dynamische Wirkungen infolge einer Prüflast, die durch die Antriebe entsprechend den Einsatzbedingungen bewegt wird	Prüflast
φ_7	– dynamische elastische Wirkungen verursacht durch Pufferanprall	Pufferkräfte

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

Tabelle 2.2 — Lastgruppen mit dynamischen Faktoren, die als eine einzige charakteristische Einwirkung anzusehen sind

		Symbol	Abschnitt	Lastgruppen									
				ULS							Prüf- last	Außer- ge- wöhn- lich	
				1	2	3	4	5	6	7			
1	Eigengewicht des Krans	Q_c	2.6	φ_1	φ_1	1	φ_4	φ_4	φ_4	1	φ_1	1	1
2	Hublast	Q_h	2.6	φ_2	φ_3	-	φ_4	φ_4	φ_4	η^1	-	1	1
3	Beschleunigung der Kranbrücke	H_L, H_T	2.7	φ_5	φ_5	φ_5	φ_5	-	-	-	φ_5	-	-
4	Schräglauf der Kranbrücke	H_S	2.7	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
5	Beschleunigen oder Bremsen der Laufkatze oder Hubwerk	H_{T3}	2.7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
6	Wind in Betrieb	F_W^*	Anhang A	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-
7	Prüflast	Q_T	2.10	-	-	-	-	-	-	-	φ_6	-	-
8	Pufferkraft	H_B	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	φ_7	-
9	Kippkraft	H_{TA}	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ANMERKUNG Zu Wind außerhalb Betrieb, siehe Anhang A.													
¹ η ist der Anteil der Hublast, der nach Entfernen der Nutzlast verbleibt, jedoch nicht im Eigengewicht des Krans enthalten ist.													

2.3 Bemessungssituationen

(1)P Es sind für jede der in EN 1990 angegebenen Bemessungssituationen die maßgebenden Einwirkungen, die durch Krane verursacht werden, zu bestimmen.

(2)P Es sind ausgewählte Bemessungssituationen zu berücksichtigen und kritische Lastfälle festzustellen. Für jeden kritischen Lastfall sind die Bemessungswerte der Beanspruchungen infolge der Einwirkungskombination zu bestimmen.

(3) Einwirkungen, die durch den Betrieb mehrerer Krane hervorgerufen werden, sind in 2.5.3 angegeben.

(4) Kombinationsregeln für Kraneinwirkungen mit anderen Einwirkungen sind in Anhang A angegeben.

(5) Für den Ermüdungsnachweis sind Ermüdungslastmodelle in 2.12 angegeben.

(6) Für den Fall, dass für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis Prüfversuche mit Kranen auf der tragenden Unterkonstruktion durchgeführt werden, ist in 2.10 ein Prüflastmodell angegeben.

2.4 Darstellung der Kraneinwirkungen

(1) Es sollten die über die Räder des Krans und möglicherweise über Führungsrollen oder sonstige Führungsmittel auf den Kranbahnträger ausgeübten Einwirkungen angesetzt werden.

(2) Die auf die Kranunterkonstruktion einwirkenden Horizontalkräfte, die durch die horizontalen Bewegungen von Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen bzw. Hubwerke entstehen, sollten nach 2.5.1.2, 2.5.2.2 und 2.7 bestimmt werden.

2.5 Lastanordnungen

2.5.1 Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen

2.5.1.1 Vertikale Lasten

(1) Bei normalen Betriebsbedingungen sollte die vertikale Last aus dem Eigengewicht des Hubwerks, der Hublast und dem dynamischen Faktor zusammengesetzt werden, siehe Tabellen 2.1 und 2.2.

2.5.1.2 Horizontalkräfte

(1) Im Falle fest montierter Kranbahnträger für Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen sollten die horizontalen Lasten, sofern kein genauere Wert vorliegt, 5 % der maximalen vertikalen Radlast ohne den dynamischen Faktor betragen.

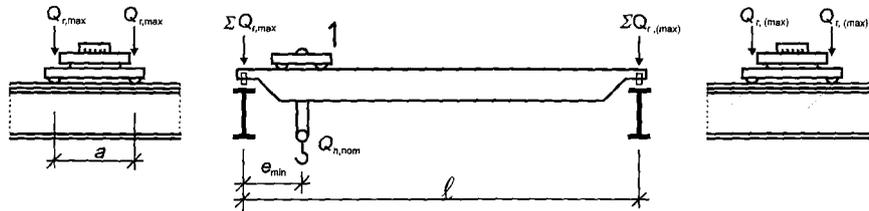
(2) Dies gilt auch für horizontale Lasten im Fall pendelnd aufgehängter Kranbahnträger.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

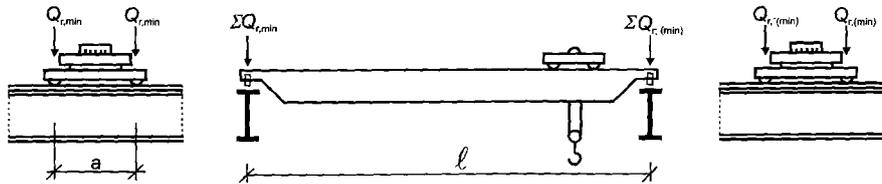
2.5.2 Brückenlaufkrane

2.5.2.1 Vertikale Lasten

(1) Die maßgebenden vertikalen Radlasten eines Krans auf einem Kranbahnträger sollten unter Berücksichtigung der kritischen Lastanordnungen nach Bild 2.1 bestimmt werden. Dabei sind die in 2.6 angegebenen charakteristischen Werte zu verwenden.



a) Lastanordnung des belasteten Krans zur Bestimmung der maximalen Belastung des Kranbahnträgers



b) Lastanordnung des unbelasteten Krans zur Bestimmung der minimalen Belastung des Kranbahnträgers

Dabei ist

- $Q_{r,max}$ die maximale Last je Rad des belasteten Krans;
- $Q_{r,(max)}$ die zugehörige Last je Rad des belasteten Krans;
- $\Sigma Q_{r,max}$ die Summe der maximalen Radlasten $Q_{r,max}$ des belasteten Krans je Kranbahn;
- $\Sigma Q_{r,(max)}$ die Summe der zugehörigen Radlasten $Q_{r,(max)}$ des belasteten Krans je Kranbahn;
- $Q_{r,min}$ die minimale Last je Rad des unbelasteten Krans;
- $Q_{r,(min)}$ die zugehörige Last je Rad auf dem mehrbelasteten Kranbahnträger;
- $\Sigma Q_{r,min}$ die Summe der minimalen Radlasten $Q_{r,min}$ des unbelasteten Krans je Kranbahn;
- $\Sigma Q_{r,(min)}$ Summe der zugehörigen Radlasten $Q_{r,(min)}$ des unbelasteten Krans je Kranbahn;
- $Q_{h,nom}$ die Nennhublast.

Legende

1 Laufkatze

Bild 2.1 — Lastanordnung zur Bestimmung der maßgebenden vertikalen Einwirkungen auf den Kranbahnträger

(2) Die Exzentrizität e der Radlast Q_r zur Schiene sollte als ein Bruchteil der Schienenkopfbreite b_r angenommen werden, siehe Bild 2.2.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf den Zahlenwert für e festlegen. Es wird der Wert $e = 0,25 b_r$ empfohlen.

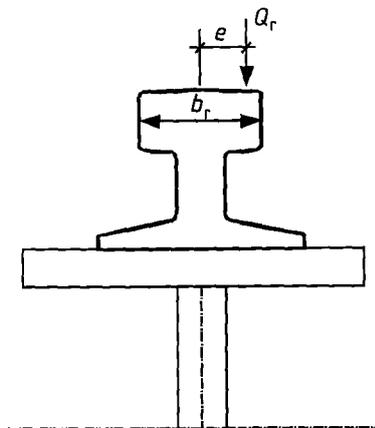


Bild 2.2 — Exzentrizität der Radlast

2.5.2.2 Horizontalkräfte

(1) Bei Brückenlaufkranen sollten die folgenden Horizontalkräfte berücksichtigt werden:

- Horizontalkräfte, hervorgerufen durch das Beschleunigen und Bremsen des Krans in Richtung seiner Bewegung entlang des Kranbahnträgers, siehe 2.7.2;
- Horizontalkräfte, hervorgerufen durch das Beschleunigen oder Bremsen der Laufkatze oder der Unterflansch-Laufkatze in Richtung ihrer Bewegung entlang der Kranbrücke, siehe 2.7.5;
- Horizontalkräfte, hervorgerufen durch Schräglauf des Krans in Richtung seiner Bewegung entlang des Kranbahnträgers, siehe 2.7.4;
- Pufferkräfte in Richtung der Kranbewegung, siehe 2.11.1;
- Pufferkräfte in Richtung der Bewegung der Laufkatze oder der Unterflansch-Laufkatze, siehe 2.11.2.

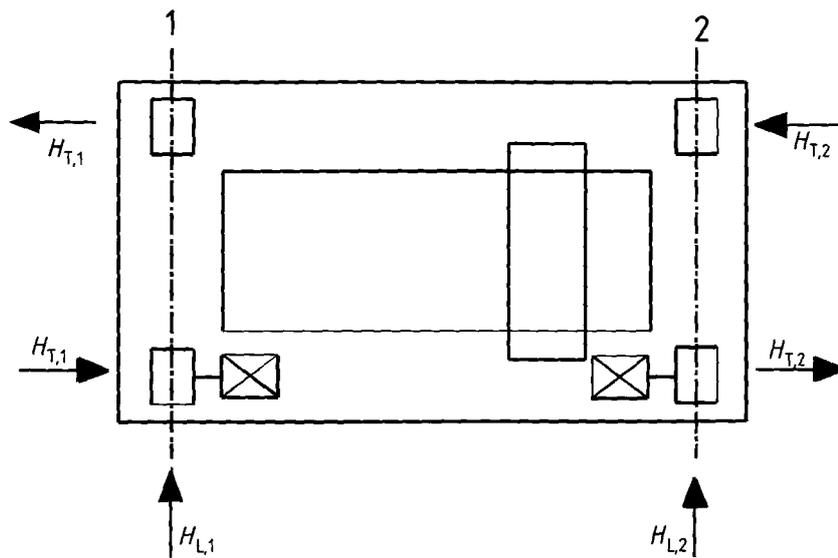
(2) Wenn nicht anderweitig festgelegt, sollte nur eine der in (1) aufgeführten Horizontalkräfte (a) bis (e) in einer Gruppe gleichzeitig auftretender Kranlastanteile berücksichtigt werden, siehe Tabelle 2.2.

(3) Bei Hängekranen sollten die Horizontalkräfte in der Radlaufläche in der Größe von mindestens 10 % der größten vertikalen Radlast ohne dynamischen Faktor angesetzt werden, es sei denn ein genauere Wert ist gerechtfertigt.

(4) Wenn nicht anderweitig festgelegt, sollten die horizontalen Radlasten $H_{L,i}$ längs der Fahrbahn und die horizontalen Radlasten $H_{T,i}$ quer zur Fahrbahn infolge Beschleunigung und Bremsen des Krans oder der Laufkatze usw. nach Bild 2.3 angesetzt werden. Die charakteristischen Werte dieser Kräfte sind in 2.7.2 angegeben.

ANMERKUNG Diese Kräfte beinhalten keine Einwirkungen aus schrägem Hub-Schräglauf infolge Fehlausrichtung von Last und Laufkatze, da im Allgemeinen Schräghub nicht zulässig ist. Unvermeidbare Einwirkungen aus geringfügigem Schräghub sind in den Trägheitskräften enthalten.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

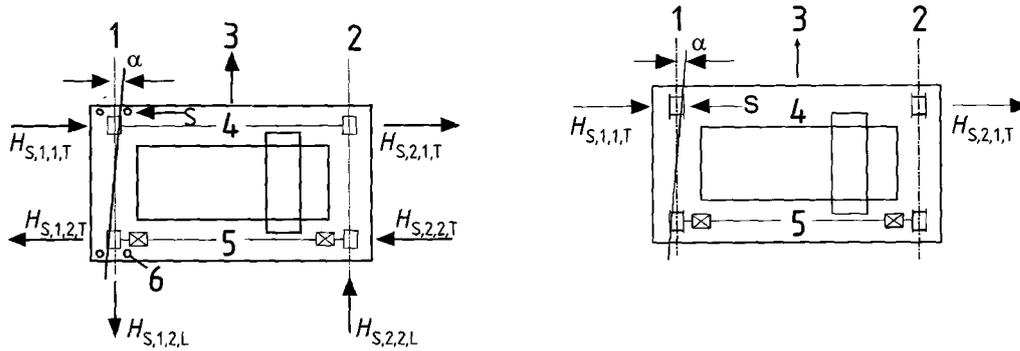


Legende

- 1 Schiene $i = 1$
- 2 Schiene $i = 2$

Bild 2.3 — Anordnung der horizontalen Radlasten infolge Beschleunigung und Bremsen längs und quer zur Fahrbahn

(5) Die horizontalen Radlasten $H_{S,i,j,k}$ längs und quer zur Fahrbahn sowie die Führungskraft S aus Schräglaufl können beim Fahren des Krans oder der Laufkatze mit konstanter Geschwindigkeit an den Führungsmitteln von Kranen oder Laufkatzen auftreten, siehe Bild 2.4. Diese Lasten werden von den Führungsmitteln verursacht, indem diese die Räder an ihrer freien, natürlichen Laufrichtung beim Fahren des Krans oder der Laufkatze hindern. Die charakteristischen Werte sind in 2.7.4 angegeben.



a) mit zusätzlichen Führungsmitteln

b) Spurführung mittels Spurkränzen

Legende

- 1 Schiene $i = 1$
- 2 Schiene $i = 2$
- 3 Bewegungsrichtung
- 4 Radpaar $j = 1$
- 5 Radpaar $j = 2$
- 6 Führungsmittel

ANMERKUNG 1 Die Richtung der Horizontalkräfte ist abhängig von der Art des Führungsmittels, von der Fahr- richtung und von der Antriebsart.

ANMERKUNG 2 Die Kräfte $H_{S,i,j,k}$ sind in 2.7.4(1) festgelegt.

Bild 2.4 — Anordnung der horizontalen Radlasten aus Schrägläuf längs und quer zur Fahrbahn

2.5.3 Einwirkungen aus weiteren Kranen

(1) P Krane, die zusammenarbeiten müssen, sind wie ein Kran zu behandeln.

(2) Für den Fall, dass mehrere Krane unabhängig voneinander arbeiten, sollte die maximale Anzahl der Krane, die als gleichzeitig wirkend zu berücksichtigen sind, festgelegt werden.

ANMERKUNG Die maximale Anzahl der in ungünstigster Stellung zu berücksichtigenden Krane darf im Nationalen Anhang festgelegt werden. Es wird die in Tabelle 2.3 angegebene Anzahl empfohlen.

Tabelle 2.3 — Empfehlung für die maximale Anzahl von Kranen in ungünstigster Stellung

	Krane je Kranbahn	Krane je Hallenschiff	Krane in mehrschiffigen Hallen	
Vertikale Kraneinwirkung	3	4	4	2
Horizontale Kraneinwirkung	2	2	2	2

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

2.6 Vertikale Kranlasten — charakteristische Werte

(1) Die charakteristischen Werte der vertikalen Kranlasten auf die Kranunterkonstruktionen sollten nach Tabelle 2.2 bestimmt werden.

(2)P Für das Eigengewicht und die Hublast des Krans sind die vom Kranhersteller angegebenen Nennwerte der vertikalen Lasten als charakteristische Werte anzunehmen.

Tabelle 2.4 — Dynamische Faktoren φ_i für vertikale Lasten

Werte für dynamische Faktoren	
φ_1	$0,9 < \varphi_1 < 1,1$ Die beiden Werte 1,1 und 0,9 decken die unteren und oberen Werte des Schwingungsimpulses ab.
φ_2	$\varphi_2 = \varphi_{2,\min} + \beta_2 \cdot v_h$ v_h - konstante Hubgeschwindigkeit in m/s $\varphi_{2,\min}$ und β_2 siehe Tabelle 2.5
φ_3	$\varphi_3 = 1 - \frac{\Delta m}{m} (1 + \beta_3)$ Dabei ist Δm der losgelassene oder abgesetzte Teil der Masse der Hublast; m die Masse der gesamten Hublast; $\beta_3 = 0,5$ bei Kranen mit Greifern oder ähnlichen Vorrichtungen für langsames Absetzen; $\beta_3 = 1,0$ bei Kranen mit Magneten oder ähnlichen Vorrichtungen für schnelles Absetzen;
φ_4	$\varphi_4 = 1,0$ vorausgesetzt, dass die in EN 1993-6 festgelegten Toleranzen für Kranschienen eingehalten werden.
ANMERKUNG Für den Fall, dass die in EN 1993-6 festgelegten Toleranzen nicht eingehalten werden, kann der Faktor φ_4 mit dem in CEN/TS 13001-2 enthaltenen Modell bestimmt werden.	

(3) Falls die in Tabelle 2.1 festgelegten Faktoren φ_1 , φ_2 , φ_3 und φ_4 nicht in den Unterlagen des Kranherstellers festgelegt sind, können die in Tabelle 2.4 angegebenen Anhaltswerte verwendet werden.

(4) Für Wind in Betrieb wird auf Anhang A verwiesen.

Tabelle 2.5 — Werte für β_2 und $\varphi_{2,\min}$

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

ANMERKUNG Die Krane werden zur Berücksichtigung der dynamischen Wirkungen beim Aufheben der Last vom Boden in die Hubklassen HC1 bis HC4 eingestuft. Die Auswahl der Hubklasse hängt vom jeweiligen Krantyp ab, siehe Anhang B.

2.7 Horizontale Kranlasten — charakteristische Werte

2.7.1 Allgemeines

(1)P Für die Auswirkungen von Beschleunigen und Schräglauf sind die von dem Kranhersteller festgelegten Nennwerte der horizontalen Lasten als charakteristische Werte anzunehmen.

(2) Die charakteristischen Werte für die horizontalen Lasten dürfen von dem Kranhersteller festgelegt oder nach 2.7.2 bis 2.7.5 bestimmt werden.

2.7.2 Horizontale Kräfte $H_{L,i}$ längs der Fahrbahn und $H_{T,i}$ quer zur Fahrbahn aus Beschleunigung und Bremsen eines Krans

(1) Die entlang der Fahrbahn wirkende horizontale Kraft $H_{L,i}$ wird durch das Beschleunigen und Bremsen eines Krans verursacht. Sie resultiert aus der Antriebskraft, die in der Kontaktfläche zwischen Schiene und dem angetriebenen Rad wirkt, siehe Bild 2.5.

(2) Die entlang eines Kranbahnträgers wirkende horizontale Last $H_{L,i}$ darf wie folgt berechnet werden:

$$H_{L,i} = \varphi_5 K \frac{1}{n_r} \quad (2.2)$$

Dabei ist

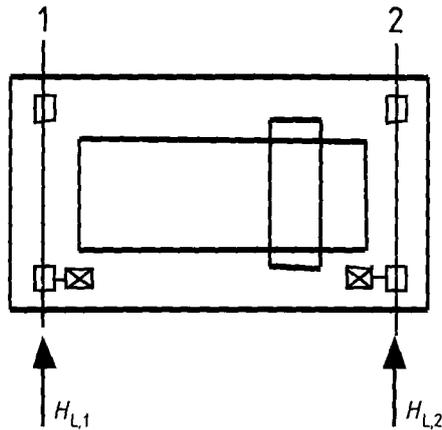
n_r die Anzahl der Kranbahnträger;

K die Antriebskraft nach 2.7.3;

φ_5 der dynamische Faktor, siehe Tabelle 2.6;

i ein ganzzahliger Wert zur Kennzeichnung des Kranbahnträgers ($i = 1, 2$).

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)



Legende

- 1 Schiene $i = 1$
 2 Schiene $i = 2$

Bild 2.5 — Horizontale Lasten $H_{L,i}$ längs der Fahrbahn

(3) Das durch die Antriebskräfte erzeugte Moment M , das im Massenschwerpunkt angreift, steht im Gleichgewicht mit den quer zur Fahrbahn wirkenden horizontalen Kräften $H_{T,1}$ and $H_{T,2}$, siehe Bild 2.6. Die Horizontalkräfte dürfen wie folgt bestimmt werden:

$$H_{T,1} = \varphi_5 \xi_2 \frac{M}{a} \quad (2.3)$$

$$H_{T,2} = \varphi_5 \xi_1 \frac{M}{a} \quad (2.4)$$

Dabei ist

$$\xi_1 = \frac{\sum Q_{r,\max}}{\sum Q_r}$$

$$\xi_2 = 1 - \xi_1;$$

$$\sum Q_r = \sum Q_{r,\max} + \sum Q_{r(\max)};$$

$$\sum Q_{r,\max} \quad \text{siehe Bild 2.1};$$

$$\sum Q_{r(\max)} \quad \text{siehe Bild 2.1};$$

a der Abstand der Führungsrollen bzw. der Spurkränze;

$$M = K \cdot l_s;$$

$$l_s = (\xi_1 - 0,5) \cdot l;$$

l die Spannweite der Kranbrücke,

φ_5 der dynamische Faktor nach Tabelle 2.6;

K die Antriebskraft, siehe 2.7 und 2.7.3.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

2.7.3 Antriebskraft K

(1) Die Antriebskraft K eines angetriebenen Rades sollte so angenommen werden, als wäre ein Durchdrehen der Räder verhindert.

(2) Die Antriebskraft K sollte von dem Kranhersteller angegeben werden.

(3) Wenn kein radkontrolliertes System verwendet wird, darf die Antriebskraft K wie folgt bestimmt werden:

$$K = K_1 + K_2 = \mu \sum Q_{r,\min}^* \quad (2.5)$$

Dabei ist

μ der Reibungsbeiwert;

– bei Einzelradantrieb: $\sum Q_{r,\min}^* = m_w Q_{r,\min}$, wobei m_w die Anzahl der einzeln angetriebenen Räder ist;

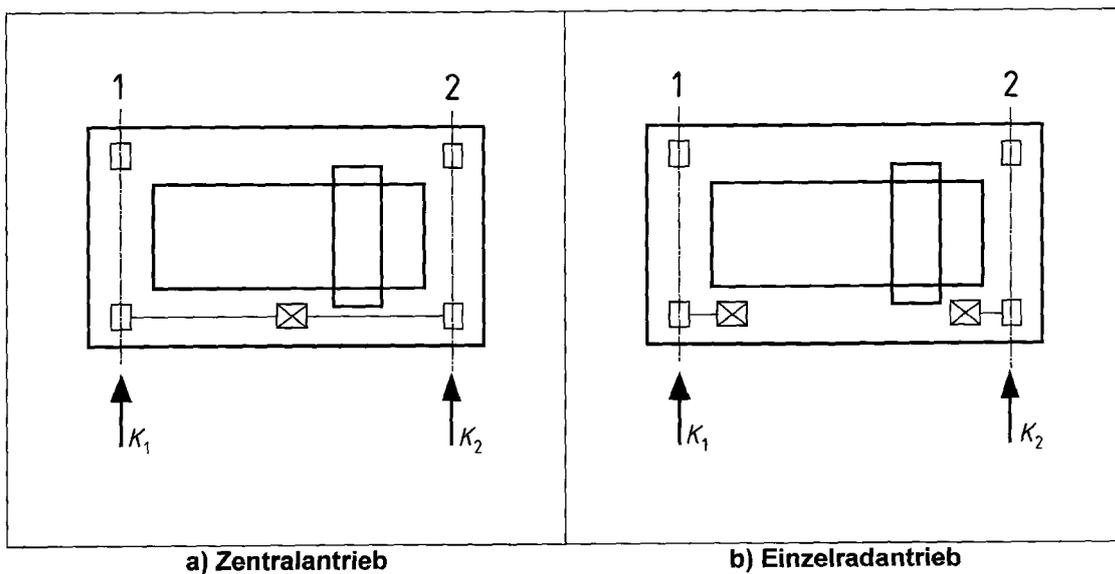
– bei Zentralantrieb: $\sum Q_{r,\min}^* = Q_{r,\min} + Q_{r,(min)}$;

ANMERKUNG 1 Moderne Krananlagen haben üblicherweise keinen Zentralantrieb mehr.

ANMERKUNG 2 Der Zahlenwert des Reibungsbeiwerts darf durch den Nationalen Anhang geregelt werden.

Folgende Werte werden empfohlen:

- $\mu = 0,2$ für Stahl auf Stahl;
- $\mu = 0,5$ für Stahl auf Gummi.



Legende

- 1 Schiene $i = 1$
- 2 Schiene $i = 2$

Bild 2.7 — Definition der Antriebskraft K

2.7.4 Horizontale Kräfte $H_{S,i,j,k}$ und Führungskraft S infolge Schräglauf eines Krans

(1) Die Führungskraft S und die Seitenkräfte $H_{S,i,j,k}$ aus Schräglauf dürfen wie folgt bestimmt werden:

$$S = f \cdot \lambda_{S,j} \cdot \sum Q_r \quad (2.6)$$

$$H_{S,1,j,L} = f \cdot \lambda_{S,1,j,L} \cdot \sum Q_r \quad (j \text{ ist die Nummer der angetriebenen Radpaarachse}) \quad (2.7)$$

$$H_{S,2,j,L} = f \cdot \lambda_{S,2,j,L} \cdot \sum Q_r \quad (j \text{ ist die Nummer der angetriebenen Radpaarachse}) \quad (2.8)$$

$$H_{S,1,j,T} = f \cdot \lambda_{S,1,j,T} \cdot \sum Q_r \quad (2.9)$$

$$H_{S,2,j,T} = f \cdot \lambda_{S,2,j,T} \cdot \sum Q_r \quad (2.10)$$

Dabei ist

- f der Kraftschlussbeiwert, siehe (2);
- $\lambda_{S,2,j,k}$ der Kraftbeiwert, siehe (4);
- i die Schienenachse i ;
- j die Radpaarachse j ;
- k die Richtung der Kraft (L = längs, T = quer).

(2) Der Kraftschlussbeiwert kann bestimmt werden zu:

$$f = 0,3 (1 - \exp(-250 \alpha)) \leq 0,3 \quad (2.11)$$

Dabei ist

- α der Schräglaufwinkel, siehe (3).

(3) Der Schräglaufwinkel α , siehe Bild 2.8, sollte höchstens 0,015 rad sein; er sollte unter Berücksichtigung des Abstandes zwischen den Führungsmitteln und der Schiene sowie eines angemessenen Wertes für Maßtoleranz und Verschleiß der Räder und der Schienen gewählt werden. Er kann wie folgt bestimmt werden:

$$\alpha = \alpha_F + \alpha_V + \alpha_0 \leq 0,015 \text{ rad} \quad (2.12)$$

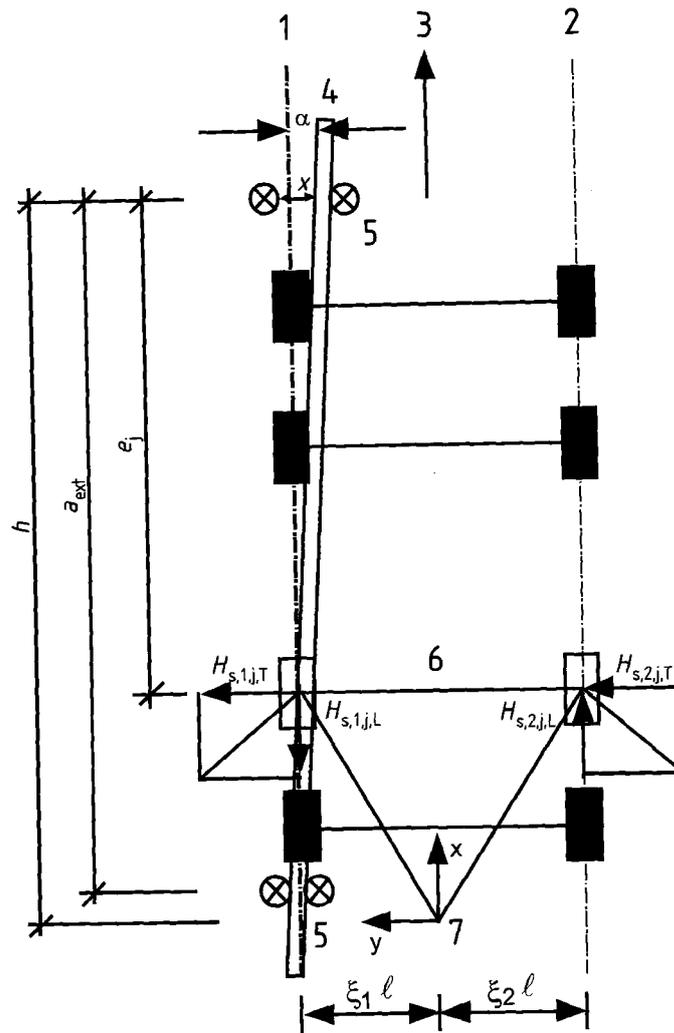
Dabei sind

- α_F , α_V und α_0 wie in Tabelle 2.7 definiert.

Tabelle 2.7 — Definition von α_F , α_V und α_0

Winkel α_i	Mindestwerte von α_i
$\alpha_F = \frac{0,75x}{a_{\text{ext}}}$	$0,75x \geq 5 \text{ mm}$ bei Führungsrollen
	$0,75x \geq 10 \text{ mm}$ bei Spurkränzen
$\alpha_V = \frac{y}{a_{\text{ext}}}$	$y \geq 0,03b$ in mm bei Führungsrollen
	$y \geq 0,10b$ in mm bei Spurkränzen
α_0	$\alpha_0 = 0,001$
Dabei ist	
a_{ext}	der Abstand der äußeren Führungsrollen bzw. Spurkränze an der Schiene;
b	die Schienenkopfbreite;
x	der Freiraum zwischen Schiene und Führungsmittel (Querschlupf);
y	die Abnutzung der Schiene und Führungsmittel;
α_0	die Toleranz für Rad und Schienenrichtung.

(4) Der Kraftbeiwert $\lambda_{S,i,j,k}$ ist abhängig von der Kombination der Radpaare und dem Abstand h zwischen dem momentanen Gleitpol und dem relevanten Führungsmittel, z. B. dem in Fahrtrichtung vordersten Führungsmittel, siehe Bild 2.8. Der Wert des Abstandes h kann Tabelle 2.8 entnommen werden. Der Kraftbeiwert $\lambda_{S,i,j,k}$ kann mit Hilfe der in Tabelle 2.9 angegebenen Gleichung bestimmt werden.

**Legende**

- 1 Schiene $i = 1$
- 2 Schiene $i = 2$
- 3 Bewegungsrichtung
- 4 Richtung der Schiene
- 5 Führungsmittel
- 6 Radpaar j
- 7 Momentaner Gleitpol

Bild 2.8 — Definition des Winkels α und des Abstandes h

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

Tabelle 2.8 — Bestimmung des Abstandes h

Befestigung des Rades bezüglich seitlicher Bewegung	Kombination von Radpaaren		h
	gekoppelt (c)	unabhängig (i)	
Fest/Fest FF			$\frac{m \xi_1 \xi_2 \ell^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$
Fest/Beweglich FM			$\frac{m \xi_1 \ell^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$

Dabei ist

- h der Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und dem relevanten Führungsmittel;
- m die Anzahl der Paare mit gekoppelten Rädern ($m = 0$ für unabhängige Radpaare);
- $\xi_1 \ell$ der Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und der Kranbahnachse 1;
- $\xi_2 \ell$ der Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und der Kranbahnachse 2;
- ℓ die Spannweite des Krans;
- e_j der Abstand zwischen der Radpaarachse j und dem relevanten Führungsmittel.

Tabelle 2.9 — Definition von $\lambda_{S,i,j,k}$ -Werten

System	$\lambda_{S,j}$	$\lambda_{S,1,j,L}$	$\lambda_{S,1,j,T}$	$\lambda_{S,2,j,L}$	$\lambda_{S,2,j,T}$
CFF	$1 - \frac{\sum e_j}{nh}$	$\frac{\xi_1 \xi_2 \ell}{n h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1 \xi_2 \ell}{n h}$	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
IFF		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
CFM	$\xi_2 \left(1 - \frac{\sum e_j}{nh}\right)$	$\frac{\xi_1 \xi_2 \ell}{n h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1 \xi_2 \ell}{n h}$	0
IFM		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	0

Dabei ist

- n die Anzahl der Radpaare;
- $\xi_1 \ell$ der Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und der Kranbahnachse 1;
- $\xi_2 \ell$ der Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und der Kranbahnachse 2;
- ℓ die Spannweite des Krans;
- e_j der Abstand zwischen der Radpaarachse j und dem relevanten Führungsmittel;
- h der Abstand zwischen dem momentanen Gleitpol und dem relevanten Führungsmittel.

2.7.5 Horizontalkräfte $H_{T,3}$ aus Beschleunigen oder Bremsen der Laufkatze

(1) Es wird angenommen, dass die durch das Beschleunigen und Bremsen der Laufkatze hervorgerufene Horizontalkraft $H_{T,3}$ durch die in 2.11.2 angegebene Horizontalkraft $H_{B,2}$ abgedeckt wird.

2.8 Temperatureinwirkungen

(1)P Die infolge Temperaturschwankungen auftretenden Einwirkungen auf die Kranbahn sind, wo notwendig, zu berücksichtigen. Im Allgemeinen brauchen ungleichmäßige Temperaturverteilungen nicht berücksichtigt zu werden.

(2) Zu den Temperaturunterschieden für Kranbahnen im Freien siehe EN 1991-1-5.

2.9 Lasten auf Laufstegen, Treppen, Podesten und Geländern

2.9.1 Vertikale Lasten

(1) Wenn nicht anderweitig festgelegt, sollten Laufstege, Treppen und Podeste mit einer vertikalen Last Q , die über eine quadratische Fläche von $0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ verteilt ist, belastet werden.

(2) Wo Materialien abgelagert werden können, sollte eine vertikale Einzellast von $Q_k = 3 \text{ kN}$ angesetzt werden.

(3) Sofern Laufstege, Treppen und Podeste nur für den Zugang vorgesehen sind, darf der charakteristische Wert in (2) auf $1,5 \text{ kN}$ abgemindert werden.

(4) Die vertikale Last Q_k darf für Bauteile außer Acht gelassen werden, wenn diese durch Kraneinwirkungen belastet werden.

2.9.2 Horizontale Lasten

(1) Wenn nicht anderweitig festgelegt, sollte das Geländer mit einer horizontalen Last von $H_k = 0,3 \text{ kN}$ belastet werden.

(2) Die horizontale Last H_k darf für Bauteile vernachlässigt werden, wenn diese durch Kraneinwirkungen beansprucht werden.

2.10 Prüflasten

(1) Werden nach Montage der Krane auf der Unterkonstruktion Prüfversuche durchgeführt, sollte die Unterkonstruktion für die Prüflasten nachgewiesen werden.

(2) Falls maßgebend, sollte die Kranunterkonstruktion für diese Prüflasten bemessen werden.

(3)P Die Hubprüflast ist mit dem Faktor φ_6 zu vervielfachen.

(4) Bei Berücksichtigung dieser Prüflasten sollten die folgenden Fälle unterschieden werden:

— Dynamische Prüflast:

Die Prüflast wird entsprechend dem vorgesehenen Kraneinsatz von den Antrieben bewegt. Die Prüflast sollte mindestens 110 % der Nenn-Hublast betragen.

$$\varphi_6 = 0,5 \cdot (1,0 + \varphi_2) \quad (2.13)$$

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

— Statische Prüflast:

Die Belastung des Krans wird zu Prüfzwecken ohne Verwendung der Antriebe erhöht.

Die Prüflast sollte mindestens 125 % der Nenn-Hublast betragen.

$$\varphi_6 = 1,0 \quad (2.14)$$

2.11 Außergewöhnliche Einwirkungen

2.11.1 Pufferkräfte $H_{B,1}$ infolge Anprall des Krans

(1)P Bei Verwendung von Puffern sind die aus dem Pufferanprall resultierenden Kräfte auf die Kranunterkonstruktion aus der kinetischen Energie aller relevanten Teile des Krans, die sich mit der 0,7- bis 1,0fachen Nenngeschwindigkeit bewegen, zu berechnen.

(2) Die zur Berücksichtigung der dynamischen Einflüsse mit φ_7 nach Tabelle 2.10 multiplizierten Pufferkräfte dürfen unter Berücksichtigung der maßgebenden Massenverteilungen und der Puffereigenschaften berechnet werden, siehe Bild 2.9b).

$$H_{B,1} = \varphi_7 v_1 \sqrt{m_c S_B} \quad (2.15)$$

Dabei ist

φ_7 siehe Tabelle 2.10;

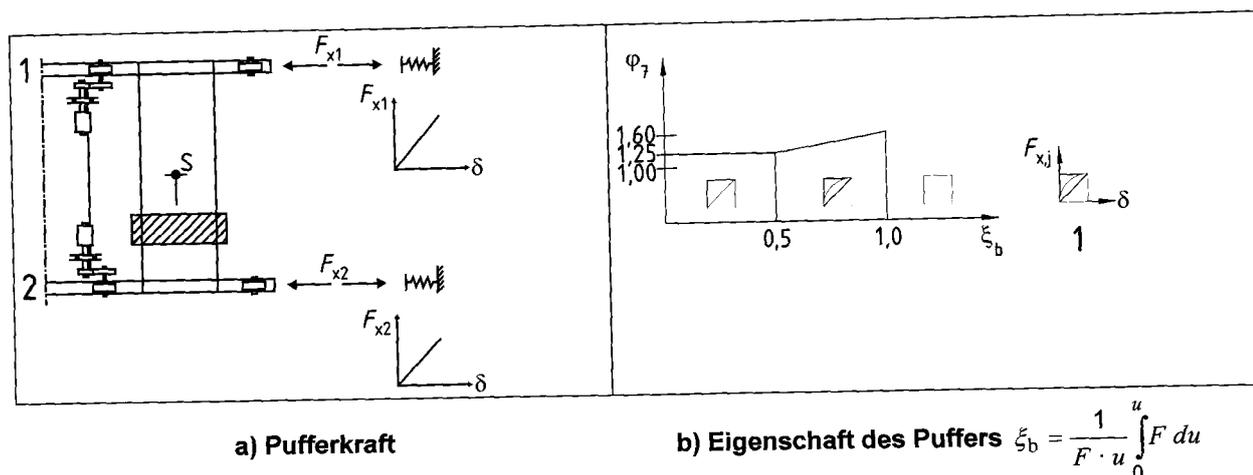
v_1 70 % der Fahrgeschwindigkeit (m/s);

m_c die Masse des Krans und der Hublast (kg);

S_B die Federkonstante des Puffers (N/m).

Tabelle 2.10 — Faktor φ_7

Werte für Faktor φ_7	Eigenschaft des Puffers
$\varphi_7 = 1,25$	$0,0 \leq \xi_b \leq 0,5$
$\varphi_7 = 1,25 + 0,7 (\xi_b - 0,5)$	$0,5 \leq \xi_b \leq 1$
ANMERKUNG ξ_b darf näherungsweise nach Bild 2.9 bestimmt werden.	

**Legende**

1 Eigenschaft des Puffers

ANMERKUNG Zu weiteren Informationen über die Eigenschaften von Puffern siehe EN 13001-2.

Bild 2.9 — Definition der Pufferkraft**2.11.2 Pufferkräfte $H_{B,2}$ infolge Anprall der Laufkatze**

(1) Wenn die Nutzlast freischwingend ist, darf als horizontale Last $H_{B,2}$ für die Pufferkräfte aus Anprall der Laufkatze oder der Unterflansch-Laufkatze ein Betrag von 10 % der Summe aus Hublast und Eigengewicht der Katze oder Unterflansch-Laufkatze angesetzt werden. In anderen Fällen sollten die Pufferkräfte wie beim Anprall der Kranbrücke bestimmt werden, siehe 2.11.1.

2.11.3 Kippkräfte

(1)P Falls ein Kran mit Hublastführung bei Kollision des Lastaufnahmemittels oder der Last mit einem Hindernis kippen kann, sind die hieraus resultierenden statischen Kräfte zu berücksichtigen.

2.12 Ermüdungslasten**2.12.1 Einzelne Kraneinwirkungen**

(1)P Ermüdungslasten sind derart zu bestimmen, dass die Betriebsbedingungen für die Verteilung der Hublasten und die Einflüsse aus Änderung der Kranposition auf das Kerbdetail ordnungsgemäß berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Wenn genügend Informationen über die Arbeitsweise des Krans verfügbar sind, können die Ermüdungslasten nach EN 13001 und EN 1993-1-9, Anhang A bestimmt werden. Wenn diese Informationen nicht verfügbar sind oder ein einfacher Ansatz bevorzugt wird, gelten die folgenden Regelungen.

(2) Unter normalen Betriebsbedingungen des Krans dürfen die Ermüdungslasten mittels schadensäquivalenter Ermüdungslasten Q_e bestimmt werden. Diese dürfen zur Bestimmung von Ermüdungseinwirkungen als konstant für alle Kranpositionen angenommen werden.

ANMERKUNG Das Verfahren ist mit EN 13001 vergleichbar. Es ist jedoch ein einfaches Verfahren für Kranbahnträger, um den unvollständigen Informationen zum Entwurfszeitpunkt zu entsprechen.

(3) Die schadensäquivalente Ermüdungslast Q_e darf derart bestimmt werden, dass sie die Einflüsse der aus spezifizierten Betriebsbedingungen entstehenden Spannungs-Zeit-Verläufe und des Verhältnisses der Anzahl der Lastspiele während der erwartenden Nutzungsdauer des Tragwerks zum Bezugswert von $N = 2,0 \times 10^6$ Lastspielen beinhaltet.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

Tabelle 2.11 — Klassifizierung der Ermüdungseinwirkungen von Kranen nach EN 13001-1

Klasse des Lastkollektivs		Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
		$kQ \leq 0,031\ 3$	$0,031\ 3 < kQ \leq 0,062\ 5$	$0,062\ 5 < kQ \leq 0,125$	$0,125 < kQ \leq 0,25$	$0,25 < kQ \leq 0,5$	$0,5 < kQ \leq 1,0$
Klasse der Gesamtzahl von Arbeitsspielen							
U_0	$C \leq 1,6 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0
U_1	$1,6 \times 10^4 < C \leq 3,15 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0	S_1
U_2	$3,15 \times 10^4 < C \leq 6,30 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_1	S_2
U_3	$6,30 \times 10^4 < C \leq 1,25 \times 10^5$	S_0	S_0	S_0	S_1	S_2	S_3
U_4	$1,25 \times 10^5 < C \leq 2,50 \times 10^5$	S_0	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
U_5	$2,50 \times 10^5 < C \leq 5,00 \times 10^5$	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
U_6	$5,00 \times 10^5 < C \leq 1,00 \times 10^6$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
U_7	$1,00 \times 10^6 < C \leq 2,00 \times 10^6$	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
U_8	$2,00 \times 10^6 < C \leq 4,00 \times 10^6$	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
U_9	$4,00 \times 10^6 < C \leq 8,00 \times 10^6$	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9

Dabei ist
 kQ ein Lastkollektivbeiwert für alle Arbeitsvorgänge des Krans;
 C die Gesamtzahl von Arbeitsspielen während der Nutzungsdauer des Krans.

ANMERKUNG Die Klassen S_i werden in EN 13001-1 durch den Lasteinwirkungs-Verlaufparameter s bestimmt. Dieser ist definiert als:
 $s = \nu k$ mit:
 k der Spannungsspektrumfaktor;
 ν die Anzahl der Lastspiele C bezogen auf $2,0 \times 10^6$ Lastspiele.
Die Klassifizierung basiert auf einer Gesamtnutzungsdauer von 25 Jahren.

(4) Die Ermüdungslast kann angegeben werden mit:

$$Q_e = \varphi_{fat} \cdot \lambda_i \cdot Q_{max,i} \quad (2.16)$$

Dabei ist

$Q_{max,i}$ der Maximalwert der charakteristischen vertikalen Radlast i :

$\lambda_i = \lambda_{1,i} \cdot \lambda_{2,i}$ der schadensäquivalente Beiwert zur Berücksichtigung des entsprechenden genormten Ermüdungslastspektrums und der absoluten Anzahl der Lastspiele im Verhältnis zu $N = 2,0 \times 10^6$ Lastspielen;

$$\lambda_{1,i} = \sqrt[m]{kQ} = \left[\sum_j \left(\left(\frac{\Delta Q_{i,j}}{\max \Delta Q_i} \right)^m \frac{n_{i,j}}{\sum n_{i,j}} \right) \right]^{1/m} \quad (2.17)$$

$$\lambda_{2,i} = \sqrt[m]{\nu} = \left[\frac{\sum n_{i,j}}{N} \right]^{1/m} \quad (2.18)$$

Dabei ist

- $\Delta Q_{i,j}$ die Lastamplitude j für das Rad i : $\Delta Q_{i,j} = Q_{i,j} - Q_{\min,i}$;
 $\max \Delta Q_i$ die maximale Lastamplitude für das Rad i : $\max \Delta Q_i = Q_{\max,i} - Q_{\min,i}$;
 $k_{Q,v}$ die schadensäquivalenten Beiwerte;
 m die Neigung der Ermüdungsfestigkeitskurve;
 φ_{fat} der schadensäquivalente dynamische Faktor, siehe (7);
 i die Nummer des Rades;
 N ist 2×10^6 .

ANMERKUNG Für die Zahlenwerte von m siehe EN 1993-1-9, siehe auch Anmerkung zur Tabelle 2.12.

(5) Zur Bestimmung des λ -Wertes können die Einsatzbedingungen von Kranen entsprechend dem Lastkollektiv und der Gesamtzahl der Lastspiele, wie in Tabelle 2.11 angegeben, eingestuft werden.

(6) λ -Werte dürfen der Tabelle 2.12 entsprechend der Krankklassifizierung entnommen werden.

Tabelle 2.12 — λ_1 -Werte entsprechend der Krankklassifizierung

Klassen S	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉
Normalspannung	0,198	0,250	0,315	0,397	0,500	0,630	0,794	1,00	1,260	1,587
Schubspannung	0,379	0,436	0,500	0,575	0,660	0,758	0,871	1,00	1,149	1,320

ANMERKUNG 1 Bei der Bestimmung der λ -Werte sind genormte Spektren mit einer Gaußverteilung der Lasteinwirkungen, die Miner-Regel und Ermüdungsfestigkeitskurven S-N mit einer Neigung von $m = 3$ für Normalspannungen und $m = 5$ für Schubspannungen verwendet worden.

ANMERKUNG 2 Falls die Krankklassifizierung nicht in den Betriebsanforderungen des Betreibers der Krananlage enthalten ist, sind Hinweise zur Krankklassifizierung im Anhang B angegeben.

(7) Der schadensäquivalente dynamische Faktor φ_{fat} kann unter normalen Betriebsbedingungen wie folgt angenommen werden:

$$\varphi_{\text{fat},1} = \frac{1 + \varphi_1}{2} \quad \text{und} \quad \varphi_{\text{fat},2} = \frac{1 + \varphi_2}{2} \quad (2.19)$$

2.12.2 Spannungsschwingbreiten aus mehrfachen Rad- und Kraneinwirkungen

(1) Die Spannungsschwingbreiten infolge der schadensäquivalenten Radlasten Q_e kann durch Auswertung der Spannungs-Zeit-Verläufe für das zu berücksichtigende Kerbdetail bestimmt werden.

ANMERKUNG Zu einfachen Verfahren, die die λ_1 -Werte aus Tabelle 2.12 benutzen, siehe EN 1993-6, 9.4.2.3.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

3 Einwirkungen aus Maschinen

3.1 Anwendungsbereich

(1) Dieser Abschnitt gilt für Konstruktionen, die durch rotierende Maschinen beansprucht werden, die dynamische Einwirkungen in einer oder mehreren Ebenen hervorrufen.

(2) Dieser Abschnitt enthält Verfahren zur Bestimmung des dynamischen Verhaltens und der Beanspruchungen für den Nachweis der Tragwerkssicherheit.

ANMERKUNG Obwohl keine genauen Grenzen festgelegt werden können, darf im Allgemeinen angenommen werden, dass für kleinere Maschinen mit nur umlaufenden Teilen und einem Gewicht von weniger als 5 kN oder einer Leistung von weniger als 50 kW, die Beanspruchungen in den Nutzlasten enthalten sind und deshalb separate Überlegungen nicht erforderlich sind. In diesen Fällen ist der Einsatz von sogenannten Schwingungsdämpfern unter der tragenden Konstruktion ausreichend, um die Maschine und die Umgebung zu schützen. Beispiele sind Waschmaschinen und kleine Ventilatoren.

3.2 Einteilung der Einwirkungen

3.2.1 Allgemeines

(1)P Einwirkungen aus Maschinen werden als ständige, veränderliche und außergewöhnliche Einwirkungen klassifiziert, die jeweils durch verschiedene Modelle nach 3.2.2 bis 3.2.4 wiedergegeben werden.

3.2.2 Ständige Einwirkungen

(1) Ständige Einwirkungen während des Betriebs beinhalten das Eigengewicht aller festen und beweglichen Teile sowie statische Einwirkungen aus Betrieb, wie z. B.:

- Eigengewicht der Rotoren und des Gehäuses (vertikal);
- Eigengewicht der Kondensatoren und falls maßgebend der Wasserfüllung (vertikal);
- Einwirkung aus dem Vakuum für Turbinen, deren Kondensatoren mittels Kompensatoren mit dem Gehäuse verbunden sind (vertikal und horizontal);
- Antriebsdrehmomente der Maschine, die durch das Gehäuse in das Fundament weitergeleitet werden (vertikale Kräftepaare);
- Kräfte aus Reibung an den Lagern, die durch Wärmeausdehnung des Gehäuses (horizontal) verursacht werden;
- Einwirkungen aus Eigengewicht, Kräfte und Momente aus Rohrleitungen infolge Wärmeausdehnung, Einwirkungen aus Gas, Strömungen und Gasdruck (vertikal und horizontal);
- Temperatureinwirkungen aus der Maschine und Rohrleitungen, z. B. Temperaturunterschiede zwischen Maschine und Rohrleitungen und der Gründung.

(2) Bei vorübergehenden Zuständen (Montage, Wartung oder Reparatur) bestehen ständige Einwirkungen nur aus dem Eigengewicht, einschließlich dem Eigengewicht von Hubgeräten, Gerüsten und anderen Hilfsvorrichtungen.

3.2.3 Veränderliche Einwirkungen

(1) Veränderliche Einwirkungen aus Maschinen sind dynamische Einwirkungen, die während des üblichen Betriebes durch beschleunigte Massen entstehen, sind z. B.:

- periodische frequenzabhängige Auflagerkräfte infolge Exzentrizitäten der umlaufenden Massen in allen Richtungen, hauptsächlich senkrecht zur Achse des Rotors;
- freie Massenkräfte und Massenmomente;
- periodische Einwirkungen infolge Maschinenbetrieb, die in Abhängigkeit vom Typ der Maschine über das Gehäuse oder die Lager in das Fundament weitergeleitet werden;
- Kräfte oder Momente infolge Ein- oder Ausschalten oder anderer vorübergehender Vorgänge, wie z. B. Synchronisation.

3.2.4 Außergewöhnliche Einwirkungen

(1) Außergewöhnliche Einwirkungen können auftreten durch:

- ungewollte Vergrößerung der Exzentrizitäten von Massen (z. B. durch den Bruch von Schaufeln oder ungewollte Verformungen oder Bruch von Achsen von beweglichen Teilen);
- Kurzschluss oder fehlende Synchronisation zwischen Generatoren und Maschinen;
- Stosseinwirkungen von Rohrleitungen beim Verschließen.

3.3 Bemessungssituationen

(1)P Die maßgebenden Einwirkungen aus Maschinen sind für jede Bemessungssituation nach EN 1990 zu bestimmen.

(2)P Die Bemessungssituationen sind insbesondere für folgende Nachweise auszuwählen:

- die Gebrauchsbedingungen der Maschine erfüllen die Betriebsanforderungen und es werden keine Schäden an der Unterstrukturkonstruktion der Maschinen und ihrer Gründungen durch außergewöhnliche Einwirkungen hervorgerufen, die die weitere Nutzung und den Gebrauch der Konstruktion verhindern;
- die Stoßeinwirkung auf die Umgebung, z. B. die Störung empfindlicher Einrichtungen, liegt innerhalb akzeptabler Grenzen;
- Grenzzustand der Tragfähigkeit tritt nicht im Tragwerk auf;
- Grenzzustand der Ermüdung tritt nicht im Tragwerk auf.

ANMERKUNG Wenn nicht anders festgelegt, sollten die Gebrauchstauglichkeitsanforderungen für das Einzelprojekt festgelegt werden.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

3.4 Darstellung der Einwirkungen

3.4.1 Herkunft der Lasten

(1)P Bei der Ermittlung der Einwirkungen ist zwischen den statischen und dynamischen Einwirkungen zu unterscheiden.

(2)P In den statischen Einwirkungen sind sowohl die Anteile der Maschine als auch die des Tragwerks enthalten.

ANMERKUNG Die statischen Einwirkungen der Maschine sind die in 3.2.2 festgelegten ständigen Einwirkungen. Sie dürfen zur Bestimmung von Kriecheinwirkungen angesetzt werden oder wenn Grenzungen von statischen Verformungen einzuhalten sind.

(3)P Die dynamischen Einwirkungen sind unter Berücksichtigung des gegenseitigen Einflusses von Maschinenanregung und Tragwerk zu bestimmen.

ANMERKUNG Die dynamischen Einwirkungen aus der Maschine sind die in 3.2.3 festgelegten veränderlichen Einwirkungen.

(4)P Die dynamischen Beanspruchungen sind durch eine dynamische Berechnung zu bestimmen, wobei eine geeignete Modellierung des schwingenden Systems und der dynamischen Einwirkung zu wählen ist.

(5) Dynamische Einwirkungen dürfen vernachlässigt werden, wo sie keinen nennenswerten Einfluss haben.

3.4.2 Modellierung dynamischer Einwirkungen bei Maschinen

(1) Die dynamischen Einwirkungen mit nur umlaufenden Teilen, wie z. B. Rotationskompressoren, Turbinen, Generatoren und Ventilatoren, bestehen aus sich periodisch ändernden Kräften, die als Sinusfunktion definiert werden können, siehe Bild 3.1.

(2) Ein Kurzschlussmoment $M_k(t)$, das zwischen Rotor und Gehäuse wirkt, darf durch eine Kombination von sinusförmigen Moment-Zeit-Diagrammen dargestellt werden.

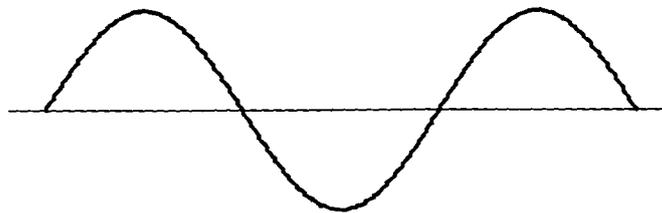


Bild 3.1 — Periodische Kraft

3.4.3 Modellierung des gegenseitigen Einflusses von Tragwerk und Maschinen

(1)P Das aus der Maschine und dem Tragwerk zusammengesetzte schwingende System ist so zu modellieren, dass bei der Bestimmung des tatsächlichen dynamischen Verhaltens die Erregung, die Massen, die Steifigkeitseigenschaften und die Dämpfung hinreichend genau berücksichtigt werden.

(2) Es darf ein linear-elastisches Modell mit konzentrierten oder räumlich verteilten Massen verwendet werden, die durch Federn miteinander verbunden sind oder federnd gelagert sind.

(3) Der gemeinsame Schwerpunkt des Systems (z. B. von Fundament und Maschine) sollte so nah wie möglich an der Vertikalen liegen, die durch den Schwerpunkt der mit dem Boden in Kontakt stehenden Fundamentfläche verläuft. In jedem Fall sollte die aus der Massenverteilung resultierende Exzentrizität 5 % der Seitenlänge der Kontaktfläche nicht überschreiten. Außerdem sollte der Schwerpunkt des Systems (Maschine und Fundament) nach Möglichkeit unterhalb der Oberkante des Fundamentkörpers liegen.

(4) Üblicherweise sollten die drei möglichen Translationsfreiheitsgrade und die drei Rotationsfreiheitsgrade berücksichtigt werden; es ist jedoch im Allgemeinen nicht notwendig, ein räumliches Modell zu verwenden.

(5) Für den Untergrund der Gründungskonstruktion sollten die Eigenschaften durch ein Modell (Feder, Dämpfer usw.) berücksichtigt werden. Die erforderlichen Eigenschaften sind:

- für Böden: dynamischer G-Modul und Dämpfungskonstante;
- für Pfähle: dynamische Federkonstanten für vertikale und horizontale Bewegungen;
- für Federn: Federkonstanten in horizontalen und vertikalen Richtungen und für Gummifedern die Dämpfungswerte.

3.5 Charakteristische Werte

(1) Für die verschiedenen Bemessungssituationen sollte der Hersteller der Maschine eine vollständige Übersicht über die statischen und dynamischen Kräfte angeben, zusammen mit allen anderen technischen Daten der Maschine, wie z. B. Übersichtszeichnungen, Gewichtskräfte von ruhenden und beweglichen Teilen, Drehzahlen und Auswuchtungen.

(2) Der Hersteller der Maschine sollte folgende Daten zur Verfügung stellen:

- Belastungsbild der Maschine, das den Ort, den Betrag und die Richtung aller Lasten, einschließlich der dynamischen Lasten zeigt;
- Drehzahl der Maschine;
- kritische Drehzahl der Maschine;
- Umrissabmessungen des Fundamentes;
- Massenträgheitsmoment von Maschinenbauteilen;
- Einzelheiten über Einsätze und Bettungen;
- Rohrleitungsplan, System der Leitungskanäle usw. und ihre Lagerungen;
- Temperaturen in unterschiedlichen Bereichen während des Betriebes;
- zulässige Verschiebungen an den Auflagerpunkten der Maschine während des normalen Betriebes.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

(3) In einfachen Fällen dürfen die dynamischen Kräfte (freie Kräfte) für umlaufende Maschinenteile wie folgt bestimmt werden:

$$F_s = m_R \cdot \omega_r^2 \cdot e_M = m_R \cdot \omega_r \cdot (\omega_r \cdot e_M) \quad (3.1)$$

Dabei ist

F_s die freie Kraft des Rotors;

m_R die Masse des Rotors;

ω_r die Kreisfrequenz des Rotors (rad/s);

e_M die Exzentrizität der Rotormasse;

$\omega_r \cdot e$ die Auswuchtgenauigkeit des Rotors, ausgedrückt als Geschwindigkeitsamplitude.

(4) Für die Auswuchtgenauigkeit sollten die folgenden Situationen berücksichtigt werden:

— ständige Situationen:

die Maschine ist gut ausgewuchtet. Die Auswuchtung der Maschine nimmt jedoch mit der Zeit in einem solchem Maße ab, dass sie für eine normale Betriebsweise gerade noch akzeptabel ist. Mit einem Warnsystem an der Maschine wird sichergestellt, dass der Bediener der Maschine gewarnt wird, sobald eine gewisse Grenze überschritten wird. Bis zu diesem Zeitpunkt dürfen keine das Tragwerk und die Umgebung beeinträchtigenden Schwingungen auftreten. Zusätzlich müssen die Anforderungen hinsichtlich des Schwingungsniveaus erfüllt werden.

— außergewöhnliche Situationen:

die Auswuchtung ist durch ein zufälliges Ereignis vollständig gestört. Die Betriebsüberwachungsanlage schaltet die Maschine selbständig ab. Das Tragwerk muss die dynamischen Kräfte aufnehmen.

(5) Die Wechselwirkung zwischen der Erregung einer Maschine mit umlaufender Masse und dem dynamischen Verhalten des Tragwerks kann in einfachen Fällen durch eine äquivalente statische Einzellast ausgedrückt werden:

$$F_{eq} = F_s \cdot \varphi_M \quad (3.2)$$

Dabei ist

F_s die freie Kraft des Rotors;

φ_M ein Vergrößerungsfaktor, der vom Verhältnis der Eigenfrequenz n_e (oder ω_e) des Tragwerks zur Frequenz der Erregerkraft n_s (oder ω_s) und dem Dämpfungsmaß ζ abhängig ist.

(6) Bei harmonisch veränderlichen Kräften (freie Kräfte von umlaufenden Geräten) kann der Vergrößerungsfaktor in folgender Weise ermittelt werden:

a) bei kleiner Dämpfung oder genügend Abstand von der Resonanzstelle

$$\varphi_M = \frac{\omega_e^2}{\omega_e^2 - \omega_s^2} \quad (3.3)$$

b) im Resonanzfall $\omega_e = \omega_s$ und bei einem Dämpfungsmaß ζ

$$\varphi_M = \left[\left(1 - \frac{\omega_s^2}{\omega_e^2} \right)^2 + \left(2\zeta \frac{\omega_s}{\omega_e} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (3.4)$$

(7) Falls der Zeitverlauf des Kurzschlussmomentes $M_k(t)$ nicht vom Hersteller angegeben wird, kann folgender Ausdruck benutzt werden:

$$M_k(t) = 10 \cdot M_o \cdot \left(e_m^{0,4} \sin \Omega_N t - \frac{1}{2} e_m^{0,4} \sin 2\Omega_N t \right) - M_o \cdot \left(1 - e_m^{0,15} \right) \quad (3.5)$$

Dabei ist

- M_o das Nennmoment, das sich aus der Nutzleistung ergibt;
- Ω_N die Frequenz des Elektronetzes (rad/s);
- t die Zeit (s).

(8) Bei Eigenfrequenzen, im Bereich $0,95 \Omega_N$ bis $1,05 \Omega_N$ sollten diese mit den rechnerischen Frequenzen des elektrischen Netzes übereinstimmen.

(9) Als Vereinfachung darf folgendes äquivalentes statisches Moment bestimmt werden:

$$M_{k,eq} = 1,7 M_{k,max} \quad (3.6)$$

Dabei ist

- $M_{k,max}$ der Maximalwert von $M_k(t)$.

(10) Falls der Hersteller keine Angaben über $M_{k,max}$ bereitstellt, kann folgender Wert benutzt werden:

$$M_{k,max} = 12 M_o \quad (3.7)$$

3.6 Gebrauchstauglichkeitskriterien

(1) Gebrauchstauglichkeitskriterien beziehen sich im Allgemeinen auf folgende Schwingungsbewegungen:

- a) der Achse der Maschine und ihrer Lager;
- b) der Randpunkte des Tragwerks und der Maschine.

(2) Kenndaten der Bewegung sind:

- die Wegamplitude A ;
- die Geschwindigkeitsamplitude $\omega_s A$;
- die Beschleunigungsamplitude $\omega_s^2 A$.

(3)P Bei der Berechnung der Amplituden des Systems sind sowohl die durch dynamische Kräfte und Momente erzeugten Translations- und Rotationsschwingungen zu berücksichtigen, als auch die Spanne der Steifigkeitseigenschaften der Gründung und des Untergrundes (Boden, Pfähle).

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

(4) Im einfachen Fall des Einmassen-Feder-Systems, siehe Bild 3.2, dürfen die Wegamplituden wie folgt berechnet werden:

$$A = \frac{F_{eq}}{k} \quad (3.8)$$

Dabei ist

k die Federkonstante des Systems.

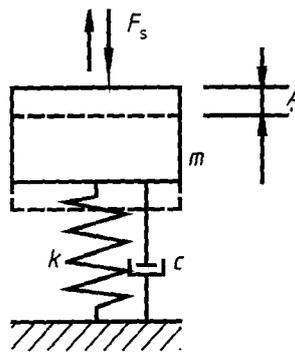


Bild 3.2 — Masse-Feder-System

Anhang A (normativ)

Grundlage der Tragwerksplanung — Ergänzende Regeln zur EN 1990 für Kranbahnträger

A.1 Allgemeines

(1) Dieser Anhang enthält sowohl Regeln für die Teilsicherheitsbeiwerte (γ -Faktor) für Einwirkungen als auch für die Kombinationswerte ψ bereit, die bei der Kombination der aus dem Kranbetrieb resultierenden Einwirkungen mit ständigen Einwirkungen, quasi-statischen Windeinwirkungen sowie Einwirkungen aus Schnee und Temperatur zu berücksichtigen sind.

(2) Falls andere Einwirkungen zu berücksichtigen sind, (z. B. infolge Bergbau-Setzungen) sollten die Lastfallkombinationen um diese Einwirkungen ergänzt werden. Die Lastfallkombinationen sollten auch für die Montagezustände ergänzt und angepasst werden.

(3) Wird eine Gruppe von Kranlasten mit anderen Einwirkungen kombiniert, sollte die Gruppe der Kranlasten als eine einzelne Kraneinwirkung betrachtet werden.

(4) Werden durch Kranlasten erzeugte Einwirkungen mit anderen Einwirkungen kombiniert, sollten die folgenden Fälle unterschieden werden:

- die Kranbahn ist außerhalb eines Gebäudes angeordnet;
- die Kranbahn ist innerhalb des Gebäudes angeordnet, so dass die klimatischen Einwirkungen auf das Gebäude wirken und tragende Elemente des Gebäudes direkt oder indirekt durch Kranlasten beansprucht werden.

(5) Für außerhalb des Gebäudes angeordnete Kranbahnträger darf die auf die Krankonstruktionen und auf die Hubvorrichtungen einwirkende charakteristische Windeinwirkung nach EN 1991-1-4 in Form der charakteristischen Windkraft F_{wk} bestimmt werden.

(6) Sind Kombinationen von Hublasten mit Windeinwirkungen zu berücksichtigen, sollte auch die maximale Windkraft berücksichtigt werden, bei der noch Kranbetrieb möglich ist. Diese Windkraft F_w^* ist mit einer Windgeschwindigkeit von 20 m/s zu ermitteln. Im speziellen Fall sollte die Windangriffsfläche $A_{ref,x}$ für die Hublasten abhängig vom Einzelfall ermittelt werden.

(7) Bei innerhalb von Gebäuden angeordneten Kranbahnträgern dürfen die auf die Krankonstruktion einwirkenden Wind- und Schneelasten vernachlässigt werden. Werden tragende Bauteile eines Gebäudes durch Wind-, Schnee- und Kranlasten beansprucht, sollten die zugehörigen Lastfallkombinationen berücksichtigt werden.

A.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

A.2.1 Kombinationen der Einwirkungen

(1) Die Bemessungswerte der Beanspruchungen infolge der Einwirkungen sollten für jeden kritischen Lastfall bestimmt werden, in dem die Bemessungswerte der Einwirkungen, die gleichzeitig auftreten, nach EN 1990 kombiniert werden.

(2) Ist eine außergewöhnliche Einwirkung zu berücksichtigen, brauchen weder weitere auftretende außergewöhnliche Einwirkungen noch Einwirkungen aus Wind oder Schnee als gleichzeitig wirkend berücksichtigt werden.

DIN EN 1991-3:2010-12
EN 1991-3:2006 (D)

A.2.2 Teilsicherheitsfaktoren

(1) Für die Nachweise des Grenzzustandes der Tragfähigkeit, die durch die Festigkeit des Tragwerks oder des Untergrundes bestimmt werden, sollten die Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen für ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Bemessungssituationen definiert werden. Für den Fall EQU siehe (2).

ANMERKUNG Die Werte der γ -Faktoren können im Nationalen Anhang definiert werden. Für die Bemessung von Kranbahnträger werden die in Tabelle A.1 angegebenen γ -Werte empfohlen. Sie decken die in 6.4.1(1) in EN 1990 für Gebäude festgelegten Fälle STR und GEO ab.

Tabelle A.1 — Empfohlene Werte für γ -Faktoren

Einwirkung	Symbol	Situation	
		P/T	A
Ständige Kraneinwirkung			
– ungünstig	γ_{Gsup}	1,35	1,00
– günstig	γ_{Ginf}	1,00	1,00
Veränderliche Kraneinwirkung			
– ungünstig	γ_{Qsup}	1,35	1,00
– günstig	γ_{Qinf}		
Kran vorhanden		1,00	1,00
Kran nicht vorhanden		0,00	0,00
Andere veränderliche Einwirkungen	γ_Q		
– ungünstig		1,50	1,00
– günstig		0,00	0,00
Außergewöhnliche Einwirkung	γ_A		1,00

P – Ständige Bemessungssituation T – Vorübergehende Bemessungssituation

A – Außergewöhnliche Bemessungssituation

(2) Beim Nachweis des statischen Gleichgewichtes EQU und Abhebesicherheit von Lagern sind die günstigen und ungünstig wirkenden Anteile der Kraneinwirkung als einzelne Einwirkungen zu betrachten. Sofern nichts anderes festgelegt ist (siehe besonders die maßgebenden Bemessungs-Eurocodes), sollten die ungünstig und günstig wirkenden Anteile der ständigen Einwirkungen mit den zugehörigen Faktoren γ_{Gsup} und γ_{Ginf} verwendet werden.

ANMERKUNG Die Werte der γ -Faktoren dürfen im Nationalen Anhang festgelegt werden. Es werden die folgenden γ -Werte empfohlen:

$$\gamma_{Gsup} = 1,05$$

$$\gamma_{Ginf} = 0,95$$

Die anderen γ -Faktoren für Einwirkungen (besonders für veränderliche Einwirkungen) sind in (1) festgelegt.

A.2.3 ψ -Faktoren für Kranlasten

(1) Die ψ -Faktoren für Kranlasten sind in Tabelle A.2 angegeben.

Tabelle A.2 — ψ -Faktoren für Kranlasten

Einwirkung	Symbol	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Einzelkran oder Lastgruppe aus Kranen	Q_r	ψ_0	ψ_1	ψ_2

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die ψ -Faktoren festlegen. Die folgenden ψ -Faktoren werden empfohlen:

$$\psi_0 = 1,0$$

$$\psi_1 = 0,9$$

$$\psi_2 = \text{Verhältnis zwischen den ständig vorhandenen Kraneinwirkungen und den gesamten Kraneinwirkungen.}$$

A.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

A.3.1 Kombinationen der Einwirkungen

(1) Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sollten die verschiedenen Kombinationen der EN 1990 entnommen werden.

(2) Für den Fall, dass Prüfversuche durchgeführt werden, sollte als Kraneinwirkung die in 2.10 definierte Prüflast des Krans berücksichtigt werden.

A.3.2 Teilsicherheitsfaktoren

(1) Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sollten die Teilsicherheitsfaktoren für Einwirkungen, die auf die Kranunterkonstruktionen wirken, mit 1,0 angenommen werden, wenn nichts anderes festgelegt ist.

A.3.3 ψ -Faktoren für Kraneinwirkungen

(1) Die ψ -Faktoren sind in Tabelle A.2 angegeben.

A.4 Ermüdung

(1) Die Nachweisregeln der Ermüdung hängen vom Ermüdungslastmodell ab, und sind in den Bemessungs-Eurocodes angegeben.

Anhang B
(informativ)

Krankklassifizierung für die Ermüdungsbeanspruchung

Tabelle B.1 — Empfehlung für die Beanspruchungsklassen

Zeile	Art des Krans	Hubklasse	S-Klasse
1	Handbetriebene Kräne	HC 1	S0, S1
2	Montagekräne	HC1, HC2	S0, S1
3	Maschinenhauskräne	HC1	S1, S2
4	Lagerkräne – mit diskontinuierlichem Betrieb	HC2	S4
5	Lagerkräne, Traversenkräne, Schrottplatzkräne – mit kontinuierlichem Betrieb	HC3, HC4	S6, S7
6	Werkstattkräne	HC2, HC3	S3, S4
7	Brückenlaufkräne, Anschlagkräne – mit Greifer- oder Magnetarbeitsweise	HC3, HC4	S6, S7
8	Gießereikräne	HC2, HC3	S6, S7
9	Tiefenkräne	HC3, HC4	S7, S8
10	Stripperkräne, Beschickungskräne	HC4	S8, S9
11	Schmiedekräne	HC4	S6, S7
12	Transportbrücken, Halbportalkräne, Portalkräne mit Katz oder Drehkran – mit Lasthakenarbeitsweise	HC2	S4, S5
13	Transportbrücken, Halbportalkräne, Portalkräne mit Katz oder Drehkran – mit Greifer- oder Magnetarbeitsweise	HC3, HC4	S6, S7
14	Förderbandbrücke mit festem oder gleitendem Förderband	HC1	S3, S4
15	Werftkräne, Hellingkräne, Ausrüstungskräne – mit Lasthakenarbeitsweise	HC2	S3, S4
16	Hafenkräne, Drehkräne, Schwimmkräne, Wippdrehkräne – mit Lasthakenarbeitsweise	HC2	S4, S5
17	Hafenkräne, Drehkräne, Schwimmkräne, Wippdrehkräne – mit Greifer- oder Magnetarbeitsweise	HC3, HC4	S6, S7
18	Schwerlastschwimmkräne, Bockkräne	HC1	S1, S2
19	Frachtschiffkräne – mit Lasthakenarbeitsweise	HC2	S3, S4
20	Frachtschiffkräne – mit Greifer- oder Magnetarbeitsweise	HC3, HC4	S4, S5
21	Turmdrehkrane für die Bauindustrie	HC1	S2, S3
22	Montagekräne, Derrickkräne – mit Lasthakenarbeitsweise	HC1, HC2	S1, S2
23	Schienenendrehkräne – mit Lasthakenarbeitsweise	HC2	S3, S4
24	Schienenendrehkräne – mit Greifer- oder Magnetarbeitsweise	HC3, HC4	S4, S5
25	Eisenbahnkräne zugelassen auf Züge	HC2	S4
26	Autokräne, Mobilkräne – mit Lasthakenarbeitsweise	HC2	S3, S4
27	Autokräne, Mobilkräne – mit Greifer- oder Magnetarbeitsweise	HC3, HC4	S4, S5
28	Schwerlastautokräne, Schwerlastmobilkräne	HC1	S1, S2