

DIN EN 14439

ICS 53.020.20

Einsprüche bis 2014-12-17
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14439:2010-03

Entwurf

**Krane –
Sicherheit –
Turmdrehkrane;
Deutsche Fassung prEN 14439:2014**

Cranes –
Safety –
Tower cranes;
German version prEN 14439

Appareils de levage à charge suspendue –
Sécurité –
Grues à tour;
Version allemande prEN 14439:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-10-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 (Hausanschrift: Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 98 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Er beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane - Sicherheit“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN 14439:2014

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-22-10 AA Lenkungsausschuss Krane und Hebezeuge und Arbeitskreis NA 060-22-10-03 AK Turmdrehkrane im Fachbereich „Krane und Hebezeuge“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Krane und Hebezeuge sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieser Norm-Entwurf konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN EN- bzw. DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Änderungen

Gegenüber der DIN EN 14439:2010-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einbeziehung von mobilen Schnellmontage-Turmdrehkranen einschließlich der Aufnahme eines betreffenden neuen Anhang H;
- b) Einbeziehung und Regeln für die Anwendung der Normenreihe EN 13001;
- c) Modifizierung von 5.2;
- d) Einbeziehung und Regeln für die Anwendung von EN ISO 13849-1;
- e) Modifizierung von Anhang E — Klettereinrichtung;
- f) Hinzufügen eines neuen Anhangs in Bezug auf die Berechnung der maximalen Lasteinwirkung für den Lastfall „Wind aus allen Richtungen“;
- g) Hinzufügen eines neuen Anhangs in Bezug auf Richtwerte für den Grenzwert der zulässigen Bemessungsschwingbreite;
- h) Hinzufügen eines neuen Anhangs in Bezug auf die Anforderungen an einen Turmdrehkran für die Installation eines kraftbetriebenen Zugangssystems.

Krane — Sicherheit — Turmdrehkrane

Appareils de levage à charge suspendue — Sécurité — Grues à tour

Cranes — Safety — Tower cranes

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	7
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	7
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	11
6 Nachweis der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Nachweis der Schutzmaßnahmen	44
7 Benutzerinformation.....	46
Anhang A (informativ) Wind aus allen Richtungen — Berechnung der maximalen Lasteinwirkung	52
Anhang B (normativ) Außen am Kran befindliche Anzeigen	58
Anhang C (normativ) Nachweis der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Nachweis der Schutzmaßnahmen	59
Anhang D (normativ) Geräuschmessnorm	62
Anhang E (normativ) Klettereinrichtung	68
Anhang F (informativ) Berechnete Werte des Grenzwerts der zulässigen Bemessungsschwingbreite $\Delta\sigma_{Rd}$	75
Anhang G (informativ) Kennzeichnung — Beispiel für die Gestaltung	77
Anhang H (normativ) Zusätzliche und spezifische Anforderungen an mobile Schnellmontage- Turmdrehkrane.....	82
Anhang I (normativ) Anforderungen an einen Turmdrehkran für die Installation eines kraftbetriebenen Zugangssystems	90
Anhang J (informativ) Auswahl einer geeigneten Gruppe von Krannormen für eine bestimmte Anwendung	94
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie)	95
Literaturhinweise	96

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14439:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane — Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14439:2006+A2:2009 ersetzen.

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 Dokuments ist.

CEN/TC 147/WG 12 „Cranes — Tower Cranes“ hat eine Überarbeitung des vorliegenden Dokumentes erstellt, das sich von EN 14439:2006+A2:2009 wie folgt unterscheidet:

- Einbeziehung von mobilen Schnellmontage-Turmdrehkränen einschließlich der Aufnahme eines betreffenden neuen Anhang H;
- Einbeziehung und Regeln für die Anwendung der Normenreihe EN 13001;
- Modifizierung von 5.2;
- Einbeziehung und Regeln für die Anwendung von EN ISO 13849-1;
- Modifizierung von Anhang E — Klettereinrichtung;
- Hinzufügen eines neuen Anhangs in Bezug auf die Berechnung der maximalen Lasteinwirkung für den Lastfall „Wind aus allen Richtungen“;
- Hinzufügen eines neuen Anhangs in Bezug auf Richtwerte für den Grenzwert der zulässigen Bemessungsschwingbreite;
- Hinzufügen eines neuen Anhangs in Bezug auf die Anforderungen an einen Turmdrehkran für die Installation eines kraftbetriebenen Zugangssystems.

Zur Auswahl einer geeigneten Gruppe von Krannormen für eine bestimmte Anwendung siehe Anhang J.

ANMERKUNG Einige der aufgeführten Normen sind in Vorbereitung.

Einleitung

Dies ist eine harmonisierte Europäische Norm die ein Mittel darstellt, mit dem erreicht werden soll, dass Turmdrehkrane den relevanten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen (Arbeitsschutz) der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entsprechen.

Diese Europäische Norm ist eine Typ C-Norm nach EN ISO 12100.

Die betreffenden Maschinen und der Umfang, in dem Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse behandelt werden, sind im Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm angegeben.

Wenn die Festlegungen in dieser Typ C-Norm von denen in Typ A- oder B-Normen abweichen, haben für Krane, die nach den Festlegungen dieser Typ C-Norm konstruiert und gebaut wurden, die Festlegungen dieser Typ C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen der anderen Normen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Sicherheitsanforderungen fest:

- für Turmdrehkrane und
- für Klettereinrichtungen, die bei Türmen von Turmdrehkranen verwendet werden, für die sie konstruiert worden sind. Diese werden in externe und interne Systeme eingeteilt.

Diese Europäische Norm gilt für Turmdrehkrane für den Baubetrieb, entweder aus Komponenten aufgebaute Krane oder Krane mit Schnellmontage einschließlich mobiler Schnellmontage-Turmdrehkrane. Turmdrehkrane für den Baubetrieb sind ausschließlich mit einem Lsthaken als Lastaufnahmemittel ausgerüstet.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Fahrzeugkrane, Hafenmobilkranen, Raupenkrane, Ausleger-Drehkrane, Brücken- und Portalkrane, Offshore-Krane, Schwimmkrane, Ladekrane, handbetriebene Krane oder Eisenbahnkrane.

Diese Europäische Norm behandelt alle signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungseignisse, die im Zusammenhang mit Turmdrehkranen auftreten, wenn diese bestimmungsgemäß und unter den vom Hersteller vorgesehenen Bedingungen betrieben werden. Diese Europäische Norm legt die angemessenen technischen Maßnahmen fest, mit denen die sich aus den signifikanten Gefährdungen ergebenden Risiken ausgeschaltet oder verringert werden können (siehe Abschnitt 4).

Die in dieser Europäischen Norm behandelten signifikanten Gefährdungen sind in Abschnitt 4 angegeben.

Diese Europäische Norm behandelt nicht die Gefährdungen, die mit Folgendem verbunden sind:

- dem Anheben von Personen durch den Kran.

Die Anforderungen im Zusammenhang mit der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), den spezifischen Gefährdungen durch den äußeren Einfluss auf die elektrische Ausrüstung, den explosionsgefährdeten Bereichen und der ionisierenden Strahlung werden von dieser Europäischen Norm nicht abgedeckt.

Diese Europäische Norm behandelt Gefahren bezüglich des Hebens von Personen bei der Benutzung einer Klettereinrichtung.

Diese Europäische Norm ist nicht auf Turmdrehkrane und Klettereinrichtungen anzuwenden, die vor dem Datum der Veröffentlichung dieser Europäischen Norm durch CEN gefertigt worden sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1050:1996, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung*

EN 12077-2:1998+A1:2008, *Sicherheit von Kranen — Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen — Teil 2: Begrenzungs- und Anzeigeeinrichtungen*

EN 12644-1:2001+A1:2008, *Krane — Informationen zu Nutzung und Prüfung — Teil 1: Betriebsanleitungen*

EN 13001-1:2008+A1:2009, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen*

EN 13001-2:2011, *Kransicherheit — Konstruktion allgemein — Teil 2: Lasteinwirkungen*

EN 13001-3-1:2013, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Stahltragwerken*

EN 13135-1:2003+A1:2010, *Krane — Sicherheit — Konstruktion — Anforderungen an die Ausrüstungen — Teil 1: Elektrotechnische Ausrüstungen*

EN 13135-2:2004+A1:2010, *Krane — Ausrüstungen — Teil 2: Nicht-elektrotechnische Ausrüstungen*

EN 13135:2011, *Krane — Sicherheit — Konstruktion — Anforderungen an die Ausrüstungen*

EN 13557:2003+A1:2008, *Krane — Stellteile und Steuerstände*

EN 13586:2004+A1:2008, *Krane — Zugang*

EN 60204-32:2008, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 32: Anforderungen für Hebezeuge (IEC 60204-32)*

EN ISO 3744:2010, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744)*

EN ISO 4871:2009, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871)*

EN ISO 11201:2010, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Messung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten — Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 11201)*

EN ISO 11203:2009, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten aus dem Schallleistungspegel (ISO 11203)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100)*

EN ISO 13849-1, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849)*

EN ISO 13857:2008, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857)*

ISO 3864 (alle Teile), *Graphical symbols — Safety colours and safety signs*

ISO 4306-1:2007, *Cranes — Vocabulary — Part 1: General*

ISO 4306-3:2003, *Cranes — Vocabulary — Part 3: Tower cranes*

ISO 4306-3:2003/A1:2011, *Cranes — Vocabulary — Part 3: Tower cranes*

ISO 4309, *Cranes — Wire ropes — Care, maintenance, installation, examination and discard*

FEM 1.001 — *Booklet 2:1998, Rules for the design of hoisting appliances — Classification and loading on structures and mechanisms*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100, ISO 4306-1 und ISO 4306-3 und die folgenden Begriffe.

Anmerkung 1 zum Begriff: Zusätzliche Definitionen für Klettereinrichtungen und für kraftbetriebene Zugangssysteme sind in Anhang G und Anhang I enthalten.

3.1

Tragfähigkeit

Last mit der Masse m_{NL} , die durch den Kran angehoben wird und dabei am (an) den eingesicherten Lastaufnahmemittel(n) angehängt ist. Die Masse m_{NL} ist die Summe aus Nutzlast m_{PL} und lose(m)n Lastaufnahmemittel(n) m_{NA} :

$$m_{NL} = m_{PL} + m_{NA}$$

Die maximale Nutzlast, für die der Kran bei einer gegebenen Krankonfiguration (Rüstzustand) und einer gegebenen Lastanordnung während des normalen Betriebes konstruiert ist

3.2

Turmdrehkran

Ausleger-Drehkran, dessen Ausleger oben an einem in Arbeitsstellung nahezu senkrecht bleibenden Turm angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Turmdrehkran besitzt Einrichtungen zum Heben und Senken von angehängten Lasten sowie zu deren Bewegung durch Veränderung der Ausladung, durch Katzfahrt, Schwenken oder Kranfahrt des gesamten Gerätes. Einige Turmdrehkrane können mehrere, aber nicht zwangsläufig alle diese Bewegungsmöglichkeiten aufweisen.

3.2.1

aus Komponenten aufgebauter Turmdrehkran

Turmdrehkran mit elementweiser Aufstellung

aus Komponenten zusammengesetzter Turmdrehkran, dessen konstruktive Gestaltung dem Kran ermöglicht, bei Außer-Betrieb-Bedingungen in der aufgestellten Position zu verbleiben und für die Bewegung zu einem anderen Einsatzort demontiert zu werden

3.2.2

Schnellmontage-Turmdrehkran

Turmdrehkran mit Selbstmontage (Schnellmontage ohne Verwendung eines Hilfsgerätes)

Turmdrehkran, der zum Einsatzort transportiert wird und meistens ohne Verwendung eines gesonderten Hebezeugs montiert wird, dessen konstruktive Gestaltung dem Kran ermöglicht, bei Außer-Betrieb-Bedingungen in der aufgestellten Position zu verbleiben und für die Bewegung zu einem anderen Einsatzort abgesenkt zu werden

3.2.3

mobiler Schnellmontage-Turmdrehkran

mobiler Turmdrehkran mit Selbstmontage

Schnellmontage-Turmdrehkran, der auf ein selbstfahrendes Fahrgestell montiert ist und im Vergleich zu den Turmdrehkränen nach 3.2.1 und 3.2.2 für ein signifikant geringeres Lastspektrum ausgelegt ist

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

Tabelle 1 enthält alle signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, soweit sie in dieser Europäischen Norm behandelt werden und durch Risikobeurteilung für diese Art von Maschinen als signifikant ermittelt wurden und bei denen Maßnahmen erforderlich sind, um die Risiken auszuschließen oder zu verringern.

Tabelle 1 — Liste der signifikanten Gefährdungen und zugehörigen Anforderungen

ANMERKUNG Die Benummerung der ersten Spalte ist entsprechend EN 1050:1996.

Nr.	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in dieser Europäischen Norm
Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse		
1	Mechanische Gefährdungen durch Maschinenteile oder Werkstücke, z. B.:	
	— Form	5.4.1
	— unzulängliche mechanische Festigkeit	5.2, 5.3.2, E.2.2
1.1	Gefährdung durch Quetschen	5.4.3, 5.4.4, 5.4.4.2
1.2	Gefährdung durch Scheren	5.4.3, E.2.4.1, E.2.4.5
1.3	Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden	5.4.3
1.4	Gefährdung durch Erfassen	5.4.3, 5.4.3.1
1.5	Gefährdung durch Einziehen oder Fangen	5.4.3
1.6	Gefährdung durch Stoß	5.4.2, 5.4.1.7, 5.4.2.9, 5.4.3, E.2.4.3
1.9	Gefährdung durch Herausspritzen oder Einspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck (bei Kranen, die mit Hydraulik arbeiten)	5.3.2, E.3.2
2	Elektrische Gefährdungen durch:	
2.1	Berührung von Personen mit spannungsführenden Teilen (direkte Berührung)	5.3.1, E.2.3
2.2	Berührung von Personen mit Teilen, die im Fehlerzustand Spannung führen (indirekte Berührung)	5.3.1, E.2.3
2.3	Annäherung an Teile unter Hochspannung	5.3.1
3	Thermische Gefährdungen mit der Folge von:	
3.1	Verbrennungen, Verbrühungen und anderen Verletzungen durch den Kontakt von Personen mit Gegenständen oder Werkstoffen sehr hoher oder niedriger Temperatur, durch Flammen oder Explosionen und durch die Strahlung von Wärmequellen	5.4.1
3.2	Gesundheitsschäden durch heiße oder kalte Arbeitsumgebung	5.4.1, 5.4.1.8
4	Gefährdungen durch Lärm	5.5, 7.2.5, Anhang F
4.1	Hörverlust	5.5, 7.2.5, Anhang F
4.2	Beeinträchtigung der Sprachkommunikation	5.5, 7.2.5, Anhang F
7	Gefährdungen durch Materialien und Substanzen (sowie deren Bestandteile), die durch die Maschine verarbeitet oder verwendet werden	
7.2	Gefährdungen durch Feuer oder Explosion	5.4.1
8	Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Gestaltung der Maschine , z. B. Gefährdungen durch:	
8.1	Ungesunde Körperhaltung oder übermäßige Anstrengung	5.4.4.3, E.2.4.4
8.2	Ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm oder Fuß/Bein	5.4.1, 5.4.1.3

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nr.	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in dieser Europäischen Norm
Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse		
8.3	Nachlässiger Gebrauch der persönlichen Schutzausrüstung	5.4.4, 5.4.4.5.1, E.2.4.4
8.4	Unangemessene örtliche Beleuchtung	5.4.1, 5.4.5
8.6	Menschliche Fehler, menschliches Verhalten	5.4.1, 5.4.1.1, 5.4.1.2, 5.4.2., 5.4.6, E.2.4.1, E.2.4.3
8.7	Unangemessene Konstruktion, Anordnung oder Kennzeichnung von Stellteilen	5.4.1, 5.4.1.3, E.2.4.2
8.8	Unangemessene Konstruktion oder Anordnung von Sichtanzeigen	5.4.1, 5.4.1.2
10	Unerwarteter Anlauf, unerwarteter Überlauf/unerwartetes Überdrehen (oder jegliche Fehlfunktion) durch:	
10.1	Ausfall/Störung des Steuersystems	5.4.1, 5.4.1.9, 5.4.2, 5.4.2.1, 5.4.2.2, E.2.4.3
10.4	Weitere äußere Einflüsse (Schwerkraft, Wind usw.)	5.4.2.6, 7.2.6, E.2.2, E.2.4.3
10.5	Softwarefehler	5.3.1, E.2.3
10.6	Vom Operator verursachte Fehler (durch fehlende Übereinstimmung der Maschinen mit den Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen)	5.4.1, 5.4.2.4, 5.4.2.5, 5.4.2.6, 5.4.6
13	Ausfall der Energieversorgung	5.3.1, E.2.3
14	Ausfall des Steuerstromkreises	5.3.1, E.2.3
16	Versagen von Bauteilen im Betrieb	5.2, 5.3.2, 5.4.2.8, 5.4.2.9, 5.4.3.2, E.2.2, E.2.4.3
17	Herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände oder Flüssigkeiten	5.4.3.2
18	Verlust der Standsicherheit/Umkippen der Maschine	5.2, 5.4.2, 5.4.2.3, 5.4.2.7, 5.4.2.8, 5.4.2.9
19	Ausgleiten, Stolpern oder Sturz von Personen (im Zusammenhang mit Maschinen)	5.4.4, 5.4.4.2, 5.4.4.4, E.2.4.4
Zusätzliche Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse aufgrund von Bewegungen		
21	In Verbindung mit dem Arbeitsplatz (einschließlich Führerhaus) an der Maschine	
21.1	Sturz von Personen beim Betreten/Verlassen des Arbeitsplatzes	5.4.4, E.2.4.4
21.3	Brand (Entflammbarkeit des Führerhauses, fehlende Löschmittel)	5.4.1
21.4	Mechanische Gefährdungen am Arbeitsplatz: d) Bruch von mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Teilen	5.4.3.1, 5.4.3.2, 5.4.4.1
21.5	Unzureichende Sichtbarkeit vom Arbeitsplatz aus	5.4.1, 5.4.1.4
21.6	Unangemessene Beleuchtung	5.4.1
21.7	Unangemessene Sitzmöglichkeit	5.4.1

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nr.	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in dieser Europäischen Norm
21.8	Lärm am Arbeitsplatz	5.5, 7.1.4
21.10	Unzureichende Evakuierungsmöglichkeiten/Notausgänge	5.4.1, 5.4.4
22	Durch das Steuersystem	
22.1	Unangemessene Anordnung der manuellen Stellteile	5.3.1, 5.4.1, 5.4.1.2
22.2	Unangemessene Konstruktion der manuellen Stellteile sowie deren Betriebsart	5.3.1, 5.4.1, 5.4.1.2, E.2.4.2
23	Durch die Handhabung der Maschine (unzureichende Standsicherheit)	7.1, 7.1.3
25	Durch/Für Dritte	
25.2	Drift von Teilen weg von deren Halteposition	5.3.1, 5.3.2, 5.4.2, E.2.3
25.3	Fehlen oder Unangemessenheit von optischen oder akustischen Warnvorrichtungen	5.4.6, 7.3.2, E.4.2.2
Zusätzliche Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse aufgrund von Hebevorgängen		
27	Mechanische Gefährdungen und Gefährdungsereignisse	
27.1	Durch herabfallende Lasten, Kippen von Maschinen bei Kollision, verursacht durch:	
27.1.1	Unzureichende Standsicherheit	5.2
27.1.2	Falscher Beladung, Überlastung, Überschreiten der Kippmomente	E.2.4.3.1, E.2.4.3.2
27.1.4	Unerwartete/unbeabsichtigte Bewegung der Last	5.3.1, 5.3.2, 5.4.2, E.2.3
27.1.6	Kollision mehrerer Maschinen	5.4.2.8
27.2	Durch Zugang von Personen zu Lastauflagern	7.2.6
27.3	Durch Entgleisen	5.3.2
27.4	Durch unzureichende mechanische Festigkeit von Bauteilen	5.2, 5.3.2, E.2.2
27.5	Durch unangemessene Konstruktion der Seilrollen und Seiltrommeln	5.3.2
27.6	Durch unangemessene Auswahl der Ketten, der Seile und des übrigen Hebezubehörs sowie deren/dessen unangemessenen Einbau in die Maschine	5.3.2.3
27.7	Durch Absenken der Last bei Steuerung durch das Reibungsbremssystem	5.3.2
27.8	Durch außergewöhnliche Bedingungen bei Zusammenbau/Prüfung/Einsatz/Wartung	6.2, 6.3, E.2.4.1, E.3
28	Elektrische Gefährdungen	
28.1	Durch Blitzschlag	5.3.1
29	Gefährdungen durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze	
29.1	Unzureichende Sichtbarkeit von der Fahrerposition aus	5.4.1, 5.4.1.4

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nr.	Gefährdungen	Entsprechende(r) Abschnitt(e) in dieser Europäischen Norm
34	Mechanische Gefährdungen und Gefährdungsereignisse aufgrund von	
34.1	Ungeeigneter mechanischer Festigkeit — ungeeigneten Arbeitskennziffern	E.2.2
34.3	Ausfall der Steuerung in Personentransporteinrichtungen (Funktion, Priorität)	E.2.4.2
35	Fall von Personen von Personentransporteinrichtungen	E.2.4.4

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeines

Turmdrehkrane müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen dieses Abschnittes entsprechen. Darüber hinaus muss ein Turmdrehkran im Hinblick auf Gefährdungen, die relevant, aber nicht signifikant, sind und in dieser Europäischen Norm nicht behandelt werden, entsprechend den Leitsätzen der EN ISO 12100 konstruiert sein.

Zusätzliche Anforderungen an Klettereinrichtungen sind in Anhang E angegeben.

Zusätzliche und spezifische Anforderungen an mobile Schnellmontage-Turmdrehkrane sind in Anhang H angegeben.

5.2 Konstruktionsanforderungen an das Tragwerk

5.2.1 Allgemeines

Die Nachweisberechnung (Nachweis der Festigkeit und der Standsicherheit) muss unter Anwendung der Normen EN 13001-1, EN 13001-2 und EN 13001-3-1 mit den Anforderungen und den Empfehlungen der folgenden Abschnitte von 5.2 und den entsprechend anerkannten Regeln der Technik bei der konstruktiven Gestaltung von Turmdrehkranen erfolgen.

Allgemeine Berechnungsgrundlagen müssen EN 13001, 4.2, entsprechen.

ANMERKUNG Die Berechnungen müssen auf der Annahme eines verformten Systems beruhen, das sich im Gleichgewichtszustand befindet (Theorie II. Ordnung). Strukturänderungen können nur vernachlässigt werden, sofern sie nicht zu signifikanten Erhöhungen der Spannung führen. Eine Erhöhung größer als 10 % muss als signifikant gelten.

Die Dokumentation des Sicherheitsnachweises muss das Folgende umfassen:

- Bemessungsannahmen einschließlich Berechnungsmodelle;
- anwendbare Lasten und Lastkombinationen;
- Werkstoffeigenschaften;
- Schweißnahtgüteklasse nach EN 13001-3-1;
- Eigenschaften der Verbindungselemente und
- Verifizierung der relevanten Grenzzustände (z. B. Nachweis von Festigkeit, Ermüdungsfestigkeit, Standsicherheit).

5.2.2 Klassifizierung der Kranteile

Die Klassifizierung der Tragwerksteile des Krans zur Nachweisberechnung der Werkstoffermüdung muss nach EN 13001-1 erfolgen.

Die Klassifizierung für einen Turmdrehkran für den Baubetrieb muss mindestens S2 (Klasse des Spannungsverlaufsparements) sein.

In Ausnahmefällen könnte die Klasse S1 für die Teile des Auslegers zulässig sein, bei denen sich die Spannungsamplituden hauptsächlich aus den Hublasteinwirkungen ergeben.

Andernfalls darf im Fall von besseren Kenntnissen in Bezug auf die Lastbedingungen des betreffenden konstruktiven Details ein spezifischer Spannungsverlaufsparement s_m berechnet werden.

5.2.3 Lasten

5.2.3.1 Allgemeines

Lastenwirkungen, die während der Lebensdauer eines Turmdrehkrans auf diesen einwirken, müssen berücksichtigt und als ungünstige, aber realistische Betriebsbedingungen und Handlungsabfolgen des Kranführers wiedergeben werden.

Diese Lasten müssen nach EN 13001-2, 4.2, als regelmäßige Lasten (bei Lastkombinationen A), als nicht regelmäßige Lasten (bei Lastkombinationen B) und als außergewöhnliche Lasten (bei Lastkombinationen C) festgelegt und klassifiziert werden.

5.2.3.2 Lasten und Werte für Dynamik-Beiwerte ϕ

Tabelle 2 kennzeichnet Lasten, die allgemein relevant für Turmdrehkrane für den Baubetrieb sind und sie gibt Leitlinien zu Werten für geeignete Dynamik-Beiwerte.

Alternativ dürfen andere Werte für Dynamik-Beiwerte angewendet werden, sofern diese durch anerkannte theoretische Analyse oder Versuchsverfahren bestimmt wurden.

Wenn ein Turmdrehkran für eine besondere Anwendung und/oder mit entsprechenden Anforderungen konstruktiv gestaltet ist, müssen zusätzliche Lasten und die relevanten Werte für die Dynamik-Beiwerte nach EN 13001-2, 4.2 und 4.3, berücksichtigt und festgelegt werden.

Tabelle 2 — Lasten und Leitlinien in Bezug auf Werte für die Dynamik-Beiwerte ϕ_1 für Turmdrehkrane für den Baubetrieb

EN 13001-2, Referenz- abschnitt	Lastlinien-Nr. i	Last	Dynamik- Beiwert ϕ_i	Definitionen und Leitlinie in Bezug auf Werte für die Dynamik-Beiwerte ϕ_i und die Lastbestimmung
4.2.2.1	1	Beschleunigung aus Anheben und Gravitation, auf die Masse des Krans wirkend	ϕ_1	ϕ_1 muss nach EN 13001-2 berücksichtigt werden. Der für Turmdrehkrane festgelegte Wert δ beträgt: $0 \leq \delta \leq 0,05$
4.2.2.2.1	2	Trägheits- und Gravitationsauswirkungen durch Anheben einer unbehinderten Last vom Boden	ϕ_2	ANMERKUNG 1 Die Hubklasse HC1 ist für Turmdrehkrane festgelegt. Bei Lastkombinationen A1 und B1: $\phi_{2,max} = 1,3$ Die Anwendung der Hubklassen HD1 und HD4 wird empfohlen: — HD1: bei Hubantrieben ohne die Möglichkeit eines direkten Einflusses auf das Motordrehmoment, (z. B. polumschaltbare Antriebe) — HD4: bei Hubantrieben mit der Möglichkeit eines direkten Einflusses auf das Motordrehmoment, (z. B. Frequenzumrichter-Antriebe) Bei Lastkombination C1: ϕ_2 ohne Beschränkung Bei jeder Art von Hubklasse muss ϕ_2 unter Berücksichtigung von $V_{h,max}$ berechnet werden. ANMERKUNG 2 Die Anwendung der Hubklassen HD2, HD3 und HD5 wird für Turmdrehkrane nicht empfohlen, da die Anwendung von Feinhub oder Vorspannen des Krantragwerks zum Erreichen von niedrigen Hubkoeffizienten nur vom Kranführer abhängig ist.
4.2.2.2.2	3	Trägheits- und Gravitationsauswirkungen durch Abwurf eines Teils der Hublast	ϕ_3	Nicht für Turmdrehkrane für den Baubetrieb anwendbar.
4.2.2.3	4	Lasten aus Fahren über Unebenheiten	ϕ_4	Nicht für Turmdrehkrane für den Baubetrieb anwendbar. ANMERKUNG Die Fahrbahn muss in Übereinstimmung mit ISO 12488-1 — Klasse 2 sein.
4.2.2.4	5	Massenkräfte aus Antrieben	ϕ_5	ϕ_5 muss nach EN 13001-2 berücksichtigt werden. Übliche Werte für den Dynamik-Beiwert ϕ_5 für Turmdrehkrane sind: $\phi_5 = 1,0$ bei Fliehkräften; $\phi_5 = 1,5$ bei Antriebskräften für alle typischen Antriebe von Turmdrehkranen (ohne Spiel oder in Fällen, bei denen bestehendes Spiel die dynamischen Kräfte nicht beeinflusst und die Änderung der Kräfte stetig ist)
4.2.2.5	6	Lasten aus Weggrößen	—	Nicht für Turmdrehkrane für den Baubetrieb anwendbar.

Tabelle 2 (fortgesetzt)

EN 13001-2, Referenz- abschnitt	Lastlinien- Nr. i	Last	Dynamik- Beiwert ϕ_i	Definitionen und Leitlinie in Bezug auf Werte für die Dynamik-Beiwerte ϕ_i und die Lastbestimmung
4.2.3.1	7	Lasten aus Wind in Betrieb	—	Die Mindest-Windgeschwindigkeit bei Wind in Betrieb muss als Windstufe 2 (normale Winde) angenommen werden. Der zu berücksichtigende Winddruck beträgt $q_{(3)} = 250 \text{ N/m}^2$ (Böenwindgeschwindigkeit $v_{(3)} = 20 \text{ m/s}$) — siehe ANMERKUNG 1.
4.2.3.2	8	Schnee- und Eislasten	—	Diese Last muss nur auf spezielle Anforderung eines Kunden oder entsprechend den örtlichen Bestimmungen berücksichtigt werden.
4.2.3.3	9	Lasten aus Wärmewirkung	—	Nicht für Turmdrehkrane für den Baubetrieb anwendbar.
4.2.3.4	10	Lasten aus Schräglauf	—	Nicht für Turmdrehkrane für den Baubetrieb anwendbar.
4.2.4.1	11	Lasten aus dem Anheben einer Last vom Boden mit maximaler Hubgeschwindigkeit	ϕ_2	Es ist Bezug auf die Lastlinie-Nr. 2 dieser Tabelle zu nehmen.
4.2.4.2	12	Lasten aus Wind außer Betrieb	—	Es ist Bezug auf 5.2.3.3 zu nehmen.
4.2.4.3	13	Prüflasten	ϕ_6	Nach EN 13001-2 und Anhang C der vorliegenden Norm. Der für die Prüflasten zu berücksichtigende Mindest-Winddruck beträgt $q_{(3)} = 40 \text{ N/m}^2$ (Böenwindgeschwindigkeit $v_{(3)} = 8 \text{ m/s}$) — siehe ANMERKUNG 1.
4.2.4.4	14	Lasten aus Pufferstoß	ϕ_7	Nach EN 13001-2 und 5.2.2.5 der vorliegenden Norm. Unter dieser Bedingung für Turmdrehkrane nicht anwendbar.
4.2.4.5	15	Lasten aus Kippkräften	—	Nicht für Turmdrehkrane für den Baubetrieb anwendbar.
4.2.4.6	16	Lasten aus Not-Aus	—	Diese Last kann durch Berechnung an einer dynamischen Modellanalyse oder durch Versuche bewertet werden.
4.2.4.7	17	Lasten aus Triebwerksversagen	—	Diese Last kann durch Berechnung mit einer dynamischen Modellanalyse oder durch Versuche bewertet werden.
4.2.4.8	18	Lasten aus externer Fußpunkterregung	—	Diese Last muss nur auf spezielle Anforderung eines Kunden oder entsprechend den örtlichen Bestimmungen berücksichtigt werden.
4.2.4.9	19	Lasten aus Montage, Demontage (Auf- und Abbau) und Transport	—	Es ist Bezug auf 5.2.3.4 zu nehmen.
4.2.4.10	20	Lasten auf Aufstiege und Begehungen	—	Nach EN 13001-2.
—	21	Lasten infolge der dynamischen Unterbrechung der Überlastsicherung	ϕ_L , ϕ_{ML}	Nicht für Turmdrehkrane anwendbar, da immer durch die Not-Aus-Situation abgedeckt.
—	22	Lasten infolge des unbeabsichtigten Verlustes der Hublast	ϕ_9	Es ist Bezug auf 5.2.3.5 zu nehmen.

ANMERKUNG Nach EN 13001-2 entspricht die Böenwindgeschwindigkeit $v_{(3)}$ der Windgeschwindigkeit, die am höchsten Punkt des Krans gemessen werden kann.

5.2.3.3 Lasten infolge von Wind außer Betrieb

Windlasten infolge von Wind bei Turmdrehkränen außer Betrieb werden, abhängig von der auf den Kran wirkenden Windrichtung, mit der Anforderung einer freien Drehung der Oberbauten, in 3 unterschiedliche Windlastannahmen aufgeteilt. Diese Lasten werden in 3 verschiedene Lastkombinationen umgewandelt: C2.1, C2.2 und C2.3 nach Tabelle 4.

Der Nachweis der Statik und Standfestigkeit muss mit den folgenden Lastkombinationen erfolgen:

- C2.1 (Wind von hinten);
- C2.2 (Wind von vorn) oder C2.3 (Wind aus allen Richtungen).

5.2.3.3.1 Lasten aus Wind außer Betrieb bei Wind von hinten

Die auf ein Bauteil eines Turmdrehkrans oder auf die am Kran verbleibende Hublast wirkende Windlast außer Betrieb bei Wind von hinten wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$F = c_s c_d \cdot q(z) \cdot c \cdot A$$

Dabei ist

F die Windlast, wie in EN 13001-2, 4.2.4.2, festgelegt;

$c_s c_d$ der Strukturbeiwert

Infolge der Größe und dem Aufbau von Turmdrehkränen sollte der Strukturbeiwert $c_s c_d$ die Auswirkung der Windlasten aus dem nicht gleichzeitigen Auftreten der Spitzenwinddrücke auf die Oberfläche zusammen mit der Wirkung der Bauwerksschwingungen infolge der Windturbulenz berücksichtigen.

$c_s c_d$ wird bei Turmdrehkränen unter Berücksichtigung des in die Formel für $q(z)$ einbezogenen Böen-Reaktionswerts $\phi_B = 1,1$ auf 0,95 festgelegt.

ANMERKUNG Der $c_s c_d$ -Beiwert darf nur bei der Lastkombination C2.1 angewendet werden.

$q(z)$ der Winddruck, wie in EN 13001-2, 4.2.4.2, festgelegt (äquivalenter statischer Winddruck);

c der aerodynamische Koeffizient, wie in EN 13001-2, 4.2.4.2, festgelegt;

A die charakteristische Fläche (eines Kranbauteils), wie in EN 13001-2, 4.2.4.2, festgelegt.

Sofern der Turmdrehkran sich außer Betrieb nicht frei dreht, muss diese Windlast als von allen Seiten gelten. Die in 5.2.3.3.2 und 5.2.3.3.3 angegebenen zusätzlichen Windlasten können in diesem Fall vernachlässigt werden.

Bei normaler Anwendung müssen die Referenzwindgeschwindigkeit und das Wiederholungsintervall (Auf-tretenswahrscheinlichkeit) mit den folgenden Mindestanforderungen übereinstimmen:

- Referenzwindgeschwindigkeit $v_{\text{ref}} = 28 \text{ m/s}$ (Referenzwindgeschwindigkeit für die Region „C“);
- Wiederholungsintervall $R = 25 \text{ Jahre}$.

Eine höhere Referenzwindgeschwindigkeit und ein längeres Wiederholungsintervall dürfen abhängig von den örtlichen Bedingungen des Einsatzes des Krans berücksichtigt werden.

Bei bestimmten Anwendungen oder unter Baustellenbedingungen (Spezialkrane, wie z. B. sehr hohe Krane, mit einem Gebäude verbundene Krane, Baustellen mit besonderen Windeinwirkungen usw.) können andere Parameter als die vorstehenden, auf der Grundlage genauerer Bewertungsverfahren der Windgeschwindigkeit angewendet werden.

5.2.3.3.2 Lasten aus Wind außer Betrieb bei Wind von vorn

Die Windlast außer Betrieb bei Wind von vorn ist ein zusätzlicher Sicherheitslastfall zur Abdeckung einer vorübergehenden Situation außer Betrieb, bis der Kran in die vorgesehene endgültige Position außer Betrieb (Windfreistellung) gedreht wurde, bei der der Wind von hinten wirkt, und dieser Sicherheitslastfall muss entsprechend der folgenden Definition berücksichtigt werden:

$$F = q_{(3)} \cdot c \cdot A$$

Dabei ist

$$q_{(3)} \text{ der Böenwinddruck, } q_{(3)} = 710 \text{ N/m}^2 \text{ (Böenwindgeschwindigkeit } v_{(3)} = 33,7 \text{ m/s).}$$

Dieser Winddruck muss gleichbleibend über die Höhe des Krans wirken.

5.2.3.3.3 Lasten aus Wind außer Betrieb bei Wind aus allen Richtungen

Alternativ zur vorstehenden Last „Wind von vorn“ kann der folgende Ansatz ausgewählt werden, wenn der Wind aus allen Richtungen kommt. Außerdem gilt diese Last aus Wind außer Betrieb bei Wind aus allen Richtungen hauptsächlich als ein zusätzlicher Sicherheitslastfall zur Abdeckung einer vorübergehenden Situation außer Betrieb, bis der Kran in die vorgesehene endgültige Position außer Betrieb (Windfreistellung) gedreht wurde, bei der der Wind von hinten wirkt, und dieser Sicherheitslastfall muss entsprechend der folgenden Definition berücksichtigt werden:

$$F = q_{(3)} \cdot c \cdot A$$

Dabei ist

$$q_{(3)} \text{ der Böenwinddruck, } q_{(3)} = 425 \text{ N/m}^2 \text{ (Böenwindgeschwindigkeit } v_{(3)} = 26 \text{ m/s).}$$

Dieser Winddruck muss gleichbleibend über die Höhe des Krans wirken.

Anhang A enthält Angaben zur Berechnung der maximalen Lasteinwirkung bei diesem Lastfall.

5.2.3.4 Lasten aus Montage, Demontage und Transport

Lasten aus Montage und Demontage (Auf- und Abbau) und Transport müssen nach EN 13001-2, 4.2.4.9, berücksichtigt werden. Demzufolge werden diese Lasten als außergewöhnliche Last (Lastkombination C) als grundsätzliche Feststellung klassifiziert.

In einigen Fällen könnten diese Lasten nicht regelmäßig oder regelmäßig sein. Dann müssen die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte für die konstruktive Gestaltung und für die Sicherheitslastfälle eingesetzt werden.

Bei der Montage, Demontage und beim Transport von Turmdrehkränen müssen mehrere verschiedene Lastarten berücksichtigt werden:

— Gewichtskräfte:

Gewichtskräfte müssen gegebenenfalls nach Tabelle 1, Lastlinie-Nr. 1, berücksichtigt werden.

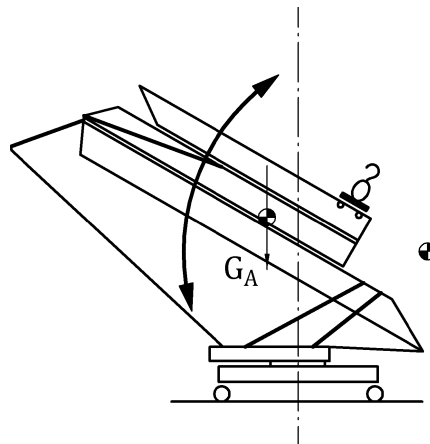
— Massenkkräfte aus der Einwirkung einer Hublast:

Im Fall des Anhebens einer unbehinderten Last vom Boden muss die Masse der Hublast gegebenenfalls mit dem Dynamik-Beiwert ϕ_2 , nach Tabelle 2, Lastlinie-Nr. 2, multipliziert werden. Die Eigenschaft des Hubwerksantriebs muss berücksichtigt werden.

— Massenkkräfte infolge der Beschleunigung von Antrieben:

Bei vom Antrieb verursachten Lasten auf einen Kran durch Beschleunigungen oder Verzögerungen muss gegebenenfalls der Dynamik-Beiwert ϕ_5 , nach Tabelle 2, Lastlinie-Nr. 5, berücksichtigt werden. Die Lasteinwirkung dieser Massenkkräfte darf nicht kleiner als 10 % der Gewichtsmasse in der Richtung der tatsächlichen Bewegung sein.

Bei einem typischen Schnellmontage-Turmdrehkran wird damit das vollständige Verfahren des Zusammenklappens und Aufklappens durch dessen eigene Antriebe verstanden.



Legende

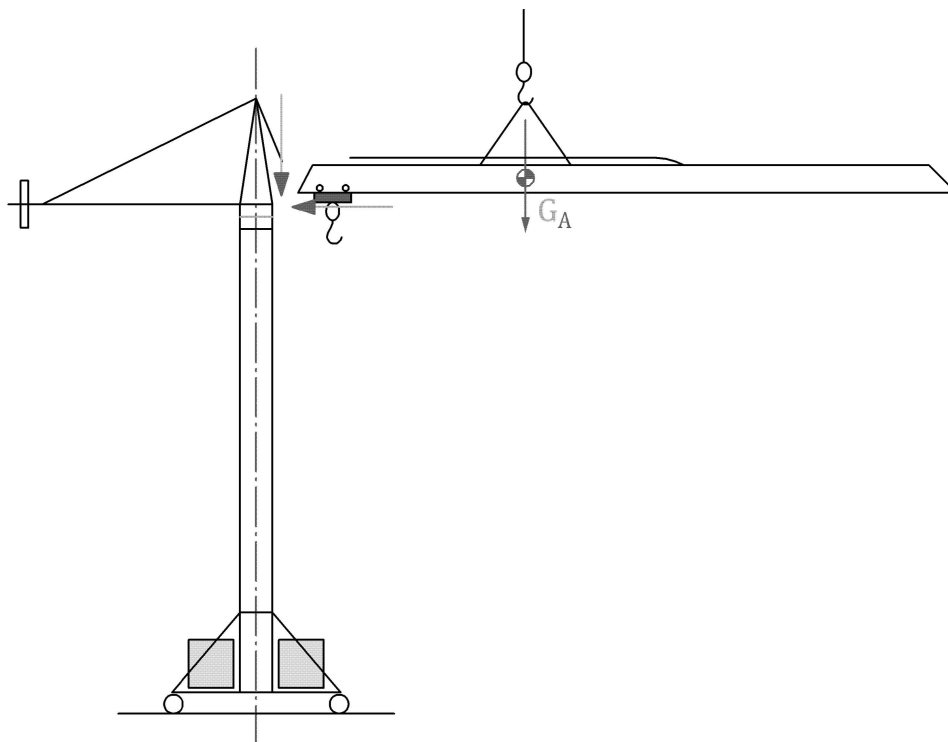
G_A Masse eines Kranteils, die Massenkkräfte erzeugt, die durch Beschleunigungen oder Verzögerungen der Antriebseinheit verursacht werden

Bild 1 — Skizze zur Darstellung der Massenkkräfte infolge von Beschleunigungen durch die Antriebe

— Massenkkräfte aus dem Zusammenstoßen von zusammengebauten oder demontierten Teilen:

Bei Lasten auf einen Kran durch Zusammenstoßen von zusammengebauten Teilen muss eine vertikale oder horizontale Kraft von 10 % der Masse des zusammengebauten oder demontierten Teils derart aufgebracht werden, damit die ungünstigste Lasteinwirkung erreicht wird.

Bei einem typischen Obendreher-Turmkrane muss eine vertikale Last berücksichtigt werden, z. B. während der Installation des Gegengewichts. Eine horizontale Last muss, z. B. während der Installation des Auslegers, berücksichtigt werden.



Legende

G_A Masse eines Kranteils beim Zusammenbau oder Demontage, die eine horizontale oder vertikale Stoßkraft erzeugt

Bild 2 — Skizze zur Darstellung der Massenkräfte aus dem Anstoßen von zusammengebauten oder demontierten Teilen

— Windkräfte:

Die Mindestwindstärke während der Montage, Demontage und des Transports, die berücksichtigt werden muss, ist die Stufe 1 (leichte Winde). Der zu berücksichtigende Winddruck ist $q_{(3)} = 125 \text{ N/m}^2$.

Lastfälle bei der Montage mit Kletterrahmen:

Zusätzliche Anforderungen sind in Anhang E enthalten.

5.2.3.5 Lasten infolge des unbeabsichtigten Verlustes der Hublast

Bei Turmdrehkränen bezieht sich diese Last auf den Bruch des Hubseils oder auf das unbeabsichtigte Abfallen der Hublast. Für den Nachweis der Festigkeit muss der Wert des Dynamik-Beiwerts ϕ_9 durch Berechnung mit einer dynamischen Modellanalyse oder durch Versuche berechnet werden. Für die Berechnung der Starrkörperstabilität muss der Wert $\phi_9 = -0,3$ angewendet werden.

5.2.3.6 Lasten aus Pufferstoß

Für Fahrantriebe von Turmdrehkränen dürfen der Nachweis der Energieaufnahmefähigkeit der Puffer und der Nachweis der Auswirkungen der Pufferkräfte auf das Tragwerk entfallen, sofern die Nenn-Fahrgeschwindigkeit unter 40 m/min liegt und zusätzlich zu den Pufferanschlägen Endschalter eingebaut sind.

5.2.4 Lastkombinationen

5.2.4.1 Allgemeines

Der Turmdrehkran oder Teile eines Turmdrehkrans kann (können) in Abhängigkeit von günstigen oder ungünstigen Gravitationseinwirkungen, die auf die Massen des Krans wirken, einer Massenverteilungsklasse MDC1 oder MDC2 entsprechend der Festlegung in EN 13001-2, 4.3.3, zugeordnet werden.

Die Nachweisberechnung muss im Allgemeinen auf der „Methode der Grenzzustände“ nach EN 13001-1, 4.2.7.1, basieren, die die Multiplikation der ausgewählten Lasten einer Lastkombination mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_p fordert.

Bei einem Turmdrehkran oder Teilen eines Turmdrehkrans der Klasse MDC1 mit einem linearen Verhältnis zwischen den Lasten und den Lasteinwirkungen darf die „Methode der zulässigen Spannungen“ alternativ mit dem globalen Sicherheitsbeiwert γ_f angewendet werden.

5.2.4.2 Massenverteilungsklassen MDC1 oder MDC2 für den Nachweis der Festigkeit

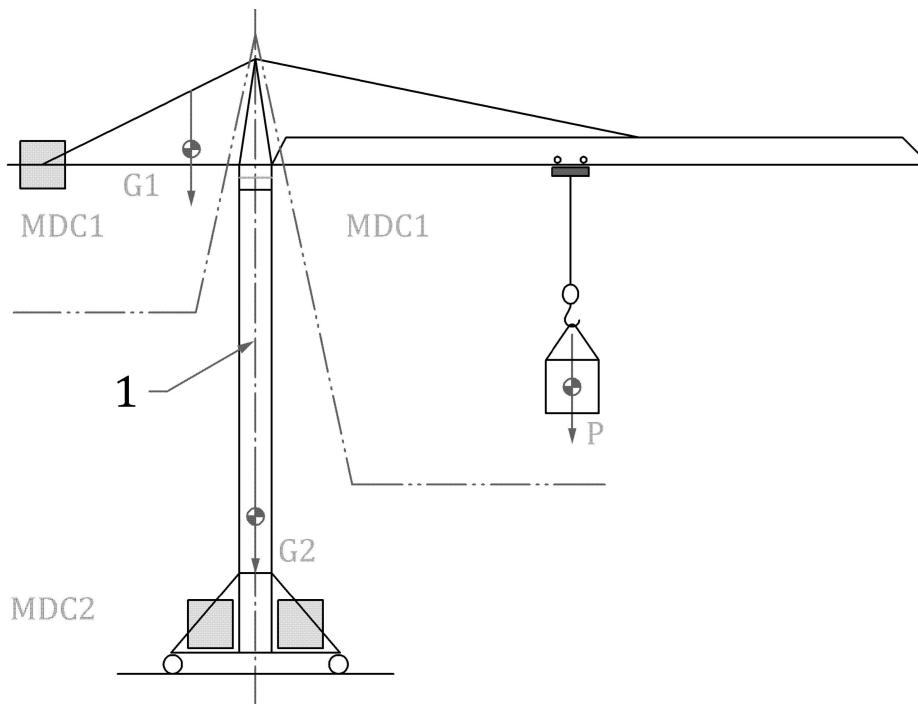
Bei der Berechnung der Gewichtskräfte für eine gegebene Krankonfiguration (Rüstzustand) und Lastkombination können die Massen der Kranteile entweder die resultierende Lasteinwirkung am betreffenden Detail erhöhen („ungünstig“) oder verringern („günstig“). Für jede Lastkombination, die nach 5.2.4.5 und 5.2.4.6 berücksichtigt werden muss, kann die gleiche Masse in einigen Konfigurationen günstig und in anderen Konfigurationen ungünstig sein.

Zur Bestimmung Einwirkung der Massenlast, kann bei Turmdrehkranen die Drehachse als Bezugsachse festgelegt werden. Die Bewertung erfolgt im nicht verformten Zustand. Komponenten mit einem Massenschwerpunkt (COG, en: centre of gravity), der auf der Bezugsachse liegt (z. B. Turmelement von Obendreher-Turmdrehkranen), müssen als ungünstig berücksichtigt werden.

Als eine allgemeine Leitlinie muss ein Teil eines Turmdrehkrans, bei dem die Auslegungslast hauptsächlich auf das resultierende Biegemoment zurückzuführen ist, z. B. Turm eines Turmdrehkrans, entsprechend MDC2 klassifiziert sein, sofern das Vorzeichen dieses resultierenden Biegemoments in Bezug auf dieses Teil sich ändert, wenn zwei Lastkombinationen in Betracht kommen:

- Lastkombination „Stufe 1“ berücksichtigt nur das Eigengewicht der Krankonstruktion;
- Lastkombination „Stufe 2“ entspricht einer der Lastkombinationen von Tabelle 4.

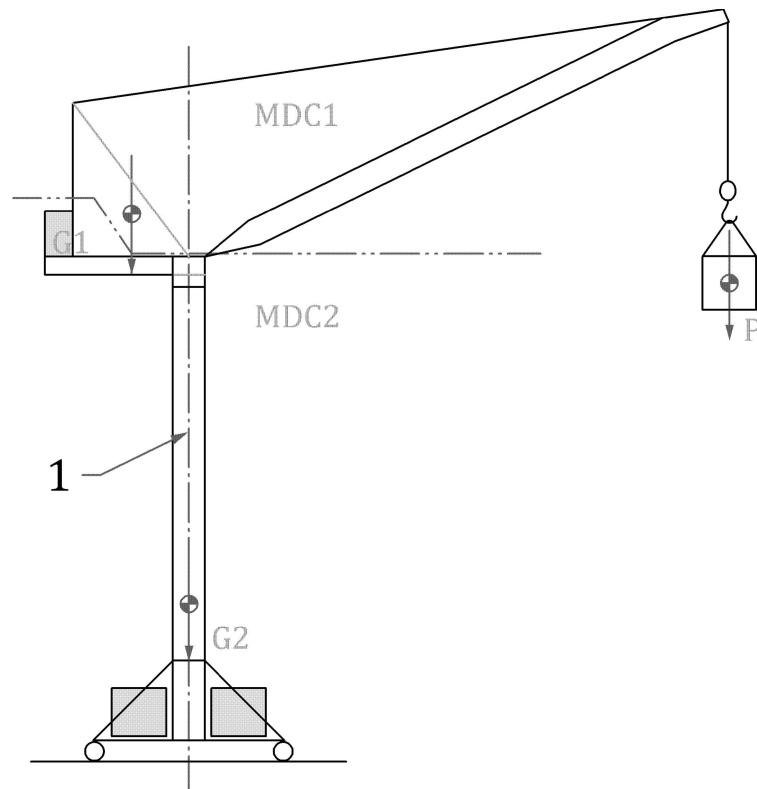
Die folgenden Bilder zeigen die typische Bezugsachse und die möglichen Massenverteilungsklassen für die verschiedenen Kranteile. Bei allen Teilen über der Strich-Punkt-Linie wird angenommen, dass sie Komponenten der Klasse MDC1 sind und alle unterhalb der Linie befindlichen Teile zur Klasse MDC2 gehören.



Legende

- MDC1 Komponenten oder Teile eines Krans, die üblicherweise als Teile der Klasse MDC1 klassifiziert werden können
- MDC2 Komponenten oder Teile eines Krans, die üblicherweise als Teile der Klasse MDC2 klassifiziert werden können
- G1 Masse und Massenschwerpunkt der sich drehenden Oberbauten
- G2 Masse und Massenschwerpunkt der stationären Unterbauten
- P Masse der Hublast
- 1 Bezugsachse zur Bestimmung der Massenverteilungsklassen einer Komponente oder eines Teils für den Nachweis der Festigkeit

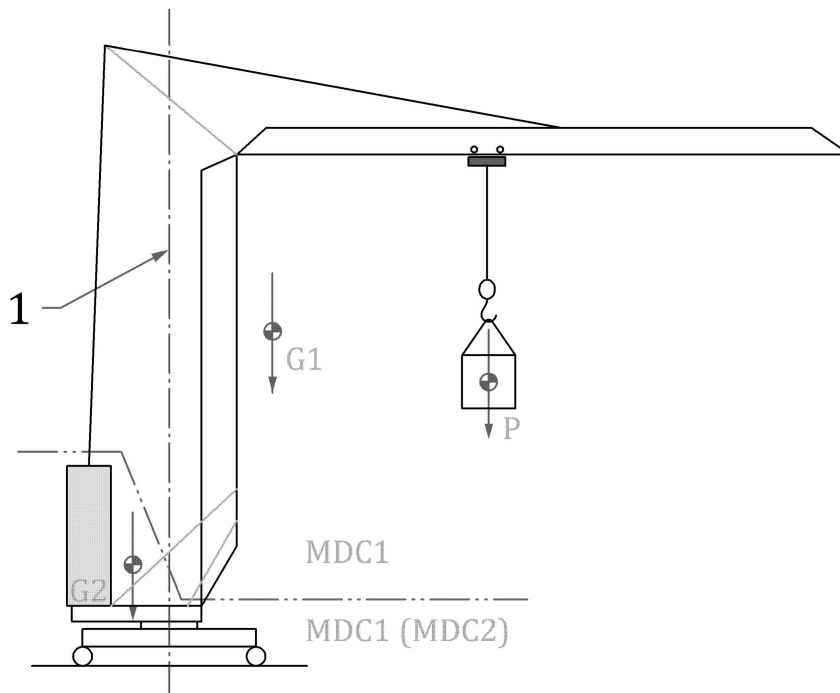
Bild 3 — Bezugsachse und Massenverteilungsklasse für einen Turmdrehkran mit Laufkatzen-Ausleger (Obendreher) mit frei beweglich verbundenem Gegenausleger und starr verbundenem Turmoberteil



Legende

- MDC1 Komponenten oder Teile eines Krans, die üblicherweise als Teile der Klasse MDC1 klassifiziert werden können
- MDC2 Komponenten oder Teile eines Krans, die üblicherweise als Teile der Klasse MDC2 klassifiziert werden können
- G1 Masse und Massenschwerpunkt der sich drehenden Oberbauten
- G2 Masse und Massenschwerpunkt der stationären Unterbauten
- P Masse der Hublast
- 1 Bezugsachse zur Bestimmung der Massenverteilungsklassen einer Komponente oder eines Teils für den Nachweis der Festigkeit

Bild 4 — Bezugsachse und Massenverteilungsklasse für einen Turmdrehkran mit Wippausleger (Obendreher) mit starr verbundenem Gegenausleger und frei beweglich verbundenem A-Bock



Legende

- MDC1 Komponenten oder Teile eines Krans, die üblicherweise als Teile der Klasse MDC1 klassifiziert werden können
- MDC2 Komponenten oder Teile eines Krans, die üblicherweise als Teile der Klasse MDC2 klassifiziert werden können
- P Masse der Hublast
- 1 Bezugsachse zur Bestimmung der Massenverteilungsklassen einer Komponente oder eines Teils für den Nachweis der Festigkeit
- G1 Masse und Massenschwerpunkt des Auslegers und Turms einschließlich Aufhängungssystem
- G2 Masse und Massenschwerpunkt des Schwenktisches einschließlich Gegengewicht und Unterwagen

Bild 5 — Bezugsachse und Massenverteilungsklasse für einen Schnellmontage-Turmdrehkran (Untendreher)

ANMERKUNG 1 In dem Fall, dass der überlagerte Massenschwerpunkt (COG) aller Teile über dem Drehkranz hinter die Drehachse verschoben ist, gelten der Drehtisch und Unterwagen eines Schnellmontage-Turmdrehkrans (siehe Bild 5) als Teile der Klasse MDC2.

ANMERKUNG 2 Die Zuweisung eines Kranteils zur Klasse MDC1 bedeutet nicht automatisch eine lineare Beziehung zwischen Lasten und Lasteinwirkungen. In vielen Fällen müssen einige Teile (z. B. der Ausleger eines Krans mit Wippausleger oder der Turm eines Schnellmontage-Turmdrehkrans) üblicherweise mithilfe der „Methode der Grenzzustände“ unter Berücksichtigung des verformten Systems, das sich im Gleichgewichtszustand befindet (Theorie II. Ordnung), berechnet werden.

5.2.4.3 Teilsicherheitsbeiwerte für die Masse des Krans

In Bezug auf die Masse von Kranteilen müssen die Teilsicherheitsbeiwerte γ_p in Abhängigkeit vom Verfahren zur Bestimmung der Massen der Kranteile (durch Berechnung oder durch Wägen) und abhängig von der zugeordneten MDC-Klasse, unter Berücksichtigung der entsprechend der Leitlinie in 5.2.4.2 festgelegten „günstigen“ oder „ungünstigen“ Lasteinwirkung, aus Tabelle 3 ausgewählt werden.

Es ist zulässig, einem Kranteil, z. B. der sich drehende Oberbau eines Obendreher-Turmdrehkrans, das sowohl „günstige“ als auch „ungünstige“ Massen besitzt, einen einzigen Teilsicherheitsbeiwert für jede Lastkombination hinsichtlich seines Massenschwerpunkts zuzuweisen.

Die Anwendung der in Tabelle 3 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte ist mit dem Verhältnis zwischen der Summe der Lasteinwirkung durch günstige Massen von Kranteilen und der Summe der Lasteinwirkungen von ungünstigen Massen der Kranteile zusammen mit der Lasteinwirkung der Hublast verbunden. Dieses Verhältnis muss kleiner als 0,6 sein (siehe nachstehende Gleichung). Die Werte von Lasten und Massen müssen ohne Anwendung eines Vergrößerungsfaktors (Teilsicherheitsbeiwert oder Dynamik-Beiwerte) eingesetzt werden.

$$f_L \left| \frac{L_f}{L_{unf} + L_h} \right| < 0,6$$

Dabei ist

- f_L das Verhältnis von Lasteinwirkungen;
- L_f die Lasteinwirkung von günstigen Massen der Kranteile;
- L_{unf} die Lasteinwirkung von ungünstigen Massen der Kranteile;
- L_h die Lasteinwirkung der Hublast.

Wird die vorstehende Bedingung nicht erfüllt, müssen die Teilsicherheitsbeiwerte nach EN 13001-2, Tabelle 7, angewendet werden.

Tabelle 3 — Werte des Teilsicherheitsbeiwerts γ_p

Verfahren der Bestimmung der Massen und Massenschwerpunkte von Kranteilen	Lastkombinationen nach 5.2.4.5					
	A		B		C	
	MDC1/MDC2 ungünstig	MDC2 günstig	MDC1/MDC2 ungünstig	MDC2 günstig	MDC1/MDC2 ungünstig	MDC2 günstig
durch Berechnung	1,22	1,00	1,16	1,00	1,10	1,00
durch Wägen	1,16	1,10	1,10	1,05	1,05	1,00

5.2.4.4 Anwendungen mit hohem Risiko

Bei der normalen Anwendung eines Turmdrehkrans ist der Risikobeiwert γ_n nicht erforderlich. Dieser Beiwert kann bei einer besonderen Anwendung nach Anforderung des Kunden nach EN 13001-2, 4.3.2, angewendet werden.

5.2.4.5 Lastkombinationen für den Nachweis der Festigkeit

Die für Turmdrehkrane zu berücksichtigenden Lastkombinationen sind entsprechend der in 5.2.3 und EN 13001-2, 4.3.6, festgelegten Lasten, in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 — Lasten, Lastkombinationen und Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Festigkeit

Last- kategorien	Lasten f_i			i	EN 13001—2 Verweisung	Last- kombinationen A			Last- kombinationen B			Lastkombinationen C														
						Teil- sicher- heits- beiwert γ_p	A1	A3	Teil- sicher- heits- beiwert γ_p	B1	B3	Teil- sicher- heits- beiwert γ_p	C1	C2.1 c	C2.2 c	C2.3 c	C3	C4	C6	C7	C8	C9.1 d	C9.2 d	C9.3 d	C10	C 11
regelmäßig	Gravitation, Beschleunigung, Stoß	Kranmasse		1	4.2.2.1	a	ϕ_1	1	a	ϕ_1	1	a	ϕ_1	1	1	1	ϕ_1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Masse der Hublast		2	4.2.2.2	1,34	ϕ_2	1	1,22	ϕ_2	1	1,1	ϕ_2	η_w^e	η_w^e	η_w^e	ϕ_6	1	1	1	1	ϕ_2	η_w^e	η_w^e	ϕ_9	—
	Beschleunigung durch Antriebe ^b	Kranmasse und Masse der Hublast	außer Hubwerks- antriebe einschließlich Hubwerks- antriebe	4	4.2.2.4	1,34	ϕ_5	—	ϕ_5	ϕ_5	—	1,1	ϕ_5	—	—	—	ϕ_5	—	—	—	—	ϕ_5	—	—	ϕ_5	—
				5			—	ϕ_5		—	ϕ_5		—	—	ϕ_7	ϕ_5	ϕ_5	—	—	ϕ_5	—	—	—			
nicht regelmäßig	Umwelteinflüsse	Windlasten in Betrieb		7	4.2.3.1	—	—	—	1,22	1	1	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
außer- gewöhnlich	Windlasten außer Betrieb			12.1	4.2.4.2	—	—	—	—	—	—	1,1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Windlasten außer Betrieb bei Wind von vorn			12.2	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Windlasten außer Betrieb bei Wind aus allen Richtungen			12.3	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Prüflasten			13	4.2.4.3	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Lasten aus Pufferstoß			14	4.2.4.4	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
	Lasten aus Not-Aus			16	4.2.4.6	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
	Lasten aus Triebwerksversagen			17	4.2.4.7	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
	Lasten aus externer Fußpunkterregung ^f			18	4.2.4.8	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
	Lasten aus Montage, Demontage und Transport — Stoßlast			19.1	4.2.4.9	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
	Lasten aus Montage, Demontage und Transport — Windlasten			19.2	4.2.4.9	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	
	Lasten infolge des unbeabsichtigten Verlustes der Hublast			21	—	—	—	—	—	—	—	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
Globaler Sicherheitsbeiwert γ_f						—	1,48		—	1,34		—	1,22													
Widerstandsbeiwert γ_m						1,1	—		1,1	—		1,1	—													

Tabelle 4 (fortgesetzt)

a	Hinsichtlich der anzuwendenden Werte für den Teilsicherheitsbeiwert siehe 5.2.4.3, Tabelle 3.
b	Zusätzlich zur Hublast müssen nur zwei weitere Massenkkräfte berücksichtigt werden. Bei Lastkombinationen C muss nur eine weitere Massenkraft berücksichtigt werden.
c	Hinsichtlich der Lasten aus Wind außer Betrieb siehe 5.2.3.3.
d	Hinsichtlich der Lasten aus Montage, Demontage und Transport siehe 5.2.3.4.
e	η_w : Faktor für die verbleibende Hublast bei Außer-Betrieb-Bedingungen.
f	Bei der Lastkombination C8, die die Fußpunkterregung (z. B. Erdbeben) des Krans berücksichtigt, kann ein Widerstandsbeiwert $\gamma_m = 1,0$ angenommen werden.
Definitionen der Lastkombinationen:	
Die Lastkombinationen A berücksichtigen regelmäßige Lasten eines Krans bei normalen Betrieb:	
A1: Anheben und Bewegen (Absetzen) von Lasten	
A3: Hängende Last oder hängendes Lastaufnahmemittel	
Die Lastkombinationen B berücksichtigen regelmäßige Lasten kombiniert mit nicht regelmäßigen Lasten:	
B1 und B3: Die Lastkombinationen sind äquivalent zu den Lastkombinationen A1 und A3, aber zusätzlich muss Wind in Betrieb berücksichtigt werden.	
Die Lastkombinationen C berücksichtigen regelmäßige Lasten kombiniert mit nicht regelmäßigen und außergewöhnlichen Lasten:	
C1:	Kran unter In-Betrieb-Bedingungen, Anheben einer Last vom Boden mit maximaler Hubgeschwindigkeit unter Anwendung von ϕ_2
C2.1:	Kran unter Außer-Betrieb-Bedingungen, einschließlich Wind außer Betrieb bei Wind von hinten
C2.2:	Kran unter Außer-Betrieb-Bedingungen, einschließlich Wind außer Betrieb bei Wind von vorn
C2.3:	Kran unter Außer-Betrieb-Bedingungen, einschließlich Wind außer Betrieb bei Wind aus allen Richtungen
C3:	Kran unter Prüfbedingungen
C4:	Kran mit Hublast in Kombination mit Lasten infolge von Pufferkräften
C6:	Kran mit Hublast in Kombination mit Lasten aus Not-Aus
C7:	Kran mit Hublast in Kombination mit Lasten aus Triebwerksversagen
C8:	Kran mit Hublast in Kombination mit Lasten aus externer Fußpunkterregung
C9.1:	Kran während Montage, Demontage und Transport unter Berücksichtigung des Anhebens einer unbehinderten Last vom Boden einschließlich der Windlasten bei der Montage
C9.2:	Kran während Montage, Demontage und Transport unter Berücksichtigung einer Hublast mit jeder Kombination von den durch jeden beliebigen Antrieb einschließlich des Hubwerksantriebs verursachten Beschleunigungs- oder Verzögerungskräften, oder von deren Abfolge während der Bewegungen beim Positionieren einschließlich der Windlasten bei der Montage
C9.3:	Kran während Montage, Demontage und Transport unter Berücksichtigung des Anstoßens von zusammengebauten oder demontierten Teilen
C10:	Kran in einer Notfallsituation durch unbeabsichtigten Verlust der Hublast
C11:	Kran bei ordnungsgemäßen Bedingungen für das freie Drehen außer Betrieb: sofern nicht die unterschiedlichen relevanten Bedingungen bei der Konstruktion des Krans entsprechend der Außer-Betrieb-Bedingungen berücksichtigt werden, muss das freie Drehen des Krans für die Windlast in Betrieb mit einem Sicherheitsbeiwert von 3 zwischen dem aus dem Wind resultierenden Moment und dem Widerstandsmoment der Drehreibung überprüft werden.

ANMERKUNG Lastkombinationen — zusätzliche Betrachtungen:

Die Analyse sollte die Situation berücksichtigen, bei der ein Kranelement einer maximalen sich daraus ergebenden Lasteinwirkung ausgesetzt wird, wenn ein oder mehrere Lastelement(e) ihren Mindestwert erreichen.

Beispiele für die Anwendung dieses Prinzips sind:

- Lastkombination, die die Masse der Hublast in Situationen einschließt, bei denen ein Kranelement einer extremen Lasteinwirkung ausgesetzt ist, wenn keine Last angehoben ist. Für den Nachweis eines derartigen Elements müssen die Lastkombinationen die angehobene Hublast als gleich Null berücksichtigen.

Üblicherweise kann das der Fall bei einigen Auslegerelementen eines Wippausleger-Krans in der Situation sein, wenn der Ausleger fast in einer vertikalen Position ist (d. h. Mindestauslegerradius), mit der maximalen Windgeschwindigkeit während des Betriebes, wobei der Wind von vorn auf den Ausleger wirkt (Lastkombination B1 und B3 in diesem besonderen Fall). Der Nachweis der Festigkeit zusammen mit der Standsicherheit des Auslegers gegenüber unkontrollierter Bewegung infolge von Windkräften dieser Auslegerelemente muss das aus der Windeinwirkung auf die Vorderseite des Auslegers entstandene Rückwärtsmoment, jegliche aus der Eigenlast des Auslegers entstandene Rückstellmomente und gegebenenfalls den Beitrag der Puffer, Federn usw., berücksichtigen.

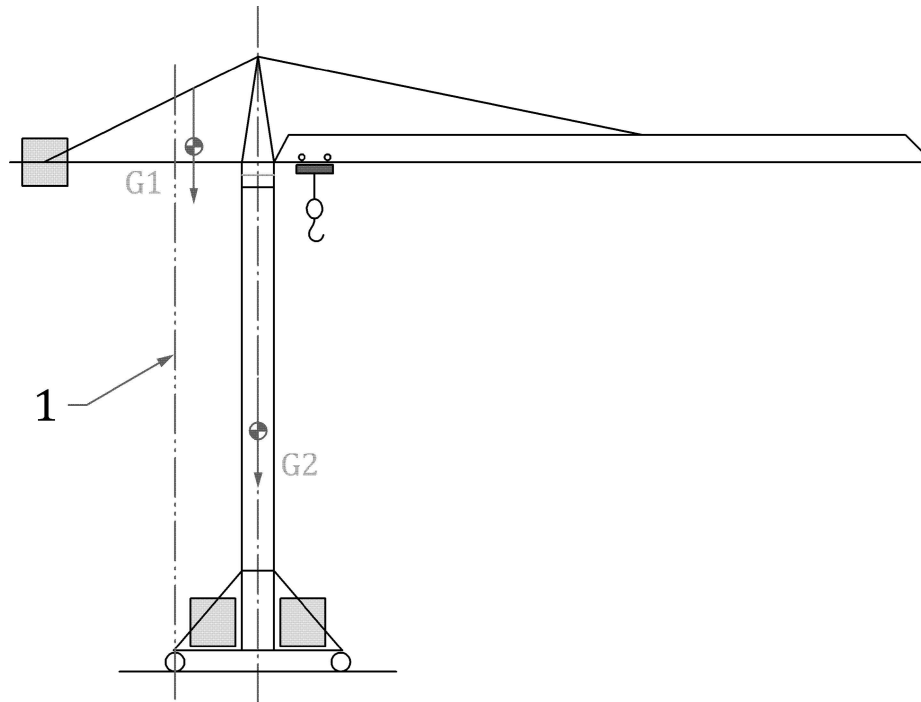
- Lastkombination, die die Windlast außer Betrieb in Situationen einschließt, bei denen ein Kranelement einer extremen Lasteinwirkung ausgesetzt ist, wenn die Windlast außer Betrieb gleich Null ist.

Üblicherweise kann das der Fall bei einigen Turmelementen (Turmabschnitten) eines Turmdrehkrans sein, wenn sich das durch das Eigengewicht ergebende Kranmoment größer ist als das sich gegenüber aus der Windeinwirkung ergebende Moment (d. h. eine typische Situation bei Turmdrehkränen mit geringer Höhe). Der Nachweis der Festigkeit zusammen mit der Standsicherheit des Krans gegenüber Kippen dieser Turmelemente muss die Lastkombination C2.1 mit Windlast außer Betrieb gleich Null berücksichtigen.

5.2.4.6 Lastkombinationen für den Nachweis der Standfestigkeit

Ein Turmdrehkran gilt als stabil, wenn das resultierende Moment unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte für alle beteiligten Lasten (nach Tabelle 5) größer oder gleich Null in Bezug auf die ungünstige Kippkante ist. Momente mit einem Kippeffekt bekommen ein negatives Vorzeichen.

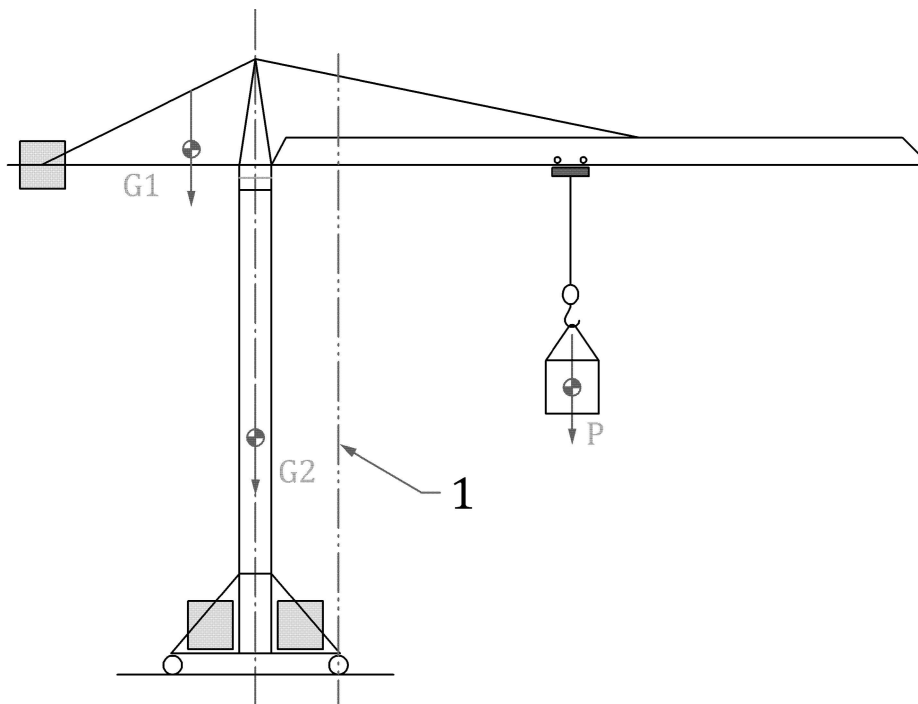
Die Massen von Tragwerksteilen müssen die geeigneten Teilsicherheitsbeiwerte erhalten, entweder haben sie eine günstige oder eine ungünstige Lasteinwirkung, dem gleichen Prinzip wie in 5.2.4.2 für den Nachweis der Festigkeit folgend, mit der Ausnahme, dass die Bezugsachse der Kippachse für den Nachweis der Standfestigkeit entspricht.



Legende

- G1 Masse und Massenschwerpunkt der sich drehenden Oberbauten
- G2 Masse und Massenschwerpunkt der stationären Unterbauten
- 1 Bezugsachse zu Bestimmung der Massenverteilungsklassen einer Komponente oder eines Teils für den Nachweis der Standfestigkeit

Bild 6 — Beispiel für die Bezugsachse bei Obendreher-Turmdrehkränen ohne Last



Legende

- G1 Masse und Massenschwerpunkt der sich drehenden Oberbauten
- G2 Masse und Massenschwerpunkt der stationären Unterbauten
- 1 Bezugsachse zu Bestimmung der Massenverteilungsklassen einer Komponente oder eines Teils für den Nachweis der Standfestigkeit
- P Masse der Hublast

Bild 7 — Beispiel für die Bezugsachse bei Obendreher-Turmdrehkränen mit Last

Bei Turmdrehkränen zu berücksichtigende Lastkombinationen sind in Tabelle 5 angegeben.

Bei allen diesen Lastkombinationen müssen die Dynamik-Beiwerte ϕ_1 auf $\phi_1 = 1,0$ festgelegt sein.

Die folgenden Anforderungen müssen bei Turmdrehkränen erfüllt sein, um die Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Standsicherheit anwenden zu können:

- i) Ein Nachweis muss vorhanden sein, dass der Untergrund zum Abstützen des Krans die Auflagerkräfte ohne erhebliche unbeabsichtigte Verschiebungen aufnehmen kann (siehe 5.2.6) oder deren Auswirkung auf die Standsicherheit muss berücksichtigt werden. Ein Wert von $L/500$ gilt als nicht signifikant und muss nicht berücksichtigt werden.
- ii) Eine zuverlässig Anzeige- und Begrenzungseinrichtung für die Last muss vorhanden sein, die den Kranführer vorwarnt und schließlich jede Bewegung unterbricht, die die Standsicherheit verringert.
- iii) Die relevanten Massen (z. B. oberes Drehteil eines Turmdrehkrans) und deren Massenschwerpunkte müssen mit einer Genauigkeit von $\pm 3 \%$ bestimmt werden.
- iv) Der Kran ist durch einen qualifizierten Kranführer zu bedienen, der mit dem Kran und dessen Anzeige- und Begrenzungseinrichtungen vertraut ist.