

DIN EN 14439

ICS 53.020.20

Entwurf

Einsprüche bis 2021-10-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14439:2010-03;
Ersatz für
E DIN EN 14439:2018-06

**Krane –
Turmdrehkrane;
Deutsche und Englische Fassung prEN 14439:2021**

Cranes –
Tower cranes;
German and English version prEN 14439:2021

Appareils de levage à charge suspendue –
Grues à tour;
Version allemande et anglaise prEN 14439:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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@vdma.org möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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 oder 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 218 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-22-10 AA "Lenkungsausschuss Krane und Hebezeuge" und NA 060-22-10-03 AK "Turmdrehkrane (SpA CEN/TC 147/WG 12 u. SpA ISO/TC 96/SC 7/WG 6)" 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.

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

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.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

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

- a) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert und insbesondere Normenreihe EN 13001 adaptiert;
- b) Abschnitt 4.2 „Konstruktionsanforderungen an das Tragwerk“ überarbeitet und dem Stand der Technik angepasst;
- c) Abschnitt 4.4.4. „Zugang“ grundlegend überarbeitet;
- d) Abschnitt 4.4.3.2.2 „Stromkreise und Steuerfunktionen“ aktualisiert durch Integration von Regeln für die Anwendung von EN ISO 13849-1;
- e) Anhang E (normativ): „Zusätzliche Anforderungen an Klettereinrichtungen“ aufgenommen;
- f) Anhang B (normativ) „Integration von mobilen Schnellmontage-Turmdrehkränen“.

Titel de: Krane — Turmdrehkrane

Titel en: Cranes — Tower cranes

Titel fr: Appareils de levage à charge suspendue — Grues à tour

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	9
4 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Konstruktionsanforderungen an das Tragwerk	12
4.2.1 Allgemeines	12
4.2.2 Klassifizierung von Kranbauteilen	12
4.2.3 Lasten	13
4.2.4 Lastkombinationen	23
4.2.5 Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Tragwerksbauteilen und Verbindungen	34
4.2.6 Lasten an der Tragkonstruktion des Krans	35
4.3 Konstruktionsanforderungen an die mechanische Ausrüstung	36
4.3.1 Allgemeines	36
4.3.2 Triebwerke	36
4.3.3 Seile	37
4.3.4 Laufräder	37
4.3.5 Drehkranz	37
4.3.6 Haken	37
4.3.7 Hydraulisches System	37
4.4 Konstruktionsanforderungen an die elektrische Ausrüstung und das Steuersystem	38
4.4.1 Allgemeines	38
4.4.2 Stellteile und Steuerstände	38
4.4.3 Begrenzer und Anzeigen	39
4.4.4 Beleuchtung	47
4.5 Konstruktionsanforderungen an Zugang und trennende Schutzeinrichtungen	47
4.5.1 Trennende Schutzeinrichtungen	47
4.5.2 Zugang	48
4.6 Weitere Konstruktionsanforderungen	61
4.6.1 Laufkatzen-Stoppvorrichtung	61
4.6.2 Sicherung von Kranbauteilen gegen Herabfallen	61
4.6.3 Schwenkvorrichtung bei Montage und Demontage	62
4.6.4 Lärminderung an der Lärmquelle in der Konstruktionsphase	62
5 Nachweis der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Nachweis der Schutzmaßnahmen	62
5.1 Allgemeines	62
5.2 Nachweisverfahren	62
5.3 Einsatztauglichkeit	64
5.4 Geräuschemessung	64
5.4.1 Emissions-Schallleistungspegel	64
5.4.2 Emissions-Schalldruckpegel am Steuerstand	64
6 Benutzerinformation	64
6.1 Allgemeines	64

6.2	Betriebsanleitung.....	65
6.2.1	Allgemeines	65
6.2.2	Spezifikation — Allgemeines	65
6.2.3	Anweisungen für den Auf- und Abbau	65
6.2.4	Angaben zur Geräuschemission.....	66
6.2.5	Anleitungen für den Betreiber	67
6.2.6	Wartungsanleitung	69
6.2.7	Anweisungen für Transport und Lagerung.....	69
6.2.8	Anweisungen für den Einbau einer Antikollisionseinrichtung oder einer Arbeitsbereichsbegrenzung	70
6.3	Kennzeichnung.....	70
6.3.1	Identifizierung.....	70
6.3.2	Warnungen und Informationen	71
	Anhang A (informativ) Liste der signifikanten Gefährdungen	72
	Anhang B (informativ) Zusätzliche und spezifische Anforderungen für mobile Schnellmontage- Turmdrehkrane	79
B.1	Allgemeines	79
B.2	Zusätzliche und spezifische Anforderungen und/oder Schutzmaßnahmen für mobile Schnellmontage-Turmdrehkrane.....	80
B.2.1	Klassifizierung.....	80
B.2.2	Konstruktionsanforderungen an das Tragwerk.....	80
B.2.3	Konstruktionsanforderungen an die mechanische Ausrüstung.....	80
B.2.4	Konstruktionsanforderungen an die elektrische Ausrüstung und das Steuersystem.....	81
B.2.5	Konstruktionsanforderungen an Zugang und trennende Schutzeinrichtungen	81
B.2.6	Weitere Konstruktionsanforderungen	81
B.3	Nachweis der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Nachweis der Schutzmaßnahmen	82
B.4	Benutzerinformation	83
	Anhang C (normativ) Nachweis der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Nachweis der Schutzmaßnahmen.....	84
C.1	Allgemeines	84
C.2	Funktionsprüfung ohne Last	84
C.3	Lastprüfungen	84
C.3.1	Allgemeines	84
C.3.2	Statische Prüfung.....	84
C.3.3	Dynamische Prüfung	85
C.4	Nachweis der Starrkörperfestigkeit.....	85
	Anhang D (normativ) Geräuschemessnorm	86
D.1	Allgemeines	86
D.2	A-bewerteter Schalleistungspegel	86
D.2.1	Montage der Ausrüstung	86
D.2.2	Prüfverfahren	87
D.3	A-bewerteter Emissions-Schalldruckpegel am Steuerstand	91
D.3.1	Allgemeines	91
D.3.2	Prüfverfahren, Montage- und Betriebsbedingungen während der Prüfung.....	91
D.3.3	Berechnung des Emissions-Schalldruckpegels	91
D.4	Angaben zur Geräuschemission.....	91
	Anhang E (normativ) Zusätzliche Anforderungen an Klettereinrichtungen.....	92
E.1	Allgemeines	92
E.2	Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen.....	92
E.2.1	Allgemeines	92
E.2.2	Konstruktionsanforderungen an das Tragwerk.....	92

E.2.3	Zusätzliche Konstruktionsanforderungen an die mechanische Ausrüstung — Hydraulikzylinder	94
E.2.4	Zusätzliche Konstruktionsanforderungen an die elektrische Ausrüstung und das Steuersystem	94
E.2.5	Zusätzliche Konstruktionsanforderungen an Zugang und trennende Schutzeinrichtungen	96
E.3	Nachweis der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Nachweis der Schutzmaßnahmen	96
E.3.1	Nachweisverfahren	96
E.3.2	Prüfungen der Einsatztauglichkeit	97
E.4	Benutzerinformation	98
E.4.1	Betriebsanleitung	98
E.4.2	Kennzeichnung	99
Anhang F (informativ)	Kennzeichnung — Beispiele für die Gestaltung	100
Anhang G (informativ)	Auswahl einer geeigneten Gruppe von Krannormen für eine bestimmte Anwendung	104
Annex ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2006/42/EG	106
Literaturhinweise		110

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14439:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane — Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

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

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation 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 „Turmdrehkrane“ hat eine Überarbeitung dieses Dokuments erarbeitet, die sich wie folgt von EN 14439:2006+A2:2009 unterscheidet:

- Integration und Regeln für die Anwendung der Normenreihe EN 13001;
- Überarbeitung von 4.2 „Zusätzliche Konstruktionsanforderungen an die Tragstruktur“;
- Überarbeitung von 4.4.4 „Zugang“;
- Integration und Regeln für die Anwendung von EN ISO 13849-1;
- Integration von mobilen Schnellmontage-Turmdrehkranen, einschließlich der Einführung eines neuen speziellen Anhangs B;
- Überarbeitung des Anhangs E „Zusätzliche Anforderungen an Klettereinrichtungen“.

Zur Auswahl einer geeigneten Reihe von Krannormen für eine bestimmte Anwendung siehe Anhang G.

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 geänderten Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entsprechen.

Diese Europäische Norm ist eine Typ C-Norm nach EN ISO 12100:2010.

Dieses Dokument ist insbesondere für die folgenden interessierten Kreise von Relevanz, die die Marktakteure im Hinblick auf die Sicherheit von Maschinen repräsentieren:

- Maschinenhersteller (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Gesundheits- und Sicherheitsinstitutionen (Regulierungsbehörden, Unfallverhütungsorganisationen, Marktaufsicht usw.).

Andere interessierte Kreise können durch das in diesem Dokument (durch die oben genannten interessierten Kreise) festgeschriebene Sicherheitsniveau betroffen sein. Es handelt sich dabei um:

- Maschinenanwender/Arbeitgeber (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Maschinenanwender/Arbeitnehmer (z. B. Gewerkschaften, Organisationen für Menschen mit besonderen Bedürfnissen);
- Dienstleistungsanbieter, z. B. für Instandhaltung (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- Verbraucher (falls die behandelten Maschinen für die Nutzung durch Verbraucher bestimmt sind).

Den oben genannten interessierten Kreisen wurde die Möglichkeit eingeräumt, sich an der Erarbeitung dieses Dokuments zu beteiligen.

Auf die betreffenden Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse wird im Anwendungsbereich dieses Dokumentes hingewiesen.

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 für Turmdrehkrane, die aus Teilen zusammengesetzt werden.

Dieses Dokument gilt für Turmdrehkrane für den Baubetrieb, die entweder aus Komponenten zusammengesetzt werden oder Schnellmontagekrane sind, einschließlich mobile Schnellmontage-Turmdrehkrane. Turmdrehkrane für den Baubetrieb sind ausschließlich mit einem Haken als Lastaufnahmemittel ausgestattet.

Anwendungen, bei denen der Kran mit einem Greifer ausgestattet ist oder bei denen ein plötzliches Freigeben der Last erfolgt, werden von diesem Dokument nicht abgedeckt. Dieses Dokument gilt nicht für Fahrzeugkrane, Hafenmobilkranen, Raupenkrane, Ausleger-Drehkrane, Brücken- und Portalkrane, Offshore-Krane, Schwimmkrane, Ladekrane, handbetriebene Krane oder Eisenbahnkrane.

Dieses Dokument behandelt Turmdrehkrane für den Betrieb bei Umgebungstemperaturen über –20 °C.

Dieses Dokument behandelt signifikante Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Ereignisse, die im Zusammenhang mit Turmdrehkranen auftreten, wenn diese bestimmungsgemäß und unter den vom Hersteller vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen verwendet werden. Dieses Dokument legt die angemessenen technischen Maßnahmen fest, mit denen die sich aus den signifikanten Gefährdungen ergebenden Risiken ausgeschaltet oder verringert werden können (siehe Anhang A).

Die in diesem Dokument behandelten signifikanten Gefährdungen sind in Anhang A angegeben.

Dieses Dokument behandelt Gefährdungen im Zusammenhang mit dem Anheben von Personen mit einer Klettereinrichtung für Turmdrehkrane, wie in 3.6, 3.7 und 3.8 definiert. Das Anheben von Personen durch den Turmdrehkran selbst ist nicht enthalten.

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 diesem Dokument nicht abgedeckt.

Zur besseren Lesbarkeit sind zusätzliche Anforderungen an Klettereinrichtungen in Anhang E dieses Dokuments aufgeführt. Zusätzliche und spezifische Anforderungen für mobile Schnellmontage-Turmdrehkrane sind in Anhang G dieses Dokuments aufgeführt.

Dieses Dokument ist nicht auf Turmdrehkrane und Klettereinrichtungen anzuwenden, die vor dem Datum der Veröffentlichung dieses Dokument durch CEN gefertigt worden sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 795:2012, *Persönliche Absturzausrüstung — Anschlagseinrichtungen*

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 für die Nutzung und Prüfung — Teil 1: Betriebsanleitungen*

prEN 13000:2020, *Krane — Fahrzeugkrane*

EN 13001-1:2015, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen*

EN 13001-2:2014, *Kransicherheit — Konstruktion allgemein — Teil 2: Lasteinwirkungen*

EN 13001-3-1:2012+A2:2018, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweise von Stahltragwerken*

EN 13001-3-3:2014, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-3: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Laufrad/Schiene-Kontakten*

EN 13001-3-4:2018, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-4: Grenzzustände und Sicherheitsnachweise für Maschinenbauteile — Lager*

EN 13001-3-5:2014, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-5: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von geschmiedeten Haken*

EN 13001-3-6:2018, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-6: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Maschinenbauteilen — Hydraulikzylinder*

EN 13135:2013+A1:2018, *Krane — Sicherheit — Konstruktion — Anforderungen an die Ausrüstungen*

EN 13557:2003+A2:2008, *Krane — Stellteile und Steuerstände*

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

EN 14502-2:2005+A1:2008, *Krane — Einrichtungen zum Heben von Personen — Teil 2: Höhenverstellbare Steuerstände*

EN 17076:2020, *Turmdrehkrane — Antikollisionssysteme — Sicherheitstechnische Anforderungen*

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

EN 61496 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen*

EN 62745:2017, *Sicherheit von Maschinen — Anforderungen für kabellose Steuerungen an Maschinen (IEC 62745)*

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

EN ISO 4413:2010, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile (ISO 4413:2010)*

EN ISO 4871:2009, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)*

EN ISO 7010:2020, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010:2019, korrigierte Version 2020-06)*

EN ISO 11201:2010, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten in einem im Wesentlichen freien Schallfeld über einer reflektierenden Ebene mit vernachlässigbaren Umgebungskorrekturen (ISO 11201:2010)*

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 11203:1995)*

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

EN ISO 13849-1:2015, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015)*

EN ISO 13856 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen*

EN ISO 13857:2019, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2019)*

EN ISO 14119:2013, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119:2013)*

EN ISO 14120:2015, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen (ISO 14120:2015)*

ISO 3864 (all parts), *Graphical symbols — Safety colours and safety signs*

ISO 4301-1:2016, *Cranes — Classification — Part 1: General*

ISO 4301-3:2021, *Cranes — Classification — Part 3: Tower cranes*

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

ISO 4306-3:2016, *Cranes — Vocabulary — Part 3: Tower cranes*

ISO 7296-3:2006, *Cranes — Graphical symbols — Part 3: Tower cranes*

ISO 7752-3:2013, *Cranes — Control layout and characteristics — Part 3: Tower cranes*

ISO 8566-3:2010, *Cranes — Cabins and control stations — Part 3: Tower cranes*

ISO 12488-1:2012, *Cranes — Tolerances for wheels and travel and traversing tracks — Part 1: General*

ISO 16625:2013, *Cranes and hoists — Selection of wire ropes, drums and sheaves*

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.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Tragfähigkeit

maximale Nutzlast, für die der Kran bei einem gegebenen Rüstzustand, einer gegebenen Ausladung und gegebenen Betriebsbedingungen konstruiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Tragfähigkeit setzt sich aus der Nutzlast zuzüglich der Masse des/der losen Lastaufnahmemittel(s) zusammen.

3.1.1

Standard-Lastdiagramm

Tragfähigkeit für einen gegebenen Rüstzustand des Krans unter üblichen Betriebsbedingungen, bei der alle Triebwerke mit maximaler Leistung und maximaler Windbelastung arbeiten, um die maximale dynamische Lastwirkung zu bestimmen

3.1.2

Spezial-Lastdiagramm

erhöhte Tragfähigkeit für einen gegebenen Rüstzustand des Krans unter besonderen Betriebsbedingungen, unter Berücksichtigung der reduzierten Leistung der Triebwerke und der reduzierten Windbelastung, wobei jedoch die gleiche dynamische Lasteinwirkung erreicht wird wie mit dem Standard-Lastdiagramm bei gleichem Rüstzustand des Krans

3.2

Turmdrehkran

kraftbetriebener Ausleger-Drehkran zum Anheben von Lasten, 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, 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

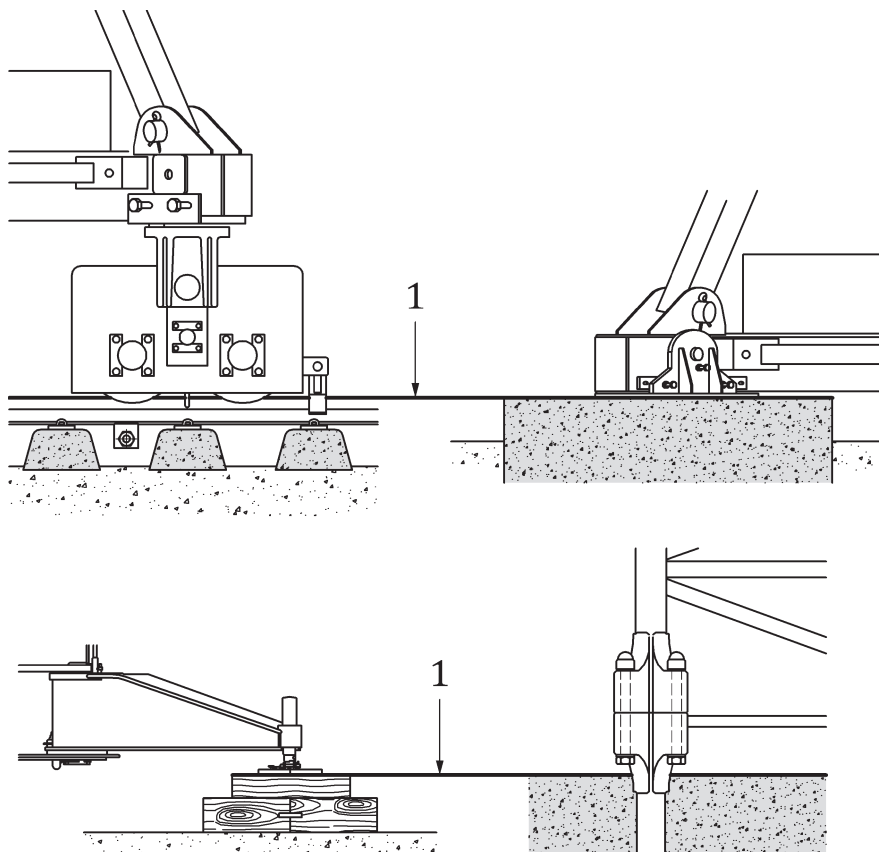
Schnellmontage-Turmdrehkran, der auf ein selbstfahrendes Fahrgestell montiert ist und im Vergleich zu den Turmdrehkranen nach 3.2.1 [aus Komponenten aufgebauter Turmdrehkran] und 3.2.2 [Schnellmontage-Turmdrehkran] für ein signifikant geringeres Lastspektrum ausgelegt ist

3.3

Untere Bezugsebene des Krans

Schnittstelle eines aufgebauten Turmdrehkrans mit Tragkonstruktion oder Fahrschiene (siehe Bild 1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die oberste Ebene eines Betonfundaments wird als untere Bezugsebene des Krans betrachtet.



Legende

1 untere Bezugsebene des Krans

Bild 1 — Untere Bezugsebene des Krans

3.4

Arbeitsbereichsbegrenzer

Gruppe von Komponenten, die in einen Kran eingebaut sind, und deren Zusammenwirken die Überwachung von ausschließlich gesperrten Bereichen ermöglicht

[EN 17076:2020, 3.7]

3.5

Antikollisionssystem

Netzwerk aus Antikollisionseinrichtungen, das die Überwachung von Interferenzbereichen und/oder gesperrten Bereichen ermöglicht, und in dem jede Antikollisionseinrichtung ein Eingabegerät für die anderen Antikollisionseinrichtungen innerhalb dieses Netzwerks darstellt

[EN 17076:2020, 3.5]

3.6

Klettereinrichtung

besondere Komponente, die zur Erhöhung oder Verringerung der Höhe unter dem Haken des Krans an einem aus Komponenten aufgebauten Turmdrehkran angebracht ist

3.6.1

externe Klettereinrichtung

Klettereinrichtung, bei der der Turm eines Krans durch die Verwendung eines Kletterrahmens mit Hubmechanismus durch Hinzufügen oder Entfernen von Turmstücken verlängert oder verkürzt wird

3.6.2

interne Klettereinrichtung

Klettereinrichtung, bei der die Höhe des Krans durch die Verwendung eines Hubmechanismus, welcher direkt auf den Baukörper wirkt, der den Kran trägt, vergrößert oder verringert wird

3.7

Ausgleichsmoment

Moment, bei dem der Gleichgewichtszustand der angehobenen Bauteile des Krans erreicht ist, bevor der Klettervorgang beginnt

3.8

Differenzmoment

Wert, um den das Ausgleichsmoment während des Klettervorgangs abweichen darf

4 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

4.1 Allgemeines

Turmdrehkrane und Klettereinrichtungen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen dieses Abschnittes entsprechen. Darüber hinaus müssen Turmdrehkrane und Klettereinrichtungen im Hinblick auf Gefährdungen, die relevant – aber nicht signifikant – sind und in diesem Dokument nicht behandelt werden, entsprechend den Leitsätzen von EN ISO 12100:2010 konstruiert sein.

Die Klassifizierung nach ISO 4301-3:2021 muss als minimale Auslegungsanforderung für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Turmdrehkranen, ihren Triebwerken und Komponenten verwendet werden.

4.2 Konstruktionsanforderungen an das Tragwerk

4.2.1 Allgemeines

Die Nachweisberechnung (Festigkeitsnachweis und Standsicherheitsnachweis) muss unter Verwendung der Normen EN 13001-1:2015, EN 13001-2:2014 und EN 13001-3-1:2012+A2:2018 mit den Anforderungen und Empfehlungen aus 4.2.1 bis 4.2.6 dieses Dokuments und entsprechend dem anerkannten Stand der Technik bei der Konstruktion von Turmdrehkranen erfolgen.

Die allgemeinen Berechnungsgrundlagen müssen EN 13001-1:2015 entsprechen. Die Berechnungen müssen auf der Annahme eines verformten Systems beruhen, das sich im Gleichgewichtszustand befindet (Theorie II. Ordnung).

4.2.2 Klassifizierung von Kranbauteilen

Die Klassifizierung von Kranbauteilen und der rechnerische Nachweis der Ermüdungsfestigkeit müssen nach EN 13001-1:2015 und EN 13001-3-1:2012+A2:2018 erfolgen. Aus den angegebenen U- und Q-Klassen sowie den mittleren Verschiebungen relevanter Kranbewegungen (Katzfahren, Schwenken) müssen die

Spannungsverlaufsparameter und damit die S-Klassen für verschiedene bauliche Einzelheiten berechnet werden.

Für Turmdrehkrane darf die S-Klasse für bauliche Einzelheiten nicht niedriger angesetzt werden als in ISO 4301-3:2021.

Alternativ darf bei besserer Kenntnis der Belastungsbedingungen der berücksichtigten Konstruktionsdetails auch ein spezifischer Spannungsverlaufsparameter s_m berechnet werden.

4.2.3 Lasten

4.2.3.1 Allgemeines

Für jede Auslegerlänge und jeden Rüstzustand des Turmdrehkrans wird vom Kranhersteller ein Standard-Lastdiagramm festgelegt. Dabei müssen alle während der Lebensdauer des Krans auftretenden Lasten berücksichtigt werden und ungünstige, aber realistische Betriebsbedingungen und Handlungsabläufe des Kranführers widerspiegeln (siehe Tabelle 1 und Tabelle 4).

Durch den Einsatz einer speicherprogrammierbaren Steuerung ist es möglich, dass für die gleiche Auslegerlänge und den gleichen Rüstzustand des Turmdrehkrans ein zusätzliches Spezial-Lastdiagramm durch den Kranhersteller bereitgestellt wird. Dabei müssen alle Lasten wie oben angegeben berücksichtigt werden. Es ist jedoch zulässig, eine Kranbewegung, z. B. das Fahren des Krans, die eine signifikante Lasteinwirkung hat, zu unterbinden oder Steuerparameter eines Krantriebwerks zu ändern, um Trägheitslasten zu reduzieren. Darüber hinaus ist es bei einem speziellen Lastdiagramm zulässig, die minimalen Windeinwirkungen während des Betriebs nach den Anforderungen in Tabelle 1 zu reduzieren.

Alle Lasten müssen als regelmäßige Lasten (für Lastkombinationen A), gelegentliche Lasten (für Lastkombinationen B) und außergewöhnliche Lasten (für Lastkombinationen C) nach EN 13001-2:2014, 4.2 definiert und klassifiziert werden.

4.2.3.2 Lasten und dynamische Beiwerte ϕ_i

Tabelle 1 enthält Lasten, die im Allgemeinen für Turmdrehkrane relevant sind sowie einen Leitfaden für geeignete dynamische Beiwerte. Alle dynamischen Beiwerte ϕ_i müssen entsprechend der EN 13001-2:2014 berücksichtigt werden.

Alternativ dürfen auch andere dynamische Beiwerte verwendet werden, wenn diese durch eine anerkannte theoretische Analyse oder einen Praxistest ermittelt wurden.

Im Falle eines Turmdrehkrans, der für eine spezielle Verwendung und/oder mit speziellen Anforderungen konstruiert wurde, müssen zusätzliche Lasten und relevante dynamische Beiwerte berücksichtigt und nach EN 13001-2:2014, 4.2 und 4.3 definiert werden

Tabelle 1 — Lasten und Leitfaden zu dynamischen Beiwerten ϕ_i für Turmdrehkrane

Zeilen- nummer i	Last	Dynami- scher Beiwert ϕ_i	Definitionen von und Leitfaden zu dynamischen Beiwerten ϕ_i und Lastbestimmung
1	Beschleunigung aus Anheben und Gravitation, auf die Masse des Krans wirkend	ϕ_1	Der für Turmdrehkrane definierte Wert δ ist: $\delta = 0,05$
2	Trägheits- und Schwerkrafteffekte beim Heben einer unbehinderten Last vom Boden	ϕ_2	Die Hubklasse HC1 ist typisch für Turmdrehkrane und muss verwendet werden, außer in Fällen mit ungewöhnlich steifer Struktur. Für die Lastkombinationen A1 und B1: $\phi_{2,max} = 1,3$ Für Lastkombination C1: ϕ_2 ohne Beschränkung Aufgrund der Beschaffenheit von Turmdrehkranen dürfen nur die Klassen der Hubwerkstypen HD1 oder HD4 verwendet werden. Die Klassen HD2, HD3 und HD5 dürfen nicht verwendet werden, es sei denn, alle Anforderungen von EN 13001-2 werden erfüllt.
3	Trägheits- und Gravitationseinwirkungen beim plötzlichen Loslassen eines Teils der Hublast	ϕ_3	Gilt nicht für Turmdrehkrane
4	Lasten aus Fahren über Unebenheiten	ϕ_4	Die Schienentoleranzen eines Turmdrehkranes müssen ISO 12488-1:2012 — Class 2 entsprechen. Bei dieser Bedingung muss diese Lasteinwirkung nicht berücksichtigt werden. ANMERKUNG Siehe auch 6.2.5.
5	Lasten aus der Beschleunigung aller Kranantriebe	ϕ_5	Übliche Werte des dynamischen Koeffizienten ϕ_5 für Turmdrehkrane sind: $\phi_5 = 1,0$ für Fliehkräfte; $\phi_5 = 1,5$ für Antriebskräfte für alle typischen Antriebe von Turmdrehkranen (ohne Spiel oder für den Fall, dass vorhandenes Spiel keinen Einfluss auf die dynamischen Kräfte hat und mit sanfter Änderung der Kräfte);
6	Lasten aus Weggrößen	-	Die Montagetoleranzen für die Tragkonstruktion eines Turmdrehkrans müssen den Anforderungen nach 4.2.4.6 i) entsprechen. Bei dieser Bedingung muss diese Lasteinwirkung nicht berücksichtigt werden. Bei abweichenden Bedingungen muss die Lasteinwirkung nach EN 13001 berücksichtigt werden.

Zeilen- nummer i	Last	Dynami- scher Beiwert ϕ_i	Definitionen von und Leitfaden zu dynamischen Beiwerten ϕ_i und Lastbestimmung
7	Lasten aus Wind in Betrieb	-	Die minimale Windstärke im Betrieb, die für ein Standard-Lastdiagramm berücksichtigt werden muss, ist Zustand 2 (normale Winde). Der zu berücksichtigende Winddruck ist $q_{(3)} = 250 \text{ N/m}^2$ (Windgeschwindigkeit $v_{(3)} = 20 \text{ m/s}$). Die minimale Windstärke im Betrieb, die für ein Standard-Lastdiagramm berücksichtigt werden muss, ist Zustand 1 (leichte Winde). Der zu berücksichtigende Winddruck ist $q_{(3)} = 125 \text{ N/m}^2$ (Windgeschwindigkeit $v_{(3)} = 14,1 \text{ m/s}$).
8	Lasten aufgrund von Schnee und Eis	-	Diese Last muss nur auf besondere Anfrage eines Anwenders oder aufgrund örtlicher Vorschriften berücksichtigt werden.
9	Lasten aus Temperaturschwankungen	-	Gilt nicht für Turmdrehkrane.
10	Lasten aus Schräglauf	-	Schräglaufräfte sind unbedeutend und müssen nicht berücksichtigt werden, wenn das Führungsverhältnis, d. h. Abstand zwischen den Führungsmitteln geteilt durch die Spannweite des Fahrgestells, 1 oder größer ist. Bei abweichenden Bedingungen muss die Lasteinwirkung nach EN 13001 berücksichtigt werden.
11	Lasten aus dem Anheben einer Last vom Boden mit maximaler Hubgeschwindigkeit	ϕ_2	Siehe Zeilennummer 2 dieser Tabelle.
12	Lasten aus Wind außerhalb des Betriebs	-	Siehe 4.2.3.3
13	Prüflasten	ϕ_6	Nach EN 13001-2:2014 und Anhang C dieses Dokuments. Der minimal zu berücksichtigende Winddruck für die Prüflasten beträgt $q_{(3)} = 40 \text{ N/m}^2$ (Windgeschwindigkeit $v_{(3)} = 8 \text{ m/s}$)
14	Lasten aus Pufferstoß	ϕ_7	Auf einen Nachweis des Energieaufnahmevermögens der Puffer und der Auswirkungen der Pufferkräfte auf das Tragwerk darf verzichtet werden, wenn zusätzlich zu den Pufferanschlügen nach 4.4.3.2.4 Endschalter eingebaut sind. Bei abweichenden Bedingungen muss die Lasteinwirkung nach EN 13001 berücksichtigt werden.
15	Lasten aus Kippkräften	-	Gilt nicht für Turmdrehkrane.

Zeilen-nummer i	Last	Dynami-scher Beiwert ϕ_i	Definitionen von und Leitfaden zu dynamischen Beiwerten ϕ_i und Lastbestimmung
16	Lasten aus Not-Halt	-	Diese Last kann durch Berechnung auf Basis einer Analyse des dynamischen Modells oder durch einen Praxistest ermittelt werden.
17	Lasten aus erwartetem Triebwerks- oder Komponentenversagen	-	Gilt nicht für Turmdrehkrane.
18	Lasten aus externer Schwingungsanregung des Kranfundaments	-	Muss nur auf besondere Anfrage eines Anwenders oder aufgrund örtlicher Vorschriften berücksichtigt werden.
19	Lasten aus Montage, Demontage und Transport	-	Siehe 4.2.3.4.
20	Lasten auf Aufstiegen und Begehungen	-	Siehe 4.2.3.5.
21	Lasten aus Not-Aus durch Tragfähigkeitsbegrenzer	ϕ_L , ϕ_{ML}	Gilt nicht für Turmdrehkrane, da bereits durch die Not-Halt-Situation abgedeckt.
22	Lasten aus unbeabsichtigtem Verlust der Hublast	ϕ_9	Siehe 4.2.3.6.

4.2.3.3 Lasten aus Wind außerhalb des Betriebs

4.2.3.3.1 Allgemeines

Turmdrehkrane werden typischerweise so ausgelegt, dass sie im außer Betrieb befindlichen Zustand frei schwenken können und dabei ein gutes Verhalten gegenüber Witterungseinflüssen aufweisen.

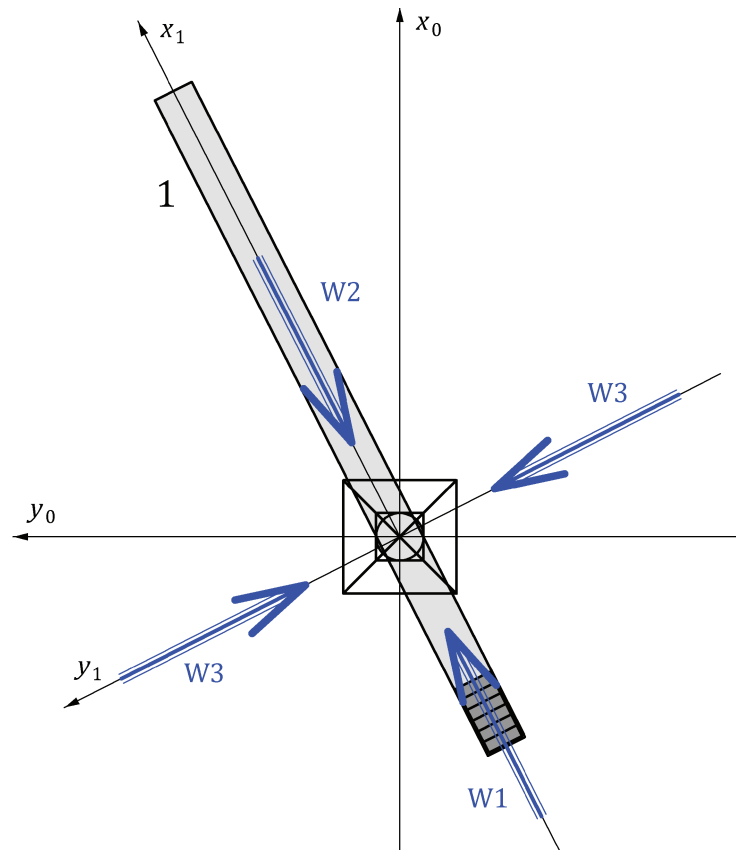
Um dennoch ein verzögertes Schwenken der Krane in die vorherrschende Windrichtung abzudecken oder allgemein zur Berücksichtigung besonders stürmischer Baustellen müssen spezifische zusätzliche Sicherheitslastfälle im Zustand „Kran außer Betrieb“ berücksichtigt werden. Diese zusätzlichen empirischen Lastfälle beziehen sich in erster Linie auf eine Erweiterung des Nachweises der Starrkörperfestigkeit. Um jedoch keine Lücke im Nachweis zu erzeugen, müssen zumindest die Unterkonstruktion und der Kranturm durch einen Festigkeitsnachweis hinsichtlich dieser Lasteinwirkungen verifiziert werden.

Daher werden die Windlasten durch den Wind außerhalb des Betriebs für Turmdrehkrane in drei verschiedene Windlastannahmen aufgeteilt (siehe Bild 2), abhängig von der auf den Kran einwirkenden Windrichtung, mit der Anforderung eines frei schwenkbaren Oberwerks. Diese Lasten werden in drei Lastkombinationen umgerechnet: C2.1, C2.2 und C2.3 entsprechend Tabelle 4 und Tabelle 5 dieses Dokuments.

Der Standsicherheitsnachweis und der Festigkeitsnachweis müssen mit den folgenden Lastkombinationen durchgeführt werden:

- C2.1: Kran im außer Betrieb befindlichen Zustand, unter Berücksichtigung des Windes von hinten im außer Betrieb befindlichen Zustand,
- C2.2: Kran im außer Betrieb befindlichen Zustand, unter Berücksichtigung des Windes von vorne im außer Betrieb befindlichen Zustand, und

— C2.3: Kran im außer Betrieb befindlichen Zustand, unter Berücksichtigung des Windes von der Seite.



Legende

- (x0,y0) Koordinatensystem, das in einer horizontalen Ebene auf Bodenhöhe definiert ist, verbunden mit dem stationären Teil des Krans; x0 wird üblicherweise parallel zur ungünstigsten Kippachse (Index 0) definiert
- (x1,y1) Koordinatensystem, das in einer horizontalen Ebene in Höhe des Drehkranzes definiert ist und mit dem drehenden Teil des Krans verbunden ist; x1 wird üblicherweise parallel zur Auslegerachse des Krans definiert (Index 1)
- 1 Auslegerrichtung
- W1 Wind von hinten
- W2 Wind von vorn
- W3 Wind von der Seite

Bild 2 — Bild zur Darstellung der Windrichtungen „Wind von hinten“, „Wind von vorn“ und „Wind von der Seite“

Die Lastkombinationen C2.2 und C2.3 sind für Schnellmontage-Turmdrehkrane ohne Gegenausleger in Höhe des Auslegers nicht erforderlich.

Ist der Turmdrehkran außerhalb des Betriebes nicht frei schwenkbar, muss die Windlasteinwirkung „Wind von hinten“ nach 4.2.3.3.2 von allen Seiten angewendet werden. Die in 4.2.3.3.3 und 4.2.3.3.4 angegebenen zusätzlichen Windlasten können in diesem Fall vernachlässigt werden.

4.2.3.3.2 Lasten aus Wind von hinten außerhalb des Betriebs

Die auf ein Turmdrehkranbauteil oder auf die am Kran verbleibende Hublast wirkende Windlast von hinten außer Betrieb wird nach der folgenden Gleichung (1) berechnet:

$$F = k_s \times q(z) \times c \times A \quad (1)$$

Dabei ist

F die in EN 13001-2:2014, 4.2.4.2 definierte Windlast;

k_s der strukturelle Faktor:

Aufgrund der Größe und der Struktur von Turmdrehkränen berücksichtigt der strukturelle Faktor k_s die Einflüsse auf die Windeinwirkung durch das nicht gleichzeitige Auftreten von Spitzenwinddrücken auf der Oberfläche.

k_s ist für Turmdrehkrane auf 0,95 festgelegt;

k_s darf nur bei der Lastkombination C2.1 verwendet werden;

$q(z)$ ist der in EN 13001-2:2014, 4.2.4.2 definierte Winddruck;

c ist der in EN 13001-2:2014, 4.2.4.2 definierte aerodynamische Koeffizient;

A ist die in EN 13001-2:2014, 4.2.4.2 definierte charakteristische Fläche.

Für Standardanwendungen müssen die Referenzwindgeschwindigkeit und das Wiederholungsintervall den folgenden Mindestanforderungen entsprechen:

Referenzwindgeschwindigkeit $v_{ref} = 28 \text{ m/s}$ (Referenzwindgeschwindigkeit für Region „C“);

Wiederholungsintervall $R = 25 \text{ Jahre.}$

Höhere Referenzwindgeschwindigkeiten und Wiederholungsintervalle müssen abhängig von den örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt werden.

Für besondere Anwendungen oder Baustellenbedingungen (spezielle Krane wie sehr hohe Krane, an ein Gebäude gebundene Krane, Baustellen mit besonderen Windeinflüssen usw.) können andere Parameter als die oben aufgeführten verwendet werden, die auf präziseren Verfahren zur Bewertung der Windlast basieren.

4.2.3.3.3 Lasten aus Wind von vorn außerhalb des Betriebs

Die Lasteinwirkung Wind von vorn außerhalb des Betriebs ist überwiegend ein zusätzlicher Standfestigkeitslastfall wie in 4.2.3.3.1 beschrieben und muss nach folgender Definition (Gleichung (2)) berücksichtigt werden:

$$F = q_{(3)} \times c \times A \quad (2)$$

Dabei ist

F die berechnete Windlast;

$q_{(3)}$ ein empirisch definierter Böenwinddruck mit 710 N/m^2 ;

Dieser Winddruck muss über die Höhe des Krans konstant anliegen;

$c \times A$ die effektive aerodynamische Fläche ($c \times A$) für einen sich von vorn nähernden Luftstrom. Vereinfacht kann die effektive Windfläche für einen Luftstrom von hinten, wie in 4.2.3.3.2 berechnet, auch für diese Lasteinwirkung verwendet werden.

4.2.3.3.4 Lasten aus Wind von der Seite außerhalb des Betriebs

Die Lasteinwirkung Wind von der Seite außerhalb des Betriebs ist überwiegend ein zusätzlicher Standfestigkeitslastfall wie in 4.2.3.3.1 beschrieben und muss nach folgender Definition (Gleichung (3)) berücksichtigt werden:

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

Dabei ist

F die berechnete Windlast;

$q_{(3)}$ ein empirisch definierter Böenwinddruck mit 425 N/m^2 ;

Dieser Winddruck muss über die Höhe des Krans konstant anliegen;

$c \times A$ die effektive aerodynamische Fläche ($c \times A$) für einen Luftstrom, der sich dem rotierenden Oberkran senkrecht (zur Auslegerachse) von der Seite annähert. Sie muss nach EN 13001-2:2014, 4.2.4.2 berechnet werden.

4.2.3.4 Lasten aus Montage, Demontage und Transport

Lasten, die durch die Montage, Demontage und den Transport entstehen, müssen in Übereinstimmung mit EN 13001-2:2014, 4.2.4.12, berücksichtigt werden. Entsprechend werden diese Lasten grundsätzlich als außergewöhnliche Last (Lastkombination Typ C) eingestuft.

In einigen Fällen könnte eine Einstufung dieser Lasten als nicht regelmäßige oder regelmäßige Lasten erforderlich werden. Für diese Auslegungs- und Sicherheitslastfälle müssen dann die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte verwendet werden.

Bei der Montage, Demontage und beim Transport von Turmdrehkränen müssen verschiedene Arten von Lasten berücksichtigt werden:

— Gewichtskräfte

Gewichtskräfte müssen ggf. nach Tabelle 1, Zeilennummer 1 berücksichtigt werden.

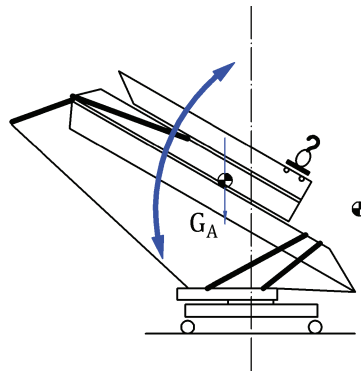
— Massenkkräfte beim Aufprall einer Hublast

Beim Anheben einer unbehinderten Last vom Boden muss die Masse der Hublast mit dem Koeffizienten ϕ_2 nach Tabelle 1, Zeilennummer 2 multipliziert werden, sofern anwendbar. Die Charakteristik des Hubwerks muss berücksichtigt werden.

— Massenkräfte aufgrund von Beschleunigungen durch Antriebe

Für Lasten, die durch antriebsbedingte Beschleunigungen oder Verzögerungen in einen Kran eingeleitet werden (siehe Bild 3), muss gegebenenfalls der Beiwert ϕ_5 nach Tabelle 1, Zeilennummer 5 berücksichtigt werden. Die Lasteinwirkung dieser Massenkräfte darf nicht weniger als 10 % der Gewichtskraft in Richtung der eigentlichen Bewegung betragen.

Für einen typischen Selbstmontage-Turmdrehkran bezieht dies sich auf den gesamten Aus- und Einklappvorgang durch eigene Antriebe.



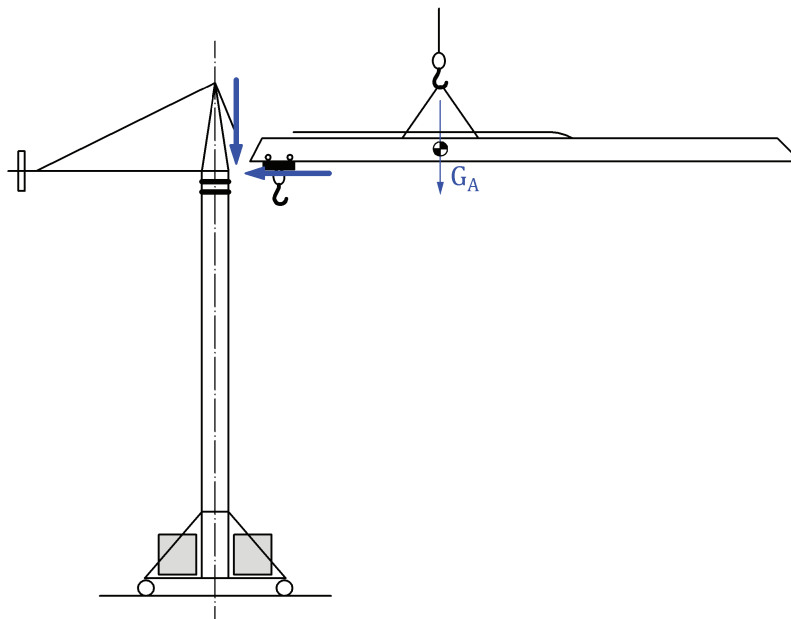
Legende

G_A Masse eines Kranteils, die durch Beschleunigungen oder Abbremsungen des Montageantriebs Massenkräfte erzeugt

Bild 3 — Skizze zur Veranschaulichung von Massenkräften aufgrund von Beschleunigungen durch Antriebe

— Massenkräfte durch Einwirkungen von montierten oder demontierten Teilen

Bei Lasten, die durch Einwirkungen von montierten Teilen in einen Kran eingeleitet werden (siehe Bild 4), ist eine vertikale oder horizontale Kraft von 10 % des Gewichts des montierten oder demontierten Teils so aufzubringen, dass die ungünstigste Lastwirkung erreicht wird.



Legende

G_A Masse eines Kranteils bei der Montage oder Demontage, die eine horizontale oder vertikale Stoßkraft erzeugt

Bild 4 — Skizze zur Veranschaulichung der Massenkräfte durch Einwirkungen von montierten oder demontierten Teilen

— Windkräfte

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

Zusätzliche Anforderungen bezüglich der Lastfälle bei der Montage von Klettereinrichtungen sind in Anhang E aufgeführt.

4.2.3.5 Lasten auf Aufstiegen und Begehungen

Die Lasten auf den Aufstiegen und Begehungen müssen den in Tabelle 2 angegebenen Anforderungen entsprechen.

Lasten auf Aufstiegen und Begehungen müssen als lokale Lasten betrachtet werden, die nur auf die Komponenten selbst und ihre direkte Stützstruktur wirken.

Tabelle 2 — Lasten auf Aufstiegen und Begehungen

Komponente	Beschreibung	q_k	Q_k
Arbeitsbühnen	Wo Teile oder Objekte vorübergehend abgelegt werden können.	2,0 kN/m ²	3,0 kN
Ruheplattformen und Laufstege	Für den ausschließlichen Gebrauch durch Personen.	1,0 kN/m ²	1,5 kN
Treppen		1,3 kN/m ²	2,0 kN
Leitern		0,6 kN/m	1,5 kN

Komponente	Beschreibung	q_k	Q_k
Rückenschutz	Last, die als vertikale Last auf jeden Ring wirkt, wenn sich die Leiter in der Installationsposition befindet. (Sicherheitslastfall)	-	1,0 kN
Geländer	Last, die als horizontale Last in Höhe des Handlaufs anliegt.	0,3 kN/m	0,5 kN
Führerhaus	Typische Größe mit einer Kapazität von bis zu drei Personen, die sich im Führerhaus aufhalten.	2,0 kN/m ²	3,0 kN
Laufkatzkorb	Typische Größe mit einer Kapazität von einer Person, die sich im Korb aufhält.	-	1,5 kN
Abspannpunkte	Last, die in die Richtung wirkt, in der die Kraft aufgrund der dynamischen Belastung durch eine Person wirken kann.	-	8,0 kN
Anschlag-einrichtung (Abspannung)	Last auf die Anschlageinrichtung eines Führungsseils bei dynamischer Belastung durch eine Person.	-	12,0 kN

Alle Lasten, mit Ausnahme der Lasten auf Geländer, Abspannpunkte und Anschlageinrichtungen, müssen vertikal aufgebracht werden. Lasten auf Geländer müssen horizontal in Höhe des Handlaufs aufgebracht werden. Lasten auf Abspannpunkte oder Anschlageinrichtungen müssen in der Richtung aufgebracht werden, in der die Kraft aufgrund der dynamischen Belastung durch eine Person wirken kann.

Ist ein Nachweis der örtlichen Mindesttragfähigkeit erforderlich, z. B. für Komponenten ohne ausreichende Lastverteilung, so muss der Festigkeitsnachweis mit den charakteristischen Werten der Einzellast Q_k nach obiger Tabelle ohne Überlagerung der Flächen- oder Linienlast q_k erbracht werden. Die Kontaktfläche für Q_k besteht aus einem Quadrat mit einer Seitenlänge von 0,2 m.

Ist bei Montage- oder Instandhaltungsarbeiten mit übermäßigen Einzellasten zu rechnen, so muss in diesem Fall die Einzellast gesondert ermittelt und zusammen mit den gleichmäßig dezentralen Nennflächenlasten beim Festigkeitsnachweis berücksichtigt werden.

Die oben genannten Lasten sind als reguläre Lasten zu betrachten. Es müssen die Sicherheitsbeiwerte der Lastkombination A sowie die Lastkombinationen nach dem dafür angegebenen Modell verwendet werden. Windlasten müssen üblicherweise nicht berücksichtigt werden.

Diese Werte sind Mindestwerte; sind höhere Lasten zu erwarten, so müssen diese höheren Lasten verwendet werden.

4.2.3.6 Lasten aus unbeabsichtigtem Verlust der Hublast

Bei Turmdrehkränen bezieht sich dieser Lastfall auf den Bruch des Hubseils oder das unbeabsichtigte Herabfallen der Hublast.

Für den Nachweis der Festigkeit und den Nachweis der Starrkörperfestigkeit muss $\phi_9 = -0,3$ verwendet werden. Alternativ kann der dynamische Beiwert ϕ_9 durch eine Berechnung an einer dynamischen Modellanalyse oder durch einen Praxistest bewertet werden.

4.2.4 Lastkombinationen

4.2.4.1 Allgemeines

Die Nachweisberechnung muss im Allgemeinen auf der „Methode der Grenzzustände“ nach EN 13001-2:2014 beruhen, die die Multiplikation der ausgewählten Lasten einer Lastkombination mit Teilsicherheitsbeiwerten γ_p erfordert.

Für Teile eines Turmdrehkrans mit einem linearen Zusammenhang zwischen Lasten und Lasteinwirkungen (Querschnittslasten) darf alternativ die „Methode der zulässigen Spannungen“ mit dem vorgegebenen Gesamtsicherheitsfaktor γ_f verwendet werden.

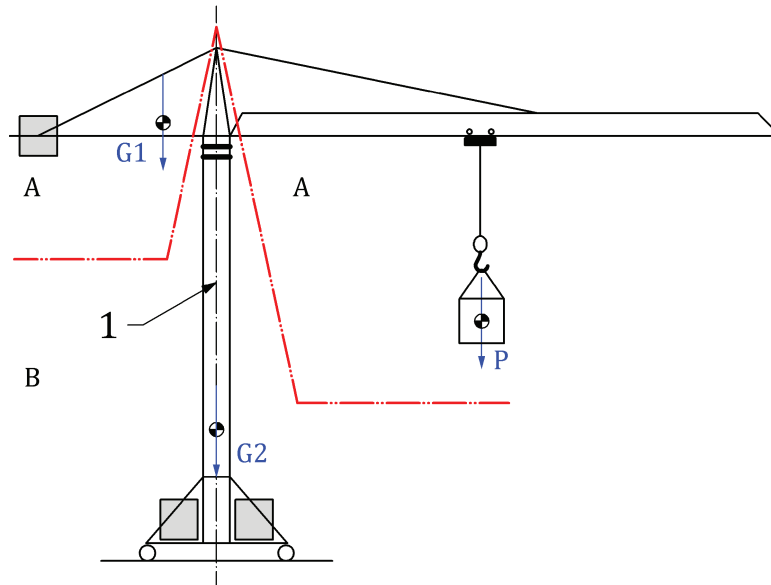
Um die maximale Lasteinwirkung einer Lastkombination am betrachteten Punkt zu erreichen, ist es erforderlich, die beteiligten Lasteinwirkungen in den Grenzen ihres möglichen Auftretens zu vertauschen. Dabei kann es erforderlich sein, dass einige Lasten mit ihrem Minimalwert berücksichtigt oder auf Null gesetzt werden.

4.2.4.2 Günstige und ungünstige Massen

Bei der Berechnung der Gravitationslasten für einen bestimmten Rüstzustand eines Krans und eine bestimmte Lastkombination nach 4.2.4.5 und 4.2.4.6 kann die gleiche Masse bei einigen Rüstzuständen günstig und bei anderen ungünstig sein.

Bei Turmdrehkranen kann die Schwenkachse als Bezugsachse definiert werden, um die Wirkung der Massenlasteinwirkung beim Festigkeitsnachweis zu ermitteln. Die Auswertung erfolgt im unverformten Zustand mit Lasten, die nicht mit einem Beiwert belegt sind. Komponenten, deren Schwerpunkt auf der Bezugsachse liegt (z. B. Turmteil von Obendreher-Turmdrehkranen), müssen als ungünstig betrachtet werden.

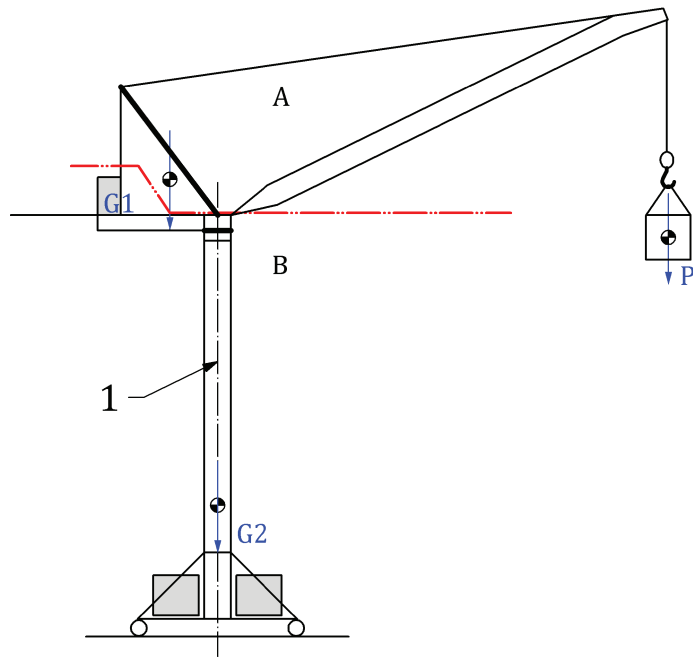
Die folgenden Bilder 5 bis 7 zeigen die Bezugsachse und die Zuordnung der verschiedenen Teile des Krans hinsichtlich des Verhaltens ihrer Massen. Es wird angenommen, dass alle Teile oberhalb der gestrichelten Linie immer einen ungünstigen Einfluss auf die Last haben und alle Teile unterhalb entweder einen ungünstigen oder einen günstigen Einfluss auf die Last am betrachteten Punkt haben.



Legende

- A Krankkomponenten oder -teile, die bei allen Lastkombinationen immer einen ungünstigen Einfluss auf die Last am betrachteten Punkt haben
- B Krankkomponenten oder -teile, die je nach Lastkombination einen ungünstigen oder günstigen Einfluss auf die Last am betrachteten Punkt haben können
- G1 Masse und Schwerpunkt des rotierenden Oberwerks
- G2 Masse und Schwerpunkt des stationären Unterwerks
- P Masse der Hublast
- 1 Bezugsachse zur Ermittlung der Lasteinwirkungen von Massen für den Festigkeitsnachweis

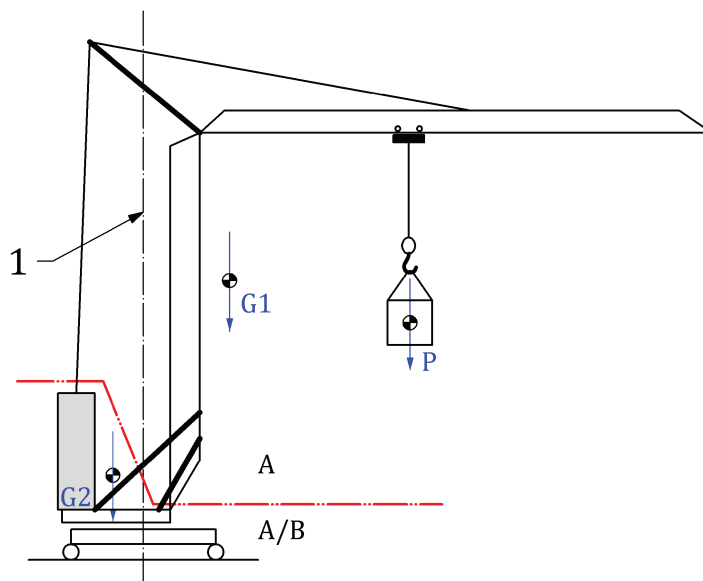
Bild 5 — Skizze zur Veranschaulichung der günstigen und ungünstigen Massen eines Laufkatzausleger-Turmdrehkrans (Obendreher-Laufkatze-Turmdrehkran mit gelenkig verbundenem Gegenausleger und starr verbundener Turmspitze)



Legende

- A Krankomponenten oder -teile, die bei allen Lastkombinationen immer einen ungünstigen Einfluss auf die Last am betrachteten Punkt haben
- B Krankomponenten oder -teile, die je nach Lastkombination einen ungünstigen oder günstigen Einfluss auf die Last am betrachteten Punkt haben können
- G1 Masse und Schwerpunkt des rotierenden Oberwerks
- G2 Masse und Schwerpunkt des stationären Unterwerks
- P Masse der Hublast
- 1 Bezugsachse zur Ermittlung der Lasteinwirkungen von Massen für den Standsicherheitsnachweis

Bild 6 — Skizze zur Veranschaulichung der günstigen und ungünstigen Massen eines Wippausleger-Turmdrehkrans (Obendreher-Wippausleger-Turmdrehkran mit gelenkig verbundenem Gegenausleger und gelenkig verbundenem A-Rahmen)



Legende

- A Krankomponenten oder -teile, die bei allen Lastkombinationen immer einen ungünstigen Einfluss auf die Last am betrachteten Punkt haben
- B Krankomponenten oder -teile, die je nach Lastkombination einen ungünstigen oder günstigen Einfluss auf die Last am betrachteten Punkt haben können
- P Masse der Hublast
- 1 Bezugsachse zur Ermittlung der Lasteinwirkungen von Massen für den Festigkeitsnachweis
- G1 Masse und Schwerpunkt von Ausleger und Turm einschließlich Aufhängesystem
- G2 Masse und Schwerpunkt des Schwenktisches einschließlich Gegenballast und Fahrgestell

Bild 7 — Skizze zur Veranschaulichung der günstigen und ungünstigen Massen eines Schnellmontage-Turmdrehkrans (Untendreher-Schnellmontage-Turmdrehkran)

Der Schwenktisch und das Fahrgestell von Schnellmontage-Turmdrehkränen (siehe Bild 7) sind als Komponenten zu betrachten, die ungünstigen und günstigen Lasteinwirkungen unterliegen, wenn der kombinierte Schwerpunkt aller Teile oberhalb des Drehkranzes hinter die Schwenkachse verlagert wird.

Die Einstufung eines Kranteils als nur ungünstige Massenlasteinwirkung impliziert nicht automatisch einen linearen Zusammenhang zwischen Lasten und Lasteinwirkungen (Querschnittslasten). In vielen Fällen müssen einige Teile (z. B. der Ausleger eines Wippauslegerkrans oder der Turm eines Schnellmontage-Turmdrehkrans) üblicherweise mit der „Methode der Grenzzustände“ unter Berücksichtigung des verformten Systems im Gleichgewichtszustand (Theorie II. Ordnung) berechnet werden.

4.2.4.3 Teilsicherheitsbeiwerte für die Massen des Krans

Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_p müssen aus Tabelle 3 gewählt werden, je nachdem, nach welchem Verfahren die Massen der Kranteile ermittelt werden und ob sie die Lastwirkung am betrachteten Punkt ungünstig oder günstig beeinflussen, siehe 4.2.4.2.

Einem Teil eines Turmdrehkrans, z. B. dem schwenkbaren Oberwagen eines Turmdrehkrans, der sowohl günstige als auch ungünstige wirkende Massen aufweist, darf in jeder Lastkombination nur ein Teilsicherheitsbeiwert in Abhängigkeit des Schwerpunkts dieses Teils zugewiesen werden.

Die in Tabelle 3 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte dürfen nur angewendet werden, wenn das Verhältnis zwischen der Summe der Lasteinwirkung durch günstige Massen der Kranteile und der Summe der Lasteinwirkung durch ungünstige Massen der Kranteile zusammen mit der Lasteinwirkung kleiner als 0,6 ist (siehe Gleichung (4)). Diese Lasten müssen ohne Anwendung eines Verstärkungsfaktors (Teilsicherheitsfaktor oder dynamischer Koeffizient) verwendet werden.

$$f_s = \left| \frac{S_f}{S_{unf} + S_h} \right| < 0,6 \quad (4)$$

Dabei ist

- f_s das Verhältnis der Lasteinwirkungen;
- S_f die Lasteinwirkung der günstigen Massen der Kranteile;
- S_{unf} die Lasteinwirkung der ungünstigen Massen der Kranteile;
- S_h die Lasteinwirkung der Hublast (Spitzenlast am maximalen Radius).

Falls die oben genannte Bedingung nicht erfüllt ist, müssen Teilsicherheitsfaktoren nach EN 13001-2:2014, Tabelle 9 verwendet werden.

Tabelle 3 — Werte des Beiwerts γ_p

Verfahren zur Bestimmung der Massen von Kranteilen und deren Schwerpunkten	Lastkombinationen nach 4.2.4.5					
	A		B		C	
	ungünstig	günstig	ungünstig	günstig	ungünstig	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

4.2.4.4 Hochrisiko-Anwendungen

Für Turmdrehkrane für Bauarbeiten entsprechend diesem Dokument ist der Risikobeiwert γ_n nicht erforderlich. Dieser Beiwert kann für spezielle Anwendungen auf Benutzeranforderung nach EN 13001-2:2014, 4.3.2 angewendet werden.

4.2.4.5 Lastkombinationen für den Festigkeitsnachweis

Die für Turmdrehkrane zu berücksichtigenden Lastkombinationen sind entsprechend den in 4.2.3 definierten Lasten in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 — Lasten, Lastkombinationen und Teilsicherheitsbeiwerte für den Festigkeitsnachweis

Lastkategorien	Lasten f _i			i	Lastkombinationen A			Lastkombinationen B			Lastkombinationen C											
					Teilsicherheitsbeiwert γ _p	A1	A3	Teilsicherheitsbeiwert γ _p	B1	B3	Teilsicherheitsbeiwert γ _p	C1	C2.1 ^c	C2.2 ^c	C2.3 ^c	C3	C6	C8	C9.1 ^d	C9.2 ^d	C9.3 ^d	C10
regelmäßig	Gravitation, Beschleunigung, Stoß	Kranmasse		1	a	φ ₁	φ ₁	a	φ ₁	φ ₁	a)	φ ₁	1	1	1	φ ₁	1	1	1	1	1	1
		Hublast		2	1,34	φ ₂	1	1,22	φ ₂	1	1,1	φ ₂	1 ^e	1 ^e	1 ^e	φ ₆	1	1	φ ₂	1 ^e	1 ^e	φ ₉
	Beschleunigungen durch Antriebe ^b	Massen des Krans und der Hublast	Hubwerke ausgeschlossen	4	1,34	φ ₅	-	1,22	φ ₅	-	1,1	φ ₅	-	-	-	φ ₅	-	-	φ ₅	-	-	φ ₅
			Hubwerke eingeschlossen	5		-	φ ₅		-	φ ₅		-	-	-	-	□	φ ₅	-	-	φ ₅	-	-
nicht regelmäßig	Umwelteinflüsse	Lasten aus Wind in Betrieb		7	-	-	-	1,22	1	1	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
außergewöhnlich	Lasten aus Wind außer Betrieb			12.1	-	-	-	-	-	-	1,1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Lasten aus Wind von vorn außerhalb des Betriebs			12.2	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
	Lasten aus Wind von der Seite außerhalb des Betriebs			12.3	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
	Prüflasten			13	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
	Not-Halt			16	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
	Schwingungsanregung des Kranfundaments ^f			18	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
	Montage, Demontage und Transport — Stoßlast			19.1	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
	Montage, Demontage und Transport — Windlast			19.2	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
	Unbeabsichtigter Hublastverlust			21	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Lastkategorien	Lasten f _i	i	Lastkombinationen A			Lastkombinationen B			Lastkombinationen C												
			Teilsicherheitsbeiwert γ _p	A1	A3	Teilsicherheitsbeiwert γ _p	B1	B3	Teilsicherheitsbeiwert γ _p	C1	C2.1 ^c	C2.2 ^c	C2.3 ^c	C3	C6	C8	C9.1 ^d	C9.2 ^d	C9.3 ^d	C10	
Gesamtsicherheitsbeiwert γ _f			-	1,48		-	1,34		-	1,22											
Widerstandsbeiwert γ _m			1,1	-		1,1	-		1,1	-											
a Für die Werte des anzuwendenden Teilsicherheitsfaktors siehe 4.2.4.3, Tabelle 3. b Zusätzlich zur Hublast müssen nur zwei weitere Massenkkräfte berücksichtigt werden. Bei Lastkombinationen vom Typ C muss nur eine weitere Massenkraft berücksichtigt werden. c Für Lasten aufgrund von Wind außerhalb des Betriebs siehe 4.2.3.3. d Für zu berücksichtigende Lasten aus Montage, Demontage und Transport siehe 4.2.3.4. e Verbleibende Hublast im Außer-Betrieb-Zustand sowie bei Montage, Demontage und Transport. f Für die Lastkombination C8 ist unter Berücksichtigung der Schwingungsanregung des Kranfundaments (z. B. Erdbeben) ein Teilsicherheitsbeiwert γ_p = 1,0 und ein Widerstandsbeiwert γ_m = 1,0 zulässig.																					
Definition der Lastkombination:																					
Lastkombinationen A berücksichtigen die regelmäßigen Lasten für einen Kran im Normalbetrieb:																					
A1: Anheben einer unbehinderten Last vom Boden aus in Kombination mit anderen Massenlasten, die durch Kranantriebe erzeugt werden.																					
A3: Anheben oder Senken einer Last in Kombination mit anderen Massenlasten, die durch Kranantriebe erzeugt werden.																					
Lastkombination B berücksichtigen regelmäßige Lasten kombiniert mit nicht regelmäßigen Lasten:																					
B1 und B3: Lastkombinationen entsprechen den Lastkombinationen A1 und A3, jedoch mit zusätzlichem Wind während des Betriebs																					
Die Lastkombinationen C berücksichtigen regelmäßige Lasten kombiniert mit nicht regelmäßigen und außergewöhnlichen Belastungen:																					
C1: Kran in Betrieb, Anheben einer Last vom Boden mit maximaler Hubgeschwindigkeit unter Anwendung von ϕ2																					
C2.1: Kran im außer Betrieb befindlichen Zustand, einschließlich Winde von hinten																					
C2.2: Kran im außer Betrieb befindlichen Zustand, einschließlich Winde von vorn																					
C2.3: Kran im außer Betrieb befindlichen Zustand, einschließlich Winde von der Seite																					
C3: Kran unter Prüfbedingungen																					
C6: Kran mit Hublast in Kombination mit Lasten aus Not-Halt																					
C8: Kran mit Hublast in Kombination mit Lasten aus externer Schwingungsanregung des Kranfundaments, nicht Bestandteil der Standardberechnung, siehe 6.2																					

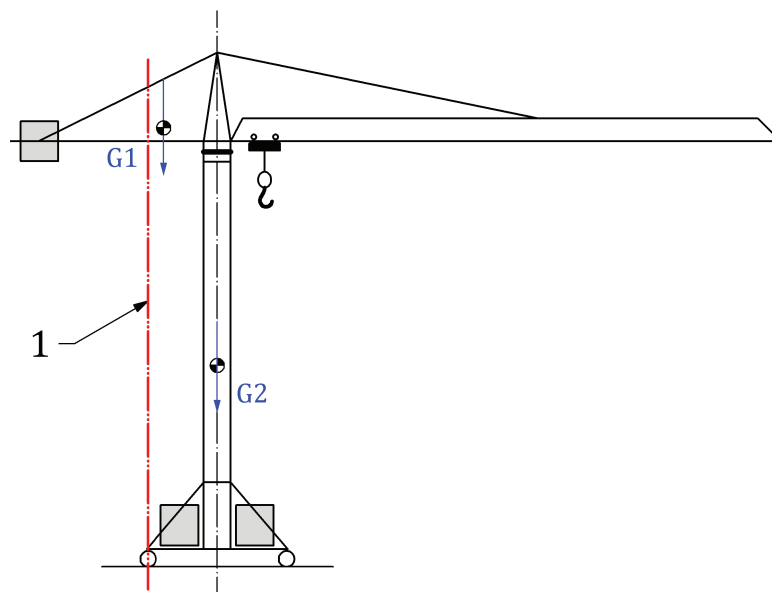
Lastkategorien	Lasten f_i	i	Lastkombinationen A			Lastkombinationen B			Lastkombinationen C											
			Teilsicherheitsbeiwert γ_p	A1	A3	Teilsicherheitsbeiwert γ_p	B1	B3	Teilsicherheitsbeiwert γ_p	C1	C2.1 ^c	C2.2 ^c	C2.3 ^c	C3	C6	C8	C9.1 ^d	C9.2 ^d	C9.3 ^d	C10
C9.1:	Kran bei der Montage, Demontage unter Berücksichtigung des Anhebens einer unbehinderten Last vom Boden einschließlich der Windlasten bei der Montage																			
C9.2:	Kran bei der Montage, Demontage unter Berücksichtigung einer Hublast mit einer beliebigen Kombination von beschleunigenden oder verzögernden Kräften, die durch einen der Antriebe, einschließlich des Hubwerks, oder deren Abfolge bei Positionierbewegungen verursacht werden, einschließlich der Windlast bei der Montage																			
C9.3:	Kran bei der Montage, Demontage unter Berücksichtigung eines Aufpralls der montierten oder demontierten Teile, einschließlich der Windlast bei der Montage																			
C10:	Kran in einer Notfallsituation mit unbeabsichtigtem Verlust der Hublast																			

4.2.4.6 Lastkombinationen für den Standfestigkeitsnachweis

Ein Turmdrehkran gilt als standsicher, wenn das resultierende Moment unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte für alle beteiligten Lasten (nach Tabelle 5) bezüglich der ungünstigsten Kippkante größer oder gleich 0 ist. Die Kippkante stellt eine Kante dar, die durch zwei benachbarte Stützpunkte des Krans verläuft. Momente, die eine Kippwirkung haben, erhalten ein negatives Vorzeichen.

Massen von Strukturteilen erhalten die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte nach dem gleichen Grundsatz wie in 4.2.4.2 für den Festigkeitsnachweis, mit der Ausnahme, dass die Bezugsachse die Kippachse für den Stabilitätsnachweis ist. Diese Massen können eine günstige oder ungünstige Lastwirkung haben.

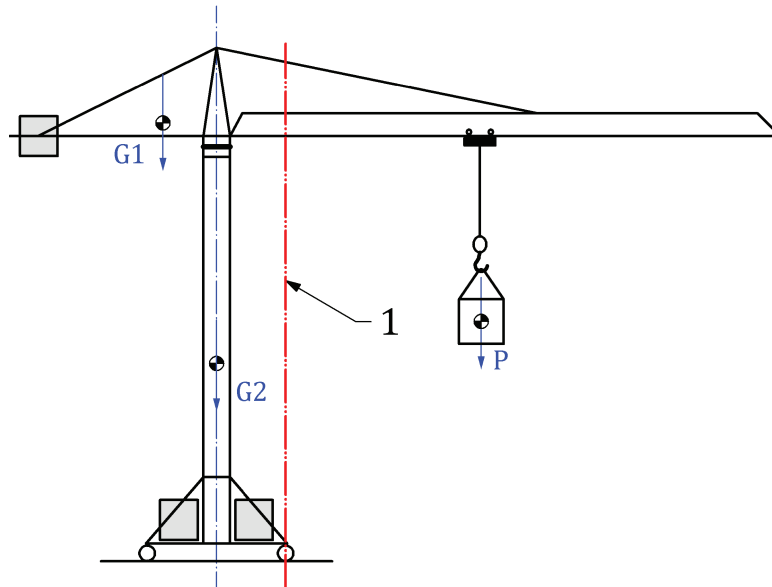
Beispiele für die Bezugsachse für Turmdrehkrane ohne Last und mit Last sind in den Bildern 8 bzw. 9 dargestellt.



Legende

- G1 Masse und Schwerpunkt des rotierenden Oberwerks
- G2 Masse und Schwerpunkt des stationären Unterwerks
- 1 Bezugsachse zur Ermittlung der Lasteinwirkungen von Massen für den Standsicherheitsnachweis

Bild 8 — Beispiel für die Referenzachse bei Obendreher-Turmdrehkranen ohne Last



Legende

- G1 Masse und Schwerpunkt des rotierenden Oberwerks
- G2 Masse und Schwerpunkt des stationären Unterwerks
- 1 Bezugsachse zur Ermittlung der Lasteinwirkungen von Massen für den Standsicherheitsnachweis
- P Masse der Hublast

Bild 9 — Beispiel für die Referenzachse bei Obendreher-Turmdrehkränen mit Last

Die für Turmdrehkrane zu berücksichtigenden Lastkombinationen sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Bei all diesen Lastkombinationen müssen die dynamischen Beiwerte ϕ_i auf $\phi_i = 1,0$ gesetzt werden.

Um die Teilsicherheitsbeiwerte für den Standsicherheitsnachweis nutzen zu können, müssen bei Turmdrehkränen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- i) Es ist der Nachweis vorhanden, dass der Boden zur Abstützung des Krans den Abstützkräften zuverlässig standhält, ohne wesentliche unbeabsichtigte Verschiebungen (siehe 4.2.6) bzw. deren Auswirkung auf die Standsicherheit zu berücksichtigen. Eine resultierende Neigung der Tragkonstruktion des Krans von weniger als 0,2 % wird als nicht signifikant angesehen und muss nicht berücksichtigt werden.
- ii) Es existiert ein zuverlässiges Lastanzeige- und -begrenzungssystem, das den Kranführer vorwarnt und Bewegungen, die die Standsicherheit beeinträchtigen, konsequent unterbindet.
- iii) Relevante Massen (z. B. drehendes Teil des Turmdrehkrans) und deren Schwerpunkte müssen mit einer Genauigkeit von ± 3 % bewertet werden.

Tabelle 5 — Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Starrkörperfestigkeit

Lastkategorien	Lasten f _i		i ^a	LC A	LC B	Lastkombinationen C							
				A1	B1	C2.1	C2.2	C2.3	C6 ^c	C8	C9.1 ^d	C9.3 ^d	C10 ^e
regelmäßig	Gravitation, Beschleunigung	Masse des Krans, ungünstige Einwirkungen	1.1	1,05	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Masse des Krans, günstige Einwirkungen	1.2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Hublast	2	1,22	1,1	1,0	1,0	1,0	1,55	1,0	1,1	1,0	−0,3
	Beschleunigungen durch Antriebe ^b	Massen des Krans und der Hublast, einschließlich Hubwerke	5	1,22	1,1	-	-	-	-		1,1	-	-
nicht regelmäßig	Umwelteinflüsse	Lasten aus Wind in Betrieb	7	-	1,16	-	-	-	-		-	-	-
außer-gewöhnlich	Lasten aus Wind außer Betrieb		12.1	-	-	1,1	-	-	-		-	-	-
	Lasten aus Wind von vorn außerhalb des Betriebs		12.2	-	-	-	1,0	-	-		-	-	-
	Lasten aus Wind von der Seite außerhalb des Betriebs		12.3	-	-	-	-	1,0	-		-	-	-
	Schwingungsanregung des Kranfundaments ^f		18	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	
	Montage, Demontage und Transport — Stoßlast		19.1	-	-	-	-	-	-		-	1,0	-
	Montage, Demontage und Transport — Windlast		19.2	-	-	-	-	-	-		1,0	1,0	-

^a Entsprechend der Nummerierung in Tabelle 4;

^b zusätzlich zur Hublast müssen zwei weitere Massenlasten berücksichtigt werden;

^c die Lastkombination C6 „Not-Aus“ mit dem angegebenen Teilsicherheitsbeiwert von 1,55 auf die Hublast ist zur Berücksichtigung aller auftretenden Massenkräfte vorgesehen. Alternativ zu diesem vereinfachten Verfahren kann auch das in EN 13001-2:2014, 4.2.4.6, 4.2.4.7 und 4.2.4.8 beschriebene Verfahren angewendet werden;

^d für zu berücksichtigende Lasten aus Montage, Demontage und Transport siehe 4.2.3.4; Lastkombination C9.1 des Standsicherheitsnachweises fasst Lastkombinationen C9.1 und C9.2 des Festigkeitsnachweises zusammen;

^e Für die Lastkombination C10 „unbeabsichtigter Hublastverlust“ muss die Hublast mit einem Teillastfaktor von −0,3 multipliziert werden, um alle auftretenden Massenkräfte zu berücksichtigen.

^f Für die Lastkombination C8 ist unter Berücksichtigung der Schwingungsanregung des Kranfundaments (z. B. Erdbeben) ein Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_p = 1,0$ zulässig.

4.2.5 Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Tragwerksbauteilen und Verbindungen

4.2.5.1 Allgemeines

Grenzzustände und Sicherheitsnachweise von Tragwerksbauteilen und Verbindungen müssen nach EN 13001-3-1:2012+A2:2018 bestimmt werden.

4.2.5.2 Werkstoffe

Die Güten und Qualitäten von Stählen müssen nach EN 13001-3-1:2012+A2:2018, 4.2 bestimmt werden.

Die minimale Betriebstemperatur muss vom Kranhersteller festgelegt werden und bei der Auswahl der Werkstoffqualität für Stahlkonstruktionen entsprechend berücksichtigt werden.

Üblicherweise muss die Temperatur außerhalb des Betriebs bei der Wahl des Stahls nicht berücksichtigt werden.

4.2.5.3 Nachweis der statischen Festigkeit, Ermüdungsfestigkeit und elastischen Standsicherheit

Das Verifizierungsverfahren muss EN 13001-3-1:2012+A2:2018 entsprechen.

Die Ermüdung muss nur für regelmäßige Lasten (Lastkombinationen A) berücksichtigt werden.

Bei Turmdrehkränen kann die Fahrbewegung des Krans von der Ermüdungsanalyse ausgeschlossen werden.

Bei regelmäßiger Prüfung von Turmdrehkränen muss der spezifische Widerstandsbeiwert γ_{mf} für die Ermüdungsfestigkeit wie folgt berücksichtigt werden:

- für tragende Bauteile mit sicherer Lebensdauer: $\gamma_{mf} = 1,25$

Als tragende Bauteile mit sicherer Lebensdauer werden solche bezeichnet, bei denen das lokale Versagen einer Komponente schnell zum Versagen der Struktur oder zum Herabfallen der Lasten führt.

- für versagenssichere tragende Bauteile: $\gamma_{mf} = 1,05$

Versagenssichere Bauteile sind solche mit verminderten Folgen bei Versagen, so dass das lokale Versagen eines Bauteils nicht zum Versagen der Struktur oder zum Herabfallen von Lasten führt.

Alternativ dürfen auch fortgeschrittene und anerkannte theoretische oder experimentelle Verfahren verwendet werden. Dazu gehört auch die experimentelle Bestimmung der Ermüdungsfestigkeit von speziellen Einzelheiten. In diesen Fällen muss die Referenz angegeben werden.

4.2.5.4 Nachweis der Widerstandsfähigkeit gegen windbedingtes Abdriften von Laufkränen

Die Widerstandsfähigkeit gegen windbedingtes Abdriften muss rechnerisch unter den Bedingungen der Lastkombinationen B1, C2.1, C2.2 und C2.3 als Festigkeitsnachweis (nach Tabelle 4) und als Standsicherheitsnachweis (nach Tabelle 5) nachgewiesen werden.

Der Fahrwiderstand durch Reibung und die Reibungskoeffizienten sind in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7 — Fahrwiderstand und Reibungskoeffizienten

Verhältnis: Fahrwiderstand / radiale Radlast		Reibungskoeffizient zwischen Schiene und ...	
Gleitlager	Rollenlager	gebremsten Rad	Schienenklemme ^a (mit aufgerauter und gehärteter Oberfläche)
0,02	0,005	0,14	0,25
^a Höhere Reibungskoeffizienten dürfen verwendet werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass diese bei allen Oberflächenbedingungen und -qualitäten (z. B. Öl, Schmutz, Eis) gerechtfertigt sind.			

4.2.6 Lasten an der Tragkonstruktion des Krans

4.2.6.1 Allgemeines

Um dem Kranbetreiber alle notwendigen Nachweisberechnungen zu ermöglichen, sind Angaben über die Lasten (z. B. Art, Richtung, Höhe der Last usw.) an der Tragkonstruktion des Krans erforderlich. Die unterschiedlichen Anforderungen an die Lasten hinsichtlich der verschiedenen Nachweisarten (z. B. Standsicherheitsnachweis, Festigkeitsnachweis) müssen berücksichtigt werden.

Lasten auf Tragkonstruktionen von Kranen sind üblicherweise:

- Fundamentlasten von Kranen, die auf einem Betonfundament montiert sind;
- Ecklasten von Kranen mit einem Fahrgestell oder einem Fundamentkreuz;
- Verankerungslasten von Kranen, die in ein Gebäude hinein oder aus einem Gebäude herausragen.

Diese Lasten müssen als charakteristische Lasten angegeben werden, wobei alle Teilsicherheitsbeiwerte auf $\gamma_p = 1,0$ festgelegt werden.

Üblicherweise enthalten die angegebenen charakteristischen Lasten keine dynamischen Beiwerte im Zustand „Kran in Betrieb“. Um dem Betreiberunternehmen jedoch eine umfassende Berechnung zu ermöglichen, müssen Informationen zur Verfügung gestellt werden, wie diese Einwirkungen berücksichtigt werden können.

ANMERKUNG Dies ist entweder mit der Angabe eines allgemeinen Verstärkungsfaktors oder alternativ mit der Berechnung dieser Lasten unter Berücksichtigung aller dynamischen Beiwerte nach Tabelle 4 dieses Dokuments möglich.

4.2.6.2 Lastkombinationen

Die Angaben zu den Lasten müssen alle Lastkombinationen umfassen, die für die Nachweisberechnung des Turmdrehkrans selbst relevant sind. Diese Informationen sind zu trennen in Lasten während des Betriebs, Lasten außerhalb des Betriebs und Lasten während der Montage.

Die folgenden Lastkombinationen nach Tabelle 4 müssen berücksichtigt werden.

- Die Lasten auf die Tragkonstruktion des Krans während des Betriebs müssen entsprechend der Lastkombination B1 berechnet werden;
- Die Lasten auf die Tragkonstruktion des Krans außerhalb des Betriebs müssen für die Lastkombination C2.1, C2.2 und C2.3 berechnet werden;

- Die Montagelasten auf die Tragkonstruktion des Krans müssen für die Lastkombination C9.1 und C9.3 berechnet werden.

4.3 Konstruktionsanforderungen an die mechanische Ausrüstung

4.3.1 Allgemeines

Die Konstruktionsanforderungen an die mechanische Ausrüstung müssen EN 13135:2013+A1:2018 entsprechen.

Für Turmdrehkrane darf die Bauteilklasse A_c für dessen Triebwerke und Bauteile nicht niedriger angesetzt werden als in ISO 4301-3:2021 angegeben.

Alternativ darf bei besserer Kenntnis der Lastbedingungen des Triebwerks oder Bauteils eine spezifische Bauteilklassifizierung, bestehend aus dem Lastspektrum und der maximalen Lastspielzahl, in Anlehnung an die Kranklassifizierung (A-Klasse) nach ISO 4301-3:2021 berechnet werden.

4.3.2 Triebwerke

Der Sicherheitsnachweis für Triebwerke muss analog zum Sicherheitsnachweis für die Tragstruktur durchgeführt werden, einschließlich eines Nachweises der statischen Festigkeit und eines Nachweises der Ermüdungsfestigkeit unter Verwendung von Lasten und Lastkombinationen nach 4.2 dieses Dokuments.

Alle in tragenden Teilen verwendeten Werkstoffe müssen eine ausreichende Kerbschlagzähigkeit unter Berücksichtigung der maximalen Dicke des Teils und der minimalen Betriebstemperatur aufweisen.

Die Bruchdehnung A von Werkstoffen, die in tragenden Teilen eines Triebwerks verwendet werden, muss 7 % oder mehr betragen, bestimmt an einer Messlänge $L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$, wobei S_0 die ursprüngliche Querschnittsfläche des Probekörpers ist.

Der Bemessungswert der Streckgrenze des Werkstoffs f_y ist bei Werkstoffen, die ein höheres Verhältnis aufweisen, auf 90 % der Bruchfestigkeit f_u begrenzt.

ANMERKUNG Wenn die oben genannten allgemeinen Anforderungen für eine Komponente nicht erfüllt werden, muss der Planer Werkstoffanforderungen festlegen und nachweisen, dass ein gleichwertiges Sicherheitsniveau für diese Komponente erreicht wird.

Bei Anwendung der Methode der Grenzzustände beim Nachweis der statischen Festigkeit muss ein Widerstandsbeiwert γ_m von mindestens 1,1 berücksichtigt werden.

Beim Nachweis der Ermüdungsfestigkeit muss mindestens ein Widerstandsbeiwert γ_{mf} nach 4.2.5.3 bei gleicher Überlebenswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden.

Für Gusswerkstoffe wird ein spezifischer Widerstandsbeiwert γ_s von mindestens 1,22 empfohlen.

ANMERKUNG Hintergrundinformationen zu diesem Nachweis sind im Dokument „FKM Guideline, Analytical Strength Assessment of Components in Mechanical Engineering“ [16] im Literaturverzeichnis des Dokuments enthalten.

Die Anforderungen an die Verschleißfestigkeit müssen nach dem Stand der Technik berücksichtigt werden.

Wippwerke mit Seiltrieb müssen mit einer Zusatzbremse (Sicherheitsbremse) nach EN 13135:2013+A1:2018, 3.1 und 5.3.3.5, ausgestattet sein. Diese Zusatzbremse muss direkt auf die Trommel wirken, z. B. auf einen Trommelflansch oder auf die Trommelwelle.

4.3.3 Seile

Auswahl und Berechnung von laufenden und stehenden Seilen müssen unter Anwendung der maximalen Seilzugkraft nach ISO 16625:2013 durchgeführt werden. Dynamische Einwirkungen und Reibungsverluste müssen entsprechend den in diesem Dokument enthaltenen Definitionen berücksichtigt werden.

Da die in ISO 4301-3:2021 angegebene Gruppenklassifizierung von Seilen auf Lastzyklen basiert, darf alternativ die Gruppenklassifizierung von Triebwerken nach ISO 4301-1:1986, Tabelle 6 verwendet werden:

- Hubseile M4;
- Wippseile M4;
- Katzfahrseile M4 oder M3, wenn die Anforderungen von 4.6.1 erfüllt sind;
- Montageseile M3;
- stehende Seile M4.

4.3.4 Laufräder

Laufräder müssen nach EN 13001-3-3:2014 bestimmt werden.

4.3.5 Drehkranz

Drehkränze müssen nach EN 13001-3-4:2018 bestimmt werden.

4.3.6 Haken

Haken müssen nach EN 13001-3-5:2014 bestimmt werden.

Die Ermittlung der horizontalen Auslegungskraft und des Biegemoments im Hakenschaft muss entsprechend der Konstruktion der Hakenflasche und ihres Seiltriebs berechnet werden.

4.3.7 Hydraulisches System

4.3.7.1 Allgemeines

Das hydraulische System und seine Komponenten müssen die Anforderungen nach EN ISO 4413:2010 erfüllen.

Wenn ein lasttragender Kreislauf oder Komponenten des hydraulischen Systems im Allgemeinen dem maximal auftretenden Druck nicht standhalten können, sind Druckbegrenzungseinrichtungen erforderlich. Es müssen Seile vorgesehen werden, um den Maximaldruck auf den Bemessungswert zu begrenzen.

Alle lasttragenden Kreisläufe müssen mit Einrichtungen, z. B. Lasthalteventilen, ausgestattet sein, die eine unkontrollierte Bewegung des Krans im Falle eines Hydraulikschlauchbruchs verhindern.

4.3.7.2 Hydraulikzylinder

Der Sicherheitsnachweis von Hydraulikzylindern muss nach EN 13001-3-6:2018 erbracht werden.

4.4 Konstruktionsanforderungen an die elektrische Ausrüstung und das Steuersystem

4.4.1 Allgemeines

Die Konstruktionsanforderungen an die elektrotechnische Ausrüstung und das Steuersystem müssen EN 60204-32:2008 und EN 13135:2013+A1:2018 entsprechen.

4.4.2 Stellteile und Steuerstände

4.4.2.1 Allgemeines

Die Konstruktionsanforderungen an Stellteile und Steuerstände müssen EN 13557:2003+A2:2008 entsprechen, einschließlich der Änderungen nach Tabelle 8.

Tabelle 8 — Konstruktionsanforderungen an Stellteile und Steuerstände

Abschnitt in EN 13557:2003 +A2:2008	Thema	Änderung	Abschnitt in diesem Dokument
5.1.2	Symbole an Stellteilen für Turmdrehkrane	ergänzt durch	4.4.2.2
5.1.3	Anordnung der Stellteile	ergänzt durch	4.4.2.3
5.1.6	Unbeabsichtigte Bewegung eines Kranes	Keine Änderung; es gilt EN 13557	
5.2.1.2	Maße des Steuerstandes	ergänzt durch	4.4.2.4
5.2.2.2.6	Hilfsmittel zur Reinigung der Außenflächen von Fenstern	ergänzt durch	4.4.2.5
5.2.2.3.1.4	Mindestmaß für die lichte Weite von Türen	Keine Änderung; es gilt EN 13557	
5.2.2.3.1.5	Mindestweite für lichte Öffnung von Luken	ergänzt durch	4.4.2.4
5.2.2.3.1.6	Maße der Luke im Boden	ergänzt durch	4.4.2.4
5.2.2.6.2	Klima im Führerhaus	ergänzt durch	4.4.2.6
Mit der Überarbeitung von EN 60204-32:2008 und der Einführung von EN 62745:2017 ist EN 13557:2003+A2:2008, Anhang C, veraltet und muss nicht mehr berücksichtigt werden.			

4.4.2.2 Für Turmdrehkrane sollten die Symbole nach ISO 7296-3:2006 verwendet werden.

4.4.2.3 Die Anordnung der Stellteile muss nach ISO 7752-3:2013 erfolgen.

4.4.2.4 Die Maße des Steuerstandes müssen ISO 8566-3:2010 entsprechen.

4.4.2.5 Bei Turmdrehkranen müssen an den Frontscheiben des Führerhauses motorisierte Scheibenwischer und -wascher vorgesehen sein, wenn dies zur Aufrechterhaltung der Sicht erforderlich ist.

4.4.2.6 Die Heizungsanlage muss in der Lage sein, bei einer Außentemperatur von –10 °C innerhalb von 30 min eine Innenraumtemperatur des Führerhauses von mehr als 18 °C zu erreichen.

Bei geschlossenen Fenstern und Türen muss der Fahrer im Führerhaus vor Zug geschützt sein.

Das Führerhaus muss mit Einrichtungen ausgestattet sein, die den Eintritt von Außenluft gestatten.

4.4.3 Begrenzer und Anzeigen

4.4.3.1 Allgemeines

Die Konstruktionsanforderungen an Begrenzer und Anzeigen müssen EN 12077-2:1998+A1:2008 entsprechen, einschließlich der Änderungen nach Tabelle 9.

Die Krane müssen in der Lage sein, alle Anzeigen gleichzeitig darzustellen.

Tabelle 9 — Konstruktionsanforderung an Begrenzer und Anzeigen

Abschnitt in EN 12077-2:1998+A1:2008	Thema	Änderung	Abschnitt in diesem Dokument
5.2.9	Kategorien nach EN 954-1:1996	ersetzt durch	4.4.3.2
5.3	Überlastsicherungen und Tragfähigkeitsanzeigen	ergänzt durch	4.4.3.3
5.4.1.2	Überlastsicherungen — zulässige Abweichungen	ergänzt durch	4.4.3.3
5.4.2.1	Überlastsicherungen — Funktionsanforderungen	ergänzt durch	4.4.3.3
5.5.1	Tragfähigkeitsanzeigen — Funktionsanforderungen	ergänzt durch	4.4.3.7
5.6.1	Bewegungsbegrenzer	ergänzt durch	4.4.3.3
5.7	Anzeigen	ergänzt durch	4.4.3.7

4.4.3.2 Steuersystem und Sicherheitsfunktionen

4.4.3.2.1 Allgemeines

Es gelten die Bestimmungen nach EN 60204-32:2008, Abschnitt 9.

4.4.3.2.2 Sicherheitsfunktionen

Die minimalen Sicherheitsfunktionen der Steuersysteme von Turmdrehkränen sind in Tabelle 10 aufgeführt. Alle Sicherheitsfunktionen müssen mindestens den dort angegebenen Performance Level (PL) nach EN ISO 13849-1:2015 in Kombination mit den folgenden Mindestkategorien erreichen:

- für Steuersysteme, die mit elektromechanischen und/oder Kategorie 1; Hydraulikkomponenten aufgebaut sind:
- für Steuersysteme, die mit elektronischen Komponenten aufgebaut sind: Kategorie 2.

Es wird darauf hingewiesen, dass elektronische Lastmesssensoren, die in einer Sicherheitsfunktion eingesetzt werden, möglicherweise nicht die Prüfanforderungen einer Architektur der Kategorie 2 erfüllen. Dieses Problem kann durch eine redundante Ausführung des Lastmessensors gelöst werden.

Tabelle 10 — Liste der Sicherheitsfunktionen

Beschreibung der Sicherheitsfunktionen	Min. PL _r
1. Begrenzung der Last (siehe 4.4.3.3) Zustand: Überschreitung der max. Tragfähigkeit einschließlich zulässige Abweichungen Maßnahme: Stopp der Hubbewegung nach oben (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = c
2. Begrenzung des Lastmomentes (siehe 4.4.3.3) Zustand: Überschreitung der Tragfähigkeit bei tatsächlichem Radius einschließlich zulässige Abweichungen Maßnahme: Stopp der Hubbewegung nach oben und der Lastausfahrbewegung (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = d
3. Begrenzung der Endposition beim Anheben Zustand: Unterschreiten des Sicherheitsabstands zwischen Ausleger und Hakenflasche Maßnahme: Stopp der Hubbewegung nach oben (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = c
4. Begrenzung der Endposition beim Absenken Zustand: Unterschreiten der Mindestanzahl von Sicherheitswicklungen an der Hubtrommel Maßnahme: Stopp der Absenkbewegung (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = c
5. Begrenzung der Endlagen bei der Kranfahrt (siehe 4.4.3.2.4) Zustand: Überschreitung der vorderen und hinteren Endlagen bei der Kranfahrt Maßnahme: Stopp der Fahrbewegung in die gefährliche Richtung (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = d
6. Begrenzung der Endposition beim Wippen Zustand: Überschreitung der inneren und äußeren Endlagen beim Wippen Maßnahme: Stopp der Wippbewegung in die gefährliche Richtung (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = c
7. Begrenzung der Endposition beim Katzfahren Zustand: Überschreitung der inneren und äußeren Endlagen beim Katzfahren Maßnahme: Stopp der Katzfahrbewegung in die gefährliche Richtung (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = c
8. Begrenzung der End-/Aufsetzpositionen des Steuerstands Zustand: Überschreitung der End-/Aufsetzpositionen des Steuerstands Maßnahme: Stopp der Fahrbewegung in die gefährliche Richtung (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = d
Nur zu beachten, wenn ein höhenverstellbarer Steuerstand angebracht ist und dieser mit einer Person im Inneren bewegt wird; siehe EN 14502-2:2005+A1:2008.	
9. Begrenzung der Hubbewegung bei Übergeschwindigkeit (siehe auch EN 60204-32:2008, 7.6) Zustand: Überschreitung der max. Nennhubgeschwindigkeit einschließlich zulässige Abweichungen (max. +10 %) Maßnahme: Stopp der Hubbewegung (Stoppkategorie 0)	PL _r = c

Beschreibung der Sicherheitsfunktionen	Min. PL _r
10. Begrenzung der Wippbewegung bei Übergeschwindigkeit (siehe auch EN 60204-32:2008, 7.6) Zustand: Überschreitung der max. Nennwippgeschwindigkeit einschließlich zulässige Abweichungen (max. +10 %) Maßnahme: Stopp der Wippbewegung (Stoppkategorie 0)	PL _r = c
11. Begrenzung der Hubgeschwindigkeitsabweichung (siehe 4.4.3.2.5) Zustand: Überschreitung der aktuellen Soll-Hubgeschwindigkeit einschließlich zulässige Abweichungen Maßnahme: Stopp der Hubbewegung (Stoppkategorie 0)	PL _r = c
12. Begrenzung der Wippgeschwindigkeitsabweichung (siehe 4.4.3.2.5) Zustand: Überschreitung der aktuellen Soll-Wippgeschwindigkeit einschließlich zulässige Abweichungen Maßnahme: Stopp der Wippbewegung (Stoppkategorie 0)	PL _r = c
13. Überprüfung der Freigabe der Hubbremse, Zustand betätigt / nicht betätigt (siehe 4.4.3.2.6) Zustand: Stopp der Hubbewegung bei uneinheitlichem Zustand der Bremsen, um eine unkontrollierte Bewegung der Hakenlast zu vermeiden Maßnahme: Stopp der Hubbewegung (Stoppkategorie 0)	PL _r = c
14. Begrenzung der Wippschlaffseils während des Betriebs Zustand: Überschreitung der Länge des erforderlichen Wippseils im Verhältnis zum aktuellen Wippauslegerwinkel Maßnahme: Stopp der Wippbewegung (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = c
15. Begrenzung der Kranbewegungen in einem statischen oder sich dynamisch ändernden Arbeitsbereichs Zustand: Überschreitung der Grenzen eines statischen oder sich dynamisch ändernden räumlichen Arbeitsbereichs Maßnahme: Stopp aller Fahrbewegungen in gefährliche Richtungen (Stoppkategorie 0 oder 1)	PL _r = c
Nur zu berücksichtigen, wenn eine Antikollisionseinrichtung oder ein Arbeitsbereichsbegrenzer installiert ist; siehe EN 17076:2020, 5.1.7.	

Die Not-Halt-Einrichtung muss die Anforderungen von EN 60204-32:2008, 9.2.5.4 erfüllen.

Der Hersteller muss den erforderlichen Performance Level der Sicherheitsfunktionen definieren, die während der Montage und Demontage von Turmdrehkränen erforderlich sind.

4.4.3.2.3 Überbrückung der Endpositionen von Bewegungen

Wenn es erforderlich ist, Endpositionen von Bewegungen im Normalbetrieb außer Kraft zu setzen (z. B. Änderung Anzahl der Lastseile, Parkposition der Laufkatze), muss die Überbrückungseinrichtung am Steuerstand oder an einer Stelle vorgesehen sein, an der die Überbrückungseinrichtung für den Bediener sichtbar ist.

Die Überbrückungseinrichtungen dürfen nicht selbsthaltend sein, und die Kranbauteile sowie die Standsicherheit des Kranes dürfen nicht gefährdet sein.

4.4.3.2.4 Begrenzung der Endpositionen beim Fahren

Die Begrenzung der Endpositionen beim Fahren muss mindestens $Pl = d$ nach EN ISO 13849-1:2015 erfüllen, wie in Tabelle 10 angegeben.

Bei Steuerkreisen, die über elektromechanische Endschalter (Sensoren) verfügen, müssen für jede Fahrtrichtung mindestens zwei mechanisch unabhängige Begrenzer mit unabhängigen Schalteistenprofilen eingebaut sein:

- Der erste Begrenzer muss beim Anfahren der Endposition oben einen Stopp der Fahrbewegung der Kategorie 1 auslösen;
- Bei Ausfall des ersten Begrenzers muss der zweite Begrenzer einen Stopp der Kranfahrbewegung der Kategorie 0 auslösen.

Nach EN 12077-2:1998+A1:2008, 5.6.1.4 ist bei Ausfall des ersten Begrenzers kein Hinweis an den Kranführer erforderlich, da die erforderliche Rücksetzaktion ausreicht, um den Bediener über das Problem zu informieren.

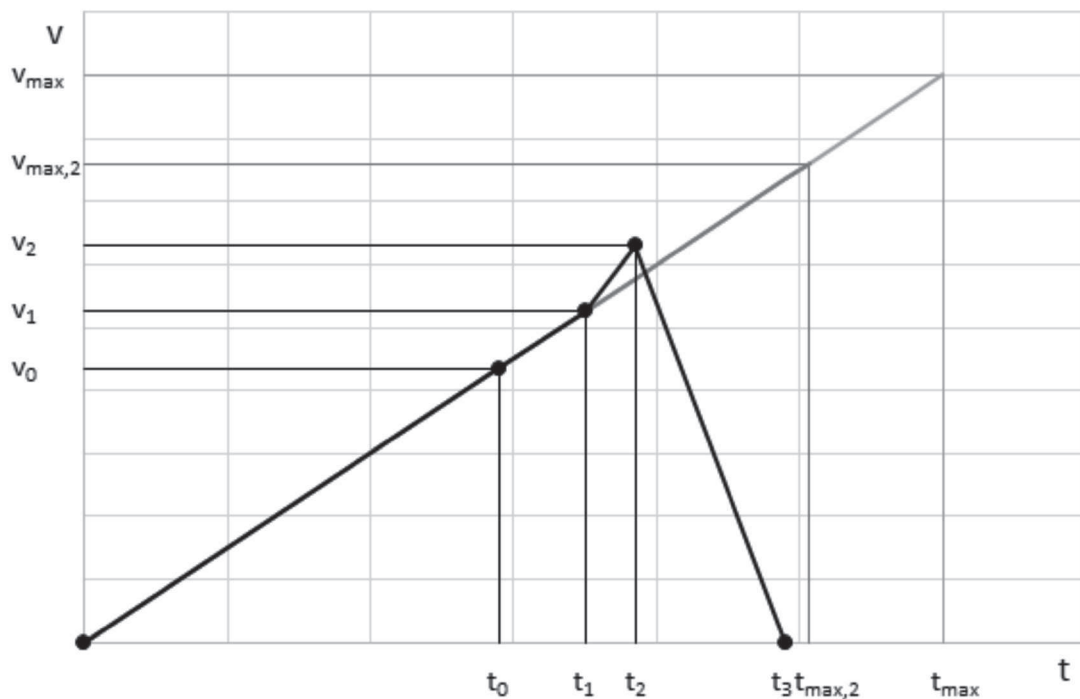
Aufgrund der erschwerten Bedingungen auf Baustellen müssen die Schaltelemente der Endschalter-Konstruktion, insbesondere das Schalteistenprofil, besonders geschützt werden. Ihre Funktionsfähigkeit muss unter allen Umständen sichergestellt sein.

4.4.3.2.5 Begrenzung der Hub- und Wippgeschwindigkeitsabweichung

Die Geschwindigkeitsabweichung ist definiert zwischen der momentanen Sollgeschwindigkeit (z. B. vom Ausgang des Frequenzumrichters) und der tatsächlich gemessenen Geschwindigkeit (z. B. an der Motorwelle, an der Trommel).

Der gemessene Schwellenwert der Geschwindigkeitsabweichung darf 10 % der maximalen Motorwinkelgeschwindigkeit $v_{\max}$ (aufwärts oder abwärts) bei unbelastetem Haken nicht überschreiten.

Bei Erreichen des oberen oder unteren Grenzwertes muss die Hubbewegung mit einem Stopp der Kategorie 0 unterbrochen werden. Die maximale Verzögerung zwischen dem Auslösen des Stoppbefehls (t_0) und dem Beginn des Abbremsens der Bewegung (t_1) darf 0,7 s nicht überschreiten (siehe Bild 10). Die Verzögerung von 0,7 s darf größer sein, sofern die zulässige Abweichung von der Nenngeschwindigkeit auf einen Wert von weniger als 10 % der Höchstgeschwindigkeit eingestellt ist, so dass dies nicht zu einer größeren Geschwindigkeit im Moment des Beginns des Bremsvorgangs führt.



Legende

t	Zeit
V	Geschwindigkeit
0	Index für den Zielwert der Ist-Geschwindigkeit
1	Index für das Erreichen des Schwellenwertes des Geschwindigkeitsauslösers
2	Index für die Geschwindigkeit nach Unterbrechung der Energieversorgung
3	Index für das Abschließen des Bewegungsstopps
max,2	Index für maximale Geschwindigkeit bei tatsächlicher Last
max	Index für maximale Geschwindigkeit des Triebwerks

Bild 10 — Darstellung der verschiedenen Zeit- und Geschwindigkeitsparameter

Der Geschwindigkeitswert S2 darf z. B. durch die Aktivierung der Bremse erreicht werden, die durch einen Not-Halt erzeugt wird.

4.4.3.2.6 Verifizierung der Freigabe der Hub- und Wippbremse

Die Hub- und Wippwinden dürfen sich nicht drehen, wenn ihre Bremsen nicht absichtlich freigegeben wurden.

4.4.3.2.7 Funktion des Wippschlaffseils

Das Wippwerk darf kein weiteres Seil abrollen, wenn die tatsächliche Winkelposition des Auslegers nicht mit der Länge des abgerollten Seils übereinstimmt.

4.4.3.3 Überlastsicherungen — Funktionsanforderungen

4.4.3.3.1 Allgemeines

Die Überlastsicherung muss bei einer Last arbeiten, die so genau wie möglich der Tragfähigkeit entspricht, um zu verhindern, dass der Kranbetreiber Lasten handhabt, die über der Tragfähigkeit liegen.

Sofern die Überlastsicherungen auf eine die Tragfähigkeit überschreitende Last oder auf das Lastmoment ansprechen, müssen diese Sicherungen bei einer Last und/oder einem Lastmoment mit einer maximalen Toleranz von +10 % der Tragfähigkeit bei einem bestimmten Radius arbeiten.

ANMERKUNG Die maximal zulässige Abweichung von +10 % der Tragfähigkeit ist erforderlich, um die dynamischen Effekte beim Anheben oder Beschleunigen der Nutzlast abzudecken.

Die Überlastsicherung muss entsprechend des Rüstzustands des Krans arbeiten.

4.4.3.3.2 Überbrücken der Überlastsicherung

Es darf keine Vorkehrung für das Überbrücken der Überlastsicherung vorgesehen sein.

Die Anwendung einer alternativen, vom Hersteller vorgesehenen Einstellung der Überlastsicherung gilt nicht als Überbrücken, sofern der Kran innerhalb der in der Betriebsanleitung angegebenen Tragfähigkeit betrieben wird, für die er konstruiert ist.

Wenn die Überlastsicherung für Unbefugte zugänglich ist, muss sie so konstruiert sein, dass die Sicherung nicht ohne Werkzeug umgangen werden kann.

4.4.3.4 Windmesser

Mit Ausnahme von Schnellmontagekränen mit einer Hakenhöhe von weniger als 30 m sind Turmdrehkrane mit einem Windmesser auszustatten, gemessen am horizontalen Ausleger.

Bei allen Turmdrehkränen muss eine spezielle Halterung am Kran angebracht werden, die die Installation eines Windmessers vor dem Betrieb ermöglicht, um sicherzustellen, dass der Kranführer die Informationen zur Verfügung hat.

Der Windmesser-Sensor muss in einem Bereich positioniert werden, der durch keine Abschirmung der Turmdrehkrankonstruktion, einschließlich des Auslegers, bei Wind aus einer beliebigen Richtung wesentlich beeinträchtigt wird.

Dazu kann es erforderlich sein, mehr als einen Windmesser-Sensor zu montieren, so dass sich ein Sensor in ungestörter Luft befindet und die Anzeige/Warnung den höheren Messwert registriert.

Der Windmesser muss die über eine maximale Dauer von 3 s gemittelte Böenwindgeschwindigkeit messen (siehe EN 13001-2:2014, 4.2.3.1).

Wird ein Windmesser eingebaut, sind dem Kranfahrer die entsprechenden Informationen zur Windstärke zu übermitteln, wobei diese Übermittlung auf unterschiedliche Weise erfolgen kann (Geschwindigkeitsanzeige, optisches Signal, akustisches Signal). In jedem Fall muss es eine Warn- und eine Alarmstufe für den Fahrer geben. Für den Fall, dass als Anzeige optische Signale genutzt werden, siehe Tabelle 11 für die Auswahl der Farbe.

4.4.3.5 Anforderungen für kabellose Steuersysteme

Kabellose Steuersysteme für Turmdrehkrane müssen nach EN 60204-32:2008 und EN 62745:2017 gestaltet sein.

Die zulässige Zeitverzögerung zur Auslösung des Stoppbefehls nach EN 60204-32:2008, 9.2.7.3, angepasst für Turmdrehkrane, beträgt 1,0 s.

4.4.3.6 Anforderungen an die Bereitstellung von Antikollisionseinrichtungen und Arbeitsbereichsbegrenzern an Turmdrehkränen

Jeder Turmdrehkran muss so beschaffen sein, dass er mit einer Antikollisionseinrichtung und einem Arbeitsbereichsbegrenzer ausgerüstet werden kann.

Diese Einrichtung muss Bewegungen stoppen, um ein Eindringen in den Arbeitsbereich eines anderen Krans oder in eine Sperrzone zu vermeiden, und muss ein Umkehrsystem vorsehen.

Jeder Befehl oder jedes Signal, das die Einrichtung an den Kran sendet, muss die entsprechende Aktion des Steuersystems des Krans innerhalb einer Ansprechzeit von maximal 0,5 s auslösen.

Die Kranhersteller müssen die Anschlussstellen bestimmen, die erforderlich sind, damit die Einrichtung die Bewegungen und die Funktion des Krans beeinflussen kann.

Die Auswahl hinsichtlich dieser Anschlussstellen und die Befehle müssen so sein, dass die Aktionen der Einrichtung mit den üblichen Antriebseigenschaften der Krantriebwerke kompatibel sind (Verlangsamen vor dem Anhalten von Bewegungen mit hoher Trägheit, Einsatz mechanischer Bremsen).

Eine Schnittstelle, die für den Einbau der Einrichtung zur Beeinflussung der Kranbewegung erforderlich ist, muss sich in einem dafür bestimmten Anschluss oder an einem entsprechenden Kabel befinden. Dieser Anschluss bzw. das Kabel ist an allen Kränen vorzusehen, ausgenommen sind Schnellmontagekrane.

Wenn die Sensorsignale nicht vom Kran bereitgestellt werden, müssen am Kran Vorrichtungen für den Einbau der vom Hersteller der Antikollisionseinrichtung bereitgestellten Sensoren vorhanden sein.

Die Anforderungen an den Turmdrehkran müssen EN 17076:2020, 5.2.3, 5.2.4, 5.3 und, sofern zutreffend, 5.2.2, 5.2.5 entsprechen.

4.4.3.7 Am Kran befindliche Anzeigen

4.4.3.7.1 Allgemeines

Im Allgemeinen muss jeder Turmdrehkran mit Anzeigegeräten, Anzeigevorrichtungen, Anzeigern und/oder Signalgebern entsprechend den in diesem Dokument und in EN 12077-2:1998+A1:2008 und EN 13557:2003+A1:2008 genannten Anforderungen ausgestattet sein.

Turmdrehkrane müssen mit einem Stellantrieb am Steuerstand ausgestattet sein, der eine akustische Warnvorrichtung (Hupe) aktiviert, um Personen in der Nähe des Krans zu warnen.

4.4.3.7.2 Tragfähigkeitsanzeigen

Jeder Turmdrehkran muss mit einer Anzeigeeinrichtung oder einem Anzeigegerät am Steuerstand ausgestattet sein, das die aktuelle Last, die aktuelle Ausladung und die maximale Ausladung, bis zu der die Last bewegt werden darf, anzeigt.

Eine Tragfähigkeitsanzeige muss bei Erreichen und Überschreiten von 90 % der tatsächlichen Tragfähigkeit eine Warnung und bei Überschreiten von 100 % der tatsächlichen Tragfähigkeit einen Alarm auslösen.

Die Tragfähigkeitsanzeige oder das Anzeigegerät muss entsprechend dem tatsächlichen Rüstzustand des Krans arbeiten und entsprechende Informationen liefern.

4.4.3.7.3 Windwarnanzeige

Jeder Turmdrehkran sollte mit einem Anzeigegerät oder einer Anzeigeeinrichtung ausgestattet sein, die die aktuelle Böenwindgeschwindigkeit nach 4.4.3.4 anzeigt.

Eine Windwarnanzeige muss bei Erreichen und Überschreiten der aktuellen Windwarnstufe eine Warnung und bei Überschreiten der Windalarmstufe einen Alarm ausgeben.

Eine Windwarnanzeige oder ein Anzeigegerät muss Informationen entsprechend der aktuellen Betriebsart liefern.

4.4.3.7.4 Kranfahranzeige

Jeder fahrbare Turmdrehkran muss mit einer externen Anzeigeeinrichtung ausgestattet sein, die während der Fahrbewegung des Krans aktiviert wird. Sie muss am Fahrgestell in einer Höhe angebracht sein, die für Personen am Boden, auf der unteren Bezugsebene (des Krans) und in beiden Fahrtrichtungen gut sichtbar oder hörbar ist.

4.4.3.7.5 Optische und akustische Anzeigen

Spezifische Anforderungen an die Art der optischen oder akustischen Anzeigen bei Turmdrehkränen sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11 — Anzeigen am Kran

Beschreibung	Optisches Signal		Akustisches Signal	
	intern ^a	extern ^b	intern ^a	extern ^b
90 % der Tragfähigkeit erreicht und überschritten	gelb permanent	gelb permanent ^c	Summer ^{c d}	-
100 % der Tragfähigkeit überschritten	rot permanent	rot permanent ^c	Summer ^d	Hupe
Kranfahrt aktiv	-	gelb blinkend	-	Hupe oder Klingel ^c
Windwarnstufe	gelb blinkend	gelb blinkend ^c	Summer ^{c d}	-
Windwarnstufe überschritten	rot blinkend	rot blinkend ^c	Summer ^d	Hupe ^c
Funkfernsteuerung aktiv	-	grün permanent	-	-
Kran im Betriebsmodus zum freien Drehen	-	grün blinkend ^{c f}	-	-
Antikollisionseinrichtung setzt den Steuerbefehl außer Kraft	weiß permanent ^e	-	Summer ^{c d}	-
Antikollisionseinrichtung außer Kraft gesetzt	-	weiß blinkend	-	-
^a Interne Vorrichtung, optisches oder akustisches Signal zur Information des Kranführers am Steuerstand im Führerhaus oder an der Fernsteuerung. ^b Externe Vorrichtung, optisches oder akustisches Signal zur Information aller Personen auf der Baustelle, in der Nähe des Krans. ^c Signal ist eine optionale Maßnahme.				

Beschreibung	Optisches Signal		Akustisches Signal	
	intern ^a	extern ^b	intern ^a	extern ^b
d	Kranführer darf akustisches Signal quittieren.			
e	Die Informationen können von der Antikollisionseinrichtung angegeben werden.			
f	Die Lichtintensität kann angepasst werden, um eine Belästigung in der Nacht zu vermeiden.			

Es dürfen andere Vorrichtungen als eine Signallampe zur Anzeige der internen optischen Signale verwendet werden, die gleichwertige Informationen bereitstellen, z. B. eine Anzeigeeinheit am Steuerstand.

4.4.4 Beleuchtung

Es ist eine fest installierte, nicht blendende Betriebsbeleuchtung so einzubauen, dass die erforderliche Ausleuchtung der Stellteile sichergestellt ist. Die Mindestbeleuchtungsstärke beträgt 50 Lux.

Wenn die allgemeine Flächenbeleuchtung in einem Schaltschrank nicht ausreicht, muss eine zusätzliche Beleuchtung vorgesehen werden. Bei Wartungsarbeiten muss die Beleuchtungsstärke mindestens 200 Lux betragen, was durch eine bewegliche Beleuchtung erreicht werden kann.

4.5 Konstruktionsanforderungen an Zugang und trennende Schutzeinrichtungen

4.5.1 Trennende Schutzeinrichtungen

4.5.1.1 Gefährdung durch Quetschen zwischen sich bewegenden Teilen

Getriebeteile wie Antriebswellen, Kupplungen, die sich nach EN ISO 13857:2019 in Reichweite von Personen befinden, müssen mit trennenden Schutzeinrichtungen ausgestattet sein, um Kontakt zu verhindern.

Für andere bewegliche Teile, die sich im Bereich des Zugangs vom Typ 1 befinden, müssen Sicherheitsabstände nach EN ISO 13857:2019 eingehalten werden oder es müssen trennende Schutzeinrichtungen vorgesehen werden.

Trennende Schutzeinrichtungen müssen EN ISO 14120:2015 entsprechen, sofern in diesem Dokument nichts anderes festgelegt ist.

Verriegelungseinrichtungen müssen EN ISO 14119:2013 entsprechen.

Nicht trennende Schutzeinrichtungen müssen der Normenreihe EN 61496 oder der Normenreihe EN ISO 13856 entsprechen.

Der Zugang zu beweglichen Fässern, die sich an Zugängen des Typs I befinden, muss durch trennende oder nicht trennende Schutzeinrichtungen verhindert werden.

Es müssen Vorrichtungen vorgesehen werden, die jede Bewegung von Trommeln stoppen, die sich an Zugängen des Typs I und in Reichweite von Personen befinden.

Seile, Rollen und Seilführungen müssen nach EN 13135:2013+A1:2018, 5.3.6, mit trennenden Schutzeinrichtungen versehen sein.

ANMERKUNG Für Vorkehrungen für die Kranfahrbewegung, siehe 4.4.3.7.4 und 6.2.5 c).

Ein Laufkran muss mit einer Warnvorrichtung ausgestattet sein, die während der Fahrbewegung des Krans aktiviert wird. Wenn die Warnvorrichtung eine Leuchte ist, siehe 4.4.3.7.5.

4.5.1.2 Anforderungen an Wartung und Montage

Wenn für die Wartung (z. B. Inspektion des Hubseils) eine Bewegung erforderlich ist und trennende Schutzeinrichtungen geöffnet oder entfernt wurden oder Sicherheitsabstände nicht eingehalten werden können, müssen Vorrichtungen (z. B. eine die Bewegung zulassende Steuerung mit selbsttätiger Rückstellung) vorgesehen werden, um die Bewegung durch die Person in der Nähe der sich bewegenden Teile zu ermöglichen.

4.5.2 Zugang

4.5.2.1 Allgemeines

Die Konstruktionsanforderungen für den Zugang müssen Folgendem entsprechen:

- EN 13586:2004+A1:2008 mit den in Tabelle 12 aufgeführten Änderungen;
- zusätzlichen Anforderungen speziell für Turmdrehkrane;
- Tabelle 2 dieses Dokuments.

Die Zugangsmöglichkeiten schließen das Durchqueren der Kranstruktur ein, selbst wenn die Abmessungen nicht EN 13586:2004+A1:2008 entsprechen.

Tabelle 12 — Konstruktionsanforderungen für den Zugang

Abschnitt in EN 13586:2004+ A1:2008	Thema	Änderung	Abschnitt in diesem Dokument
6.2.8	Gefährdung durch Quetschen zwischen sich bewegenden Teilen	ergänzt durch	4.5.1.1
6.4.1 und Tabelle 4	Spinnenleitern	ergänzt durch	4.5.2.2
6.5.1	Rückenschutz	ergänzt durch	4.5.2.3
6.6	Laufstege (2. Absatz) und Mannlöcher	ergänzt durch	4.5.2.4, 4.5.2.5
6.7	Seitenschutz	ergänzt und geändert durch	4.5.2.5

4.5.2.2 Spinnenleitern

Spinnenleitern müssen nach EN 13586:2004+A1:2008, 6.4.1 und in der in diesem Dokument geänderten Fassung ausgelegt werden.

Für alle Arten von Turmdrehkränen muss der Zugang zu höhenverstellbaren Steuerständen ein Zugang des Typs 1 nach EN 13586:2004+A1:2008 mit Ruheplattformen sein, die nach jedem Abschnitt der Leiter mit einem Seitenschutz nach 4.5.2.5 ausgestattet sind.

Öffnungen für den vertikalen Zugang durch die Ruheplattform dürfen sich nicht direkt unter der oberen Leiter befinden oder müssen durch eine Luke verschlossen sein.

- a) Für Krane, die mit Elementen montiert werden: Der erste Abschnitt der Leiter darf maximal 10 m lang sein. Alle nachfolgenden Abschnitte dürfen maximal 6 m lang sein.