

DIN EN 13001-3-5

ICS 53.020.20; 53.020.30

Ersatz für
DIN CEN/TS 13001-3-5
(DIN SPEC 1186):2010-11

**Krane –
Konstruktion allgemein –
Teil 3-5: Grenzzustände und Sicherheitsnachweise von geschmiedeten
Haken;
Deutsche Fassung EN 13001-3-5:2016**

Cranes –
General design –
Part 3-5: Limit states and proof of competence of forged hooks;
German version EN 13001-3-5:2016

Appareils de levage à charge suspendue –
Conception générale –
Partie 3-5: Etats limites et vérification des crochets forgés;
Version allemande EN 13001-3-5:2016

Gesamtumfang 80 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane - Sicherheit“ (Sekretariat: BSI, Vereinigtes Königreich) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 13001-3-5:2016.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 060-22-10 AA „Lenkungsausschuss Krane und Hebezeuge“ sowie im Arbeitskreis NA 060-22-10-21 AK „Konstruktion - allgemein (SpA CEN/TC 147/WG 2 u. SpA ISO/TC 96/SC 10)“ im Fachbereich „Krane und Hebezeuge“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Kranen und Hebezeugen sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm 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.

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

Anmerkung zu der deutschen Übersetzung hinsichtlich der benutzten Terminologie und Anwendung des Dokumentes in der Praxis:

Ein besonderes Augenmerk ist auf die Unterscheidung zwischen der **Belastungsprüfung (en: Test Load)** und der **Prüfbelastung (en: Proof Loading)** zu richten.

Die Belastungsprüfung ist für alle Lasthaken im Betrieb obligatorisch (siehe 7.4), entweder durch einen separaten Test des Lasthakens oder durch einen Test des Hakens zusammen mit dem Kran und dient der Sicherheit im Betrieb.

Die Prüfbelastung hingegen (siehe 4.5 und Anhang K) ist als optionaler Teil des Herstellungsprozesses zu sehen und hinterlässt bleibende Verformungen.

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

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 13001-3-5 (DIN SPEC 1186):2010-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der Normativen Verweisungen und der Literaturhinweise;
- b) Aktualisierung der Anforderungen;
- c) Aufnahme eines informativen Anhangs ZA über den Zusammenhang dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 13001-3-5 (DIN SPEC 1186): 2010-11

Deutsche Fassung

Krane —
Konstruktion allgemein —
Teil 3-5: Grenzzustände und Sicherheitsnachweise
von geschmiedeten Haken

Cranes —
General design —
Part 3-5: Limit states and proof of competence
of forged hooks

Appareils de levage à charge suspendue —
Conception générale —
Partie 3-5: Etats limites et vérification
des crochets forgés

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Mai 2016 angenommen.

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

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

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



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole und Abkürzungen	9
4 Allgemeine Anforderungen	12
4.1 Werkstoffe	12
4.1.1 Allgemeines	12
4.1.2 Typische Normen und Sorten	14
4.1.3 Klassifizierung von Hakenwerkstoffen	14
4.2 Verarbeitung	14
4.3 Fertigungstoleranzen von Schmiedestücken	15
4.4 Wärmebehandlung	15
4.5 Kaltumformung durch Prüfbelastung	15
4.6 Geometrie des Hakenkörpers	16
4.7 Bearbeitung des Hakenschaftes	17
4.8 Mutter	18
4.9 Wirkung der Hakenaufhängung	18
5 Statische Festigkeit	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Bemessungsvertikalkraft	19
5.3 Bemessungshorizontalkraft	20
5.4 Biegemoment des Schaftes	20
5.4.1 Allgemeines	20
5.4.2 Biegemoment bei horizontaler Krafteinwirkung	20
5.4.3 Biegemoment bei Schräglage der Hakenaufhängung	21
5.4.4 Biegemoment bei Exzentrizität der Vertikalkraft	22
5.4.5 Ausnahmefall für Doppelhaken	23
5.4.6 Bemessungsbiegemoment des Schaftes	23
5.5 Hakenkörper, Bemessungsspannungen	24
5.5.1 Lasteinwirkungen	24
5.5.2 Verfahren zur Berechnung von Spannungen	25
5.5.3 Bemessungsspannungen	25
5.6 Bemessungsspannungen des Hakenschaftes	26
5.7 Haken, Nachweis der statischen Festigkeit	26
5.7.1 Allgemeines zu Hakenkörper und Hakenschaft	26
5.7.2 Nachweis für Hakenkörper anhand des Grenzwertes der statischen Bemessungskraft	27
6 Ermüdungsfestigkeit	28
6.1 Allgemeines	28
6.2 Bemessungsvertikalkraft für die Ermüdungsfestigkeit	28
6.3 Bemessungshorizontalkraft für die Ermüdungsfestigkeit	28
6.4 Bemessungsbiegemoment für die Ermüdungsfestigkeit des Schaftes	29
6.4.1 Biegemoment bei horizontaler Krafteinwirkung	29

6.4.2	Biegemoment bei Schräglage der Hakenaufhängung	29
6.4.3	Biegemoment bei Exzentrizität der Vertikalkraft.....	30
6.5	Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Hakenkörpern.....	30
6.5.1	Berechnung der Bemessungsspannung.....	30
6.5.2	Spannungsverlauf im Allgemeinen	30
6.5.3	Spannungsverlauf anhand der Betriebsklassen	31
6.5.4	Grenzwert der Bemessungsspannung für die Ermüdungsfestigkeit.....	32
6.5.5	Durchführung des Nachweises	34
6.5.6	Nachweis von Hakenkörpern anhand des Grenzwerts der Bemessungskraft für die Ermüdungsfestigkeit.....	34
6.6	Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Hakenschäften	35
6.6.1	Allgemeines	35
6.6.2	Berechnung der Bemessungsspannung.....	35
6.6.3	Spannungsspiele	36
6.6.4	Grundwert der Ermüdungsfestigkeit des Werkstoffs.....	37
6.6.5	Geometrisch bedingte Spannungskonzentrationsfaktoren.....	37
6.6.6	Ermüdungsfestigkeit von gekerbten Schäften.....	38
6.6.7	Einfluss der Mittelspannung	38
6.6.8	Spannungstransformation auf Mittelspannung null	39
6.6.9	Spannungsverlaufparameter im Allgemeinen.....	40
6.6.10	Spannungsverlaufparameter anhand der Betriebsklassen.....	40
6.6.11	Durchführung des Nachweises	41
6.7	Ermüdungsgerechte Konstruktion von Hakenschäften für eigenständige Haken.....	42
7	Verifizierung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	42
7.1	Allgemeines	42
7.2	Prüfumfang und Probenahme	42
7.3	Prüfung der mechanischen Eigenschaften.....	42
7.4	Belastungsprüfung.....	43
8	Benutzerinformationen	43
8.1	Wartung und Prüfung	43
8.2	Kennzeichnung.....	44
8.3	Sichere Handhabung	45
Anhang A (informativ) Reihen von Einfachhaken.....		46
A.1	Serie von Einfachhaken des Typs RS/RSN, Maße der Schmiedestücke	46
A.2	Serie von Einfachhaken des Typs RF/RFN, Maße der Schmiedestücke.....	48
A.3	Serie von Einfachhaken des Typs B, Maße für Schmiedestücke.....	49
Anhang B (informativ) Serie von Doppelhaken des Typs RS/RSN und RF/RFN, Maße der Schmiedestücke		50
Anhang C (informativ) Maßtoleranzen von Schmiedestücken.....		52
Anhang D (normativ) Grenzwerte der statistischen Bemessungskräfte von Hakenkörpern.....		53
D.1	Grenzwerte der statischen Bemessungskräfte von Hakenkörpern für Haken des Typs RS und RF.....	53
D.2	Grenzwerte der statischen Bemessungskräfte von Hakenkörpern für Hakenserien des Typs B, mit zusätzlichen Werkstoffen.....	54
Anhang E (normativ) Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit von Hakenkörpern		55
E.1	Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit von Hakenkörpern für Haken des Typs RS und RF	55
E.2	Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit für Hakenserien des Typs B, mit zusätzlichen Werkstoffen.....	56
Anhang F (informativ) Reihen von Hakenschaft- und Gewindeausführungen.....		57
F.1	Serie von Hakenschaft- und Gewindeausführungen mit Rundgewinde.....	57

F.2	Serie von Hakenschaft- und Gewindeausführungen mit metrischem Gewinde.....	59
F.3	Serie von Hakenschaft- und Gewindeausführungen mit modifiziertem metrischem Gewinde.....	61
F.4	Hakenschaft- und Gewindeausführungen für Haken des Typs B.....	63
Anhang G (normativ) Biegung gekrümmter Balken.....		65
G.1	Grundgleichungen zur Spannungsberechnung.....	65
G.2	Näherungswert für das Referenzträgheitsmoment.....	66
Anhang H (normativ) Berechnung des Kippwiderstandes der Hakenaufhängung mit Scharniergelenkverbindung oder Seiltrieb.....		68
H.1	Allgemeines	68
H.2	Scharniergelenkverbindung des Hakens.....	69
H.3	Gelenkigkeit einer Hakenaufhängung durch einen Seiltrieb mit Seilausgleich.....	69
Anhang I (informativ) Anleitung zur Auswahl der Hakenkörpergröße mit Hilfe der Anhänge D und E.....		72
I.1	Allgemeines	72
I.2	Fallbeschreibung	72
I.3	Nachweis der statischen Festigkeit.....	72
I.4	Nachweis der Ermüdungsfestigkeit.....	73
I.5	Endgültige Auswahl des Hakens	73
Anhang J (normativ) Vom Hakenhersteller bereitzustellende Informationen		74
Anhang K (informativ) Richtlinie zur Kaltumformung bei Prüfbelastung.....		75
Anhang L (informativ) Auswahl einer geeigneten Gruppe von Krannormen für eine gegebene Anwendung.....		76
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG.....		77
Literaturhinweise.....		78

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13001-3-5:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Krane — Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 13001-3-5:2010.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2017 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

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

Die Hauptänderungen in dieser Norm, verglichen mit CEN/TS 13001-3-5, befinden sich in 4.1, 4.2, 6.5, Abschnitt 7 und Anhang K (umnummerierter Anhang J). Es wurde ein neuer Anhang C hinzugefügt. Anhänge E und F sind gelöscht worden. Zu den Anhängen A und B wurden neue Hakengrößen hinzugefügt.

Diese Europäische Norm ist ein Teil der EN 13001-Reihe. Die anderen Teile sind:

- Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen
- Teil 2: Lasteinwirkungen
- Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Stahltragwerken
- Teil 3-2: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Drahtseilen in Seiltrieben
- Teil 3-3: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Lauftrad/Schiene-Kontakten
- Teil 3-4: Grenzzustände und Sicherheitsnachweise für Maschinenbauteile — Lager¹⁾
- Teil 3-6: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Maschinenbauteilen — Hydraulikzylinder²⁾

Zum Zusammenhang mit anderen Europäischen Normen für Krane siehe Anhang L.

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

1) Derzeit zur Umfrage vorgelegt.

2) Derzeit zur Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Diese Europäische Norm wurde mit dem Ziel erarbeitet, als ein Instrument für die mechanische Konstruktion und den theoretischen Sicherheitsnachweis für Krane zu dienen, um den wesentlichen Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen zu entsprechen. Ferner schafft diese Europäische Norm Schnittstellen zwischen Betreiber (Käufer) und Konstrukteur sowie Konstrukteur und Hersteller von Bauteilen, um somit eine Grundlage für die Auswahl von Kranen und Bauteilen zu bilden.

Diese Europäische Norm ist eine Typ-C-Norm, wie in EN ISO 12100 angegeben.

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

Wenn Bestimmungen dieser Typ-C-Norm von denen abweichen, die in Typ-A- oder -B-Normen festgelegt sind, haben die Festlegungen dieser Typ-C-Norm für Maschinen Vorrang über die Bestimmungen der anderen Normen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm ist zusammen mit EN 13001-1 und EN 13001-2 zu verwenden und als solche legen sie die allgemeinen Bedingungen, Anforderungen und Methoden fest, um durch Konstruktion und theoretischen Sicherheitsnachweis mechanische Gefährdungen an Kranhaken zu verhindern.

Diese Europäische Norm gilt für folgende Hakenteile und Hakenarten:

- alle Arten von geschmiedeten Hakenkörpern;
- bearbeitete Hakenschäfte mit Gewinde-/Mutter-Aufhängung.

Die Grundsätze der Europäischen Norm können auf bearbeitete Hakenschäfte im Allgemeinen angewendet werden. Jedoch müssten Spannungskonzentrationsfaktoren, die für Konstruktionen von Bedeutung sind, die nicht in dieser Norm angegeben sind, bestimmt und angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Gusshaken und Lamellenhaken, die aus einem oder mehreren parallel angeordneten Blechen aus Walzstahl zusammengesetzt sind, sind nicht Gegenstand dieser Europäischen Norm.

Im Folgenden sind signifikante Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse aufgeführt, die zu Risiken für den Menschen während des normalen Gebrauchs und bei vorhersehbarem Missbrauch führen könnten. Abschnitte 4 bis 8 dieses Dokuments sind notwendig, um Risiken, die mit nachfolgend genannten Gefährdungen verbunden sind, zu reduzieren oder zu beseitigen:

- a) Überschreiten der Festigkeitsgrenzwerte (Fließen, Bruch, Ermüdung);
- b) Überschreiten der Temperaturgrenzwerte des Werkstoffs.

Die Anforderungen dieser Europäischen Norm sind im Hauptteil des Dokuments beschrieben und gelten für geschmiedete Hakenkonstruktionen im Allgemeinen.

Die häufig verwendeten Hakenkörper- und Hakenschaft-Konstruktionen, die in den Anhängen A, B und F aufgelistet sind, dienen nur als Beispiel und sollten nicht als Anforderungen dieser Europäischen Norm verstanden werden. Anhang I gibt Richtlinien zur Auswahl einer Hakengröße für Hakenkörper nach Anhang A oder B. Die Auswahl der Hakenform ist nicht auf die in den Anhängen A und B dargestellten Formen beschränkt.

Diese Europäische Norm gilt für Krane, die nach dem Datum der Veröffentlichung dieser Europäischen Norm durch CEN gefertigt werden, und dient als Referenzgrundlage für Produktnormen für spezielle Kranarten.

ANMERKUNG 2 Dieser Teil der EN 13001 befasst sich nur mit der Methode der Grenzzustände nach EN 13001-1.

2 Normative Verweisungen

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

EN 10025-3, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

EN 10083-3, *Vergütungsstähle — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für legierte Stähle*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10222-4, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

EN 10228-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 1: Magnetpulverprüfung*

EN 10228-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 2: Eindringprüfung*

EN 10228-3, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 3: Ultraschallprüfung von Schmiedestücken aus ferritischem oder martensitischem Stahl*

EN 10250-1, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 10250-2, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung — Teil 2: Unlegierte Qualitäts- und Edelstähle*

EN 10250-3, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung — Teil 3: Legierte Edelstähle*

EN 10254, *Gesenkschmiedeteile aus Stahl — Allgemeine technische Lieferbedingungen*

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

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

EN 13001-3-2, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-2: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Drahtseilen in Seiltrieben*

EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1)*

EN ISO 642, *Stahl — Stirnabschreckversuch (Jominy-Versuch) (ISO 642)*

EN ISO 643, *Stahl — Mikrophotographische Bestimmung der erkennbaren Korngröße (ISO 643)*

EN ISO 898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-2)*

EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287)*

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1)*

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

ISO 965-1, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 1: Principles and basic data*

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

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100:2010 und ISO 4306-1:2007 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Hakenschaft

Hakenoberteil, mit dem der Haken am Hubwerk des Kranes eingehängt wird

3.1.2

Hakenkörper

unterer, gebogener Teil des Hakens unterhalb des Schaftes

3.1.3

Hakengrund

Unterteil des Hakenkörpers, auf dem das Lastaufnahmemittel aufliegt

3.1.4

Gelenkverbindung des Hakens

Merkmal der Hakenaufhängung, das dem Haken Kippbewegungen in Richtung der schrägen Belastungslinie ermöglicht

3.1.5

eigenständiger Haken

Haken, der als Teil oder als Komponente einer Hakenflasche konstruiert, gefertigt und für den Markt freigegeben wurde und an keine(n) bestimmten Kranarten oder Anwendungsfall gebunden ist

3.1.6

Gesamtverformungsverhältnis

Verhältnis der Fläche des gegossenen Querschnitts zur Fläche des geschmiedeten Querschnitts

ANMERKUNG In der Fachliteratur können die folgenden Begriffe auch hierfür verwendet werden: Reduktionsrate, Reduktionsverhältnis, Schmiedereduktion.

3.2 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbole, Abkürzungen	Bezeichnung
A_{d1}	Querschnittsfläche des geschmiedeten Schaftes
A_{d4}	Querschnittsfläche des kritischen Hakenschaftquerschnitts
A_v	Mindestkerbschlagzähigkeit des Werkstoffs
a	Beschleunigung
a_1	Kreisdurchmesser des Hakengrundes
a_2	Hakenmaulöffnung
a_3	Höhe der Hakenspitze
$b_{\max}$	Maximalbreite des kritischen Hakenkörperquerschnitts
b_{ref}	Referenzbreite
C	Gesamtzahl der Arbeitszyklen während der Bemessungslebensdauer des Kranes

Symbole, Abkürzungen	Bezeichnung
C_t	Relativer Kippwiderstand der Hakenaufhängung
c_e	Beiwert für die Lastexzentrizität
D	Akkumulierte Schädigung (Hypothese von Palmgren-Miner)
d_1	Durchmesser des geschmiedeten Schaftes
d_3	Gewindenenddurchmesser
d_4	Durchmesser des Unterschnitts am Schaft
d_5	Gewindekerndurchmesser
e_R	Abstand der vertikalen Lastlinie von der Schaftmittellinie
F	Vertikalkraft
F_H	Vertikalkraft am Haken infolge nicht-regelmäßiger oder außergewöhnlicher Lasteinwirkungen
$F_{Rd,s}, F_{Rd,f}$	Grenzwert der Bemessungskräfte für die statische bzw. Ermüdungsfestigkeit
$F_{Sd,s}$	Bemessungsvertikalkraft zum Nachweis der statischen Festigkeit
$F_{Sd,f}$	Bemessungsvertikalkraft zum Nachweis der Ermüdungsfestigkeit
f_1, f_2, f_3	Weitere Einflussfaktoren
f_{Rd}	Grenzwert der Bemessungsspannung
f_y	Fließgrenze
f_u	Bruchfestigkeit
g	Beschleunigung durch Schwerkraft $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
$H_{Sd,s}$	Bemessungshorizontalkraft des Hakens
$H_{Sd,f}$	Bemessungshorizontalkraft zum Nachweis der Ermüdungsfestigkeit
h_1, h_2	Querschnittshöhen des Hakenkörpers
h	Vertikaler Abstand vom tiefsten Punkt des Hakengrundes zur Gelenkachse
h_s	Vertikaler Abstand vom tiefsten Punkt des Hakengrundes zum kritischen Querschnitt des Hakenschaftes
i	Index für ein Hubspiel oder Spannungsspiel
I	Referenzträgheitsmoment für gekrümmte Balken
I_{d1}	Trägheitsmoment des geschmiedeten Schaftes
I_{d4}	Trägheitsmoment des kritischen Querschnitts des Hakenschaftes
k_C	Umrechnungsfaktor für Spannungskollektiv und Betriebsklasse
k_h, k_s	Spannungskollektivbeiwerte
k_Q	Lastkollektivbeiwert nach EN 13001-1
k_5^*	Spezifische Verhältniszahl des Lastkollektivs, $m = 5$
lg	Logarithmus zur Basis 10
M_1, M_2, M_3, M_4	Biegemomente des Hakenschaftes
$M_{1,f,i}, M_{2,f,i}, M_{3,f,i}$	Biegemomente des Hakenschaftes für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit, Hubspiel i

Symbole, Abkürzungen	Bezeichnung
$M_{Sd,s}$	Statisches Bemessungsbiegemoment
m	Wert der inversen Steigung der charakteristischen Bemessungs-Wöhlerlinie
m_{RC}	Masse der Hubnennlast
m_i	Masse der Hakenlast in einem Hubspiel i
N	Gesamtzahl der Spannungsspiele/Hubspiele
N_D	Referenzzahl der Spannungsspiele, $N_D = 2 \times 10^6$
p	Gewindesteigung
p_a	Durchschnittliche Beschleunigungsanzahl je Hubspiel
R	Krümmungsradius des Hakenkörpers
R_a	Durchschnittliche Tiefe des Oberflächenprofils nach EN ISO 4287:1998
R_z	Maximale Tiefe des Oberflächenprofils nach EN ISO 4287:1998
r_g	Übergangsradius des Unterschnitts
r_{th}	Radius im Gewindegrund
s	Länge des Unterschnitts
s_h, s_s	Spannungsverlaufsparameter
s_Q	Lastverlaufsparameter
t	Gewindetiefe
T	Betriebstemperatur
u_S, u_T	Kerbtiefen
α	Winkel
α_S, α_T	Spannungskonzentrationsfaktoren
β	Winkel oder Richtung der Hakenschräglage
$\beta_n, \beta_{nS}, \beta_{nT}$	Kerbwirkungszahlen
ϕ_2	Dynamischer Beiwert für das Heben einer frei beweglichen Last vom Boden
ϕ_5	Dynamischer Beiwert für Änderungen der Beschleunigung einer Bewegung
γ_n	Risikobeiwert
γ_p	Teilsicherheitsbeiwert
γ_m	Allgemeiner Widerstandsbeiwert
γ_{sm}	Spezifischer Widerstandsbeiwert
γ_{Hf}, γ_{Sf}	Spezifische Widerstandsbeiwerte für die Ermüdungsfestigkeit
η_1	Randabstand eines Hakenkörperquerschnitts
ν	Beiwert für die Lastkomponente
ν_h, ν_s	Relative Spannungsspielzahlen
μ	Beiwert für den Mittelspannungseinfluss
σ_a	Schaftspannung durch Axialkraft
σ_b	Schaftspannung durch Biegemoment

Symbole, Abkürzungen	Bezeichnung
σ_m	Mittelspannung eines Spannungsspiels
σ_A	Spannungsamplitude eines Spannungsspiels
σ_{Sd}	Bemessungsspannung
σ_M	Grundwert der Spannungsamplitude für die Ermüdungsfestigkeit eines ungekerbten Prüfkörpers
σ_p	Gesamtschwingbreite in einem Schwellbeanspruchungszyklus
σ_W	Spannungsamplitude für die Ermüdungsfestigkeit eines gekerbten Bauteils
$\sigma_{Tmax}, \sigma_{T1}, \sigma_{T2}$	Transformierte Spannungsamplituden
$\Delta\sigma_c$	Charakteristischer Wert der Ermüdungsfestigkeit
$\Delta\sigma_{Rd}$	Grenzwert der Bemessungsspannung für die Ermüdungsfestigkeit
$\Delta\sigma_{Sd,i}$	Schwingbreite in einem Hubspiel i
$\Delta\sigma_{Sd,max}$	Maximale Schwingbreite

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Werkstoffe

4.1.1 Allgemeines

Der Hakenwerkstoff muss die Anforderungen von diesem Abschnitt erfüllen, unabhängig von der geltenden Werkstoffnorm (siehe 4.1.2) und unabhängig davon, ob die Klassifizierung des Werkstoffs gilt oder nicht (siehe 4.1.3).

Der Hakenwerkstoff muss im Fertigerzeugnis über eine ausreichende Duktilität verfügen, um sich bleibend zu verformen, bevor die Last nicht mehr gehalten werden kann, wobei der für den Einsatz des Hakens spezifizierte Temperaturbereich zu berücksichtigen ist. Der Hakenwerkstoff muss insbesondere die folgenden Bedingungen erfüllen.

- das Verhältnis der Bruchfestigkeit (f_u) zur Fließgrenze (f_y) $f_u / f_y \geq 1,2$;
- die prozentuale Bruchdehnung $A \geq 10 \%$ auf einer Messlänge $L_0 = 5,65 \times \sqrt{S_0}$ (dabei ist S_0 die originale Querschnittsfläche).

Nach dem Schmieden und der Wärmebehandlung muss der Hakenwerkstoff mit einer V-Probe eine Mindestkerbschlagzähigkeit nach Tabelle 2 aufweisen.

Tabelle 2 — Kerbschlagprüfanforderung an den Hakenwerkstoff

Betriebstemperatur	Prüf­temperatur	Mindestwert der Kerbschlag­zähigkeit A_v
$T \geq 0\text{ °C}$	+20 °C	27 J
$T \geq -20\text{ °C}$	-0 °C	27 J
$T \geq -30\text{ °C}$	-20 °C	27 J
$T \geq -40\text{ °C}$	-30 °C	35 J
$T \geq -50\text{ °C}$	-40 °C	35 J

Um die Anforderungen der Betriebstemperatur zu befriedigen, muss der Hersteller den Stahl auswählen, der die gewählten Werkstoffeigenschaften unter Berücksichtigung der individuellen maßgeblichen Dicken der Haken nach geeigneter Wärmebehandlung für die gewählte Hakenform erfüllen können muss.

Der Stahl muss vollständig beruhigt, gegen Spannungsversprödung stabilisiert sein, sicherzustellen durch einen ausreichenden Aluminiumgehalt (Minimum von 0,025 %). Der Stahl muss eine austenitische Korngröße, nach EN ISO 643, von 8 oder feiner haben.

Der Stahl darf nicht mehr Schwefel und Phosphor enthalten als die in Tabelle 3 vorgegeben Grenzen.

Tabelle 3 — Schwefel- und Phosphorgehalt

Element	Maximaler Massengehalt, bestimmt durch	
	Schmelzanalyse [%]	Kontrollanalyse [%]
Schwefel (S)	0,020	0,025
Phosphor (P)	0,020	0,025
Summe von S + P	0,035	0,045

Wird vergüteter Stahl verwendet, muss die Härbarkeit die Anforderungen des Jominy-Verhältnisses, angegeben in Tabelle 4, erfüllen. Das Jominy-Verhältnis J30/J1,5 ist das Verhältnis zwischen J30 und J1,5, wobei J30 und J1,5 die entsprechende Härte in Tiefen von 30 mm und 1,5 mm bedeutet, bestimmt durch den Stirnabschreckversuch nach Jominy nach EN ISO 642. Die Prüfungen müssen je Schmelze ausgeführt und die Werte in der technischen Hakenangabe, siehe Anhang J, angegeben werden. Für weitere Informationen zu Härtungseigenschaften und Härteverlauf siehe EN 10083-3.

Tabelle 4 — Härbarkeit von vergüteten Werkstoffen, Jominy-Verhältnis

Bruchfestigkeit f_u N/mm ²	Mindestens erforderliches Jominy-Verhältnis J30/J1,5	Typische Werkstoffgüten
$540 \leq f_u < 800$	65 %	34CrMo4+QT
$800 \leq f_u$	93 %	34CrNiMo6+QT 30CrNiMo8+QT

4.1.2 Typische Normen und Sorten

Europäische Normen spezifizieren Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften. Eine Auswahl von geeigneten Werkstoffsorten und -gütern für geschmiedete Haken wird in Tabelle 5 angegebenen. Für weitere Einzelheiten siehe die spezifische Europäische Norm.

Tabelle 5 — Geeignete Werkstoffe für geschmiedete Haken

Werkstoffnorm	Ausgewählte Güten	
EN 10025-3	S355N	S420N
EN 10222-4	P355NH P355QH	P420NH P420QH
EN 10250-2	S355J2	
EN 10083-3 EN 10250-3	25CrMo4+QT 34CrMo4+QT 36CrNiMo4+QT	34CrNiMo6+QT 30CrNiMo8+QT

Es dürfen auch Werkstoffsorten und -gütern verwendet werden, die nicht in den vorgenannten Normen oder in Tabelle 5 aufgeführt sind, wenn die Anforderungen aus 4.1.1 erfüllt sind und die mechanischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung entsprechend der relevanten Europäischen Normen festgelegt sind.

4.1.3 Klassifizierung von Hakenwerkstoffen

Für praktische Zwecke ist in Tabelle 6 eine Werkstoffklassifizierung für geschmiedete Haken gegeben. Wird der Hakenwerkstoff durch eine solche Klasse spezifiziert, müssen die in Tabelle 6 angegebenen Werte für die mechanischen Eigenschaften als Bemessungswerte verwendet und als Mindestwerte durch den Hakenhersteller festgelegt werden.

Tabelle 6 — Mechanische Eigenschaften der Werkstoffklassen

Werkstoffklasse	Mechanische Eigenschaften	
	Fließgrenze f_y N/mm ²	Bruchfestigkeit f_u N/mm ²
P	315	490
S	390	540
T	490	700
V	620	800
W	770	970

Die Klassifizierung des Werkstoffs ist nicht verpflichtend. Akzeptable Festigkeitseigenschaften von Hakenwerkstoffen sind nicht auf die in Tabelle 6 gezeigten begrenzt.

4.2 Verarbeitung

Fertigungsprozess, Werksprüfungen und Lieferbedingungen müssen die entsprechenden Anforderungen nach EN 10254 oder EN 10250-1 erfüllen.

Jeder Hakenkörper muss in einem Stück warmgeschmiedet werden. Der makroskopische Faserverlauf des Schmiedestückes muss in Bereichen der höchsten Zugspannung der Außenlinie des Hakenkörpers entsprechen. Der Schmiedegrad muss sauber entfernt werden, so dass die Oberfläche frei von scharfen Kanten ist. Das Gesamtverformungsverhältnis muss mit Tabelle 7 übereinstimmen.

Tabelle 7 — Anforderung an das Verformungsverhältnis

Schaftdurchmesser d_1 [mm]	Minimales Gesamtverformungsverhältnis
$d_1 \leq 50$ mm	8 : 1
$50 \text{ mm} < d_1 \leq 80$ mm	6 : 1
$80 \text{ mm} < d_1 \leq 120$ mm	4 : 1
$120 \text{ mm} < d_1$	3 : 1

Profilfräsen aus einer gewalzten Platte ist für geschmiedete Haken unzulässig.

Hakensmiedestücke müssen unter Verwendung geeigneter zerstörungsfreier Prüfverfahren nach EN 10228-1 oder EN 10228-2 auf Oberflächenfehler geprüft werden und dabei die Anforderungen der Güteklasse 3 erfüllen. Dabei müssen mögliche Schleifspuren in Umfangsrichtung, bezogen auf den Kreisquerschnitt des Hakengrundes, verlaufen.

Hakensmiedestücke müssen unter Verwendung geeigneter zerstörungsfreier Prüfverfahren nach EN 10228-3 auf Volumenfehler geprüft werden und dabei die Anforderungen der Güteklasse 3 nach EN 10228-3 erfüllen.

Nach der Wärmebehandlung muss der Ofenzunder entfernt werden und der Haken muss frei von schadhafte Mängeln einschließlich Rissen sein.

In keiner Fertigungsstufe dürfen Schweißungen ausgeführt werden.

4.3 Fertigungstoleranzen von Schmiedestücken

Im Allgemeinen müssen alle Maße von geschmiedeten Haken innerhalb $[0; +7 \text{ \%}]$ des Nennmaßes liegen. Für die in den Anhängen A und B aufgelisteten Haken dürfen jedoch die in Anhang C angegebenen Toleranzen angewendet werden.

Die Mittellinie des bearbeiteten Schaftes darf nicht mehr als $\pm 0,02 a_1$ von der Mitte des Hakengrundes abweichen.

Die Form des Hakens muss in seiner eigenen Ebene so beschaffen sein, dass die Achsen der Materialquerschnitte, die durch zwei Flanken eines Querschnitts festgelegt werden, zwischen zwei parallelen Ebenen mit einem Abstand von $0,05 d_1$ liegen.

4.4 Wärmebehandlung

Die Wärmebehandlung von geschmiedeten Haken muss in Übereinstimmung mit den geltenden Europäischen Werkstoffnormen, aufgelistet in Tabelle 5, durchgeführt werden.

4.5 Kaltumformung durch Prüfbelastung

Als letzte Stufe des Fertigungsprozesses darf ein Haken einer „Prüflastprüfung“ ausgesetzt und infolge dessen kaltumgeformt werden. Siehe Richtlinien in Anhang K.

ANMERKUNG 1 Die Vorteile, die sich aus der Anwendung der Prüfbelastung auf das anschließende Ermüdungsverhalten und den Qualitätsmanagementprozess ergeben, sind nicht Inhalt der aktuellen Version dieser Europäischen Norm.

ANMERKUNG 2 Kaltumformung durch „Prüflastprüfung“ ist nicht Inhalt der Prüfung von Haken nach 7.3.

4.6 Geometrie des Hakenkörpers

Die Proportionen der Hakenquerschnitte müssen so sein, dass die Spannungen nicht die Spannungen in den in 5.5.1 festgelegten kritischen Querschnitten überschreiten.

Der Hakengrund muss ringförmig sein. Bei einem Einfachhaken muss der Krümmungsmittelpunkt mit der Mittellinie des bearbeiteten Schaftes übereinstimmen. Bei einem Doppelhaken muss die Kreislinie des Hakengrundes tangential zur Außenkante des geschmiedeten Schaftes verlaufen.

Ein Doppelhaken muss symmetrisch zur Mittellinie des Schaftes sein.

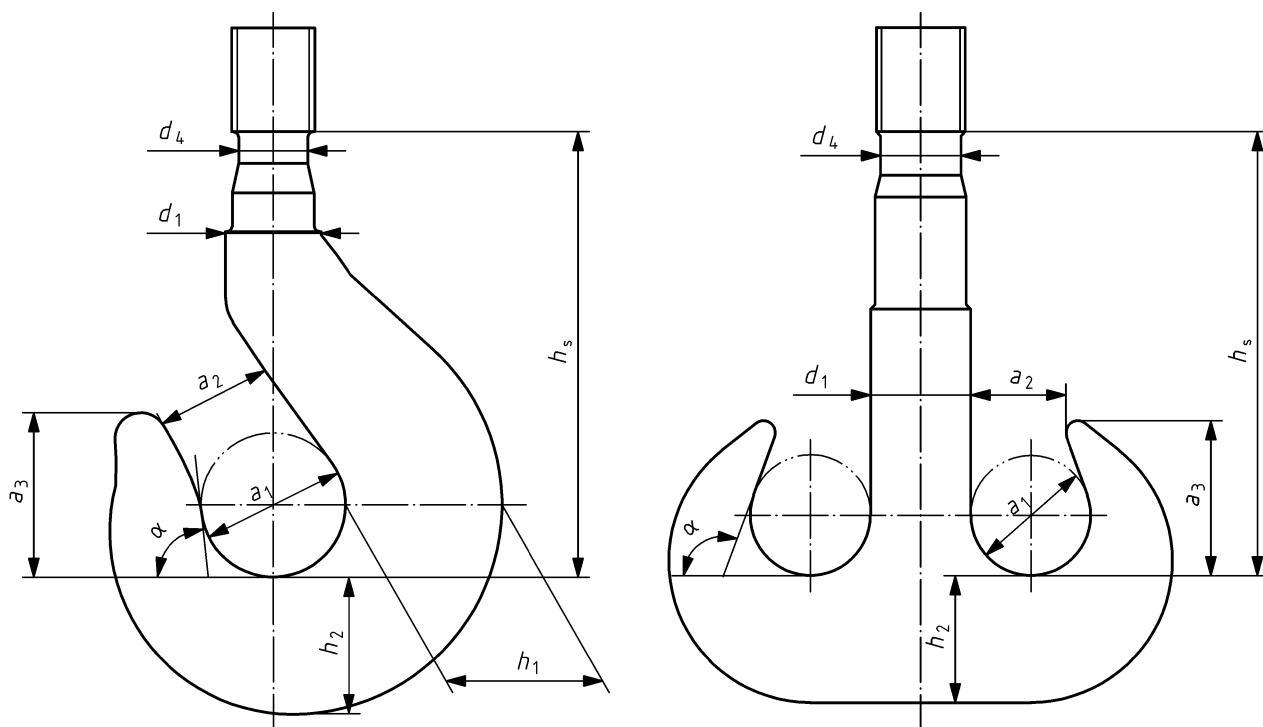


Bild 1 — Hakenmaße

Der Durchmesser des geschmiedeten Schaftes (d_1) muss sich folgendermaßen proportional zum Kreisdurchmesser (a_1) verhalten: $d_1 \geq 0,55 a_1$.

Der Intersektionspunkt zwischen Innenkante und Kreis des Hakengrundes (a_1) muss mit der Horizontalen folgenden Mindestwinkel bilden: bei Einfachhaken $\alpha \geq 60^\circ$, bei Doppelhaken $\alpha \geq 90^\circ$.

Die vollständige Maulöffnung (a_2) — ohne Berücksichtigung des Sicherungsbügels — muss folgendes Verhältnis zum Kreisdurchmesser des Hakengrundes haben: $a_2 \leq 0,85 a_1$. Die effektive Maulöffnung mit Sicherungsbügel muss mindestens $a_0 \geq 0,7 a_1$ betragen.

Die Höhe der Hakenspitze (a_3) muss mindestens $a_3 \geq a_1$ sein.

In den Anhängen A und B werden Beispiele für Hakenkörpermaße aufgeführt, die den Anforderungen dieses Abschnittes entsprechen.

4.7 Bearbeitung des Hakenschaftes

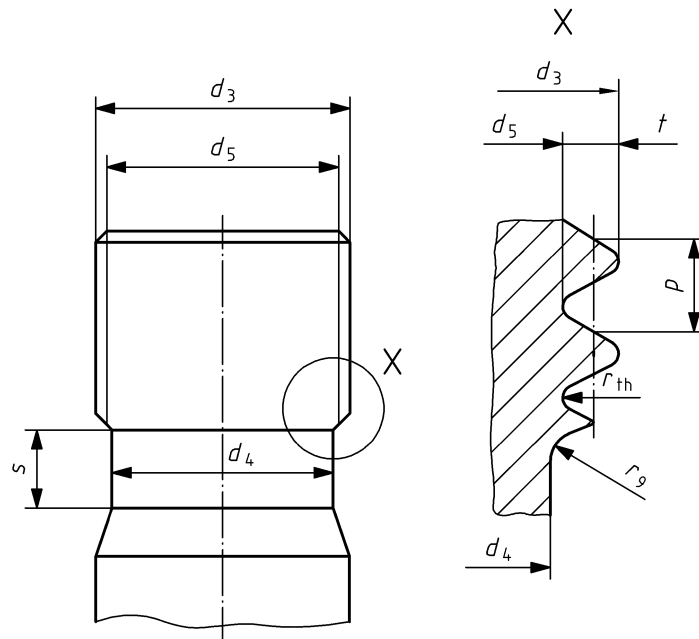


Bild 2 — Maße des bearbeiteten Schaftes

Die Länge des Schaftteils mit Gewinde darf nicht weniger als $0,8 d_3$ betragen.

Das Verhältnis der Gewindesteigung (p) zum Gewindenennendurchmesser (d_3) muss wie folgt proportioniert werden: $0,055 d_3 \leq p \leq 0,15 d_3$.

Das Verhältnis der Gewindetiefe (t) zur Gewindesteigung (p) muss wie folgt proportioniert werden: $0,45 p \leq t \leq 0,61 p$.

Der Radius im Grund des Gewindeprofils (r_{th}) darf nicht weniger als $0,14 p$ betragen. Gewindearten, bei denen der Radius im Grund nicht festgelegt ist, dürfen nicht verwendet werden.

Der Schaft muss unterhalb des letzten Gewindeganges mit einem Unterschnitt (mit einem Durchmesser d_4) versehen sein, deren Länge (s) sich zur Tiefe des Unterschnitts wie folgt verhält: $s \geq 2 (d_3 - d_4)$. Der Unterschnitt muss tiefer sein als der Kerndurchmesser des Gewindeprofils (d_5), mindestens jedoch wie folgt: $d_4 \leq (d_5 - 0,3 \text{ mm})$. Der Unterschnitt muss mit einem Profilwerkzeug auf eine Oberflächengüte von $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$ gebracht werden.

Zwischen dem Gewindeteil und dem Unterschnitt muss ein Übergangsradius vorhanden sein. Dieser Übergangsradius (r_9) muss sich zum Durchmesser des Unterschnitts (d_4) wie folgt verhalten: $r_9 \geq 0,06 d_4$. Es ist nicht notwendig, dass die Form des Übergangsbereiches ein ganzes Viertel des Kreises ausmacht.

Der dünnste Querschnitt des bearbeiteten Schaftes (demzufolge d_4) muss die Bedingung $d_4 \geq 0,65 d_1$ erfüllen, wobei d_1 der Durchmesser des geschmiedeten Schaftteils ist. Siehe dazu Bild 1.

Der gesamte bearbeitete Schaftquerschnitt muss einen Radius für jede Durchmesseränderung haben. Der bearbeitete Querschnitt darf nicht an den gebogenen Teil des geschmiedeten Hakenkörpers heranreichen.

Schraubgewinde müssen den Toleranzanforderungen nach ISO 965-1 (Toleranzklasse grob) und der mittleren Passungsklasse 6g entsprechen.

Anhang F enthält Beispiele für bearbeitete Schäfte und Gewindemaße, die den geometrischen Anforderungen entsprechen.

4.8 Mutter

Die mechanischen Eigenschaften des Mutterwerkstoffs müssen gleich oder besser als die nach 4.1 für den Haken geforderten Eigenschaften sein. Für metrische Normmutter bis zur Größe M45, hergestellt aus Werkstoffen nach EN ISO 898-2, muss von den Werkstoffeigenschaften der Mutter jedoch nur die Fließgrenze der Fließgrenze des Hakenwerkstoffes entsprechen.

Die Höhe der Mutter muss so gewählt werden, dass das Gewinde der Mutter das Gewinde des Hakenschaftes über die volle Länge abdeckt.

Um ein Lösen der Mutter zu verhindern, muss diese formschlüssig am Schaft gegen Verdrehen gesichert werden. Die Sicherung darf nicht in die unteren zwei Drittel der Verbindung zwischen Mutter und Schaftgewinde eingreifen. Die Sicherung muss relative Axialbewegung zwischen Schaft und Mutter durch Spiel in der Gewindeverbindung zulassen. Wenn alternativ die Mutter mit einem Stift oder einem ähnlichen Befestigungsteil zu sichern ist, ist darauf zu achten, dass sich die tragenden Gewindeflanken von Mutter und Schaft berühren, um Lastübertragung durch das Sicherungsmittel zu vermeiden.

Die Abstützung der Mutter muss dem Haken ermöglichen, sich um die vertikale Achse zu drehen. Die Höhenposition der Kontaktfläche muss sich in dem Bereich der unteren Hälfte der Gewindeverbindung befinden.

Schraubgewinde der Mutter müssen den Vorgaben nach ISO 965-1 (Toleranzklasse grob) und einer mittleren Passungsklasse von 6H entsprechen. Der Radius im Grund des Gewindeprofils für die Mutter darf nicht kleiner sein als $0,07 p$, wobei p die Gewindesteigung bezeichnet. Gewindearten, von denen der Radius im Grund nicht angegeben ist, dürfen nicht verwendet werden.

ANMERKUNG Die Verteilung der Last auf einen größeren Teil der Gewindelänge kann durch die Gestaltung der Mutter erreicht werden.

4.9 Wirkung der Hakenaufhängung

Im Allgemeinen und bei allen eigenständigen Haken sollte die Wirkung der Hakenaufhängung, möglicherweise zusammen mit dem Hubseil des Seiltriebes, so ausgelegt sein, dass sich die Neigung des Hakens beliebig entsprechend der Schräglage der Lastlinie frei einstellen kann. Ist diese Gelenkigkeit der Hakenaufhängung nicht gegeben, muss dies in den Konstruktionsberechnungen für den Haken besondere Berücksichtigung finden. Es muss ebenfalls in den Konstruktionsberechnungen berücksichtigt werden, wenn durch Änderung der Konfiguration oder der Position der Kran-/Hakenflasche die Gelenkigkeit der Hakenaufhängung möglicherweise eingeschränkt ist.

ANMERKUNG Üblicherweise besteht die Hakenaufhängung aus Mutter, Hakentraverse und Lager. In dieser Norm wird der Seiltrieb als Teil der Aufhängung betrachtet.

5 Statische Festigkeit

5.1 Allgemeines

Der Nachweis der statischen Festigkeit für Haken muss gemäß den Grundsätzen nach EN 13001-1 und EN 13001-2 erfolgen. Der allgemeine Grenzwert für die Bemessung der statischen Festigkeit ist auf das Fließen des Werkstoffs bezogen.

Für die festgelegten kritischen Hakenquerschnitte unter Berücksichtigung der ungünstigsten Lasteinwirkungen aus Lastkombinationen A, B oder C nach EN 13001-2 muss der Nachweis erbracht werden. Die relevanten Teilsicherheitsbeiwerte γ_p müssen angewendet werden. Die Risikobeiwerte γ_n müssen angewendet werden, wenn es für die konkreten Anwendungsfälle oder in den entsprechenden Bestimmungen der einschlägigen Europäischen Krannormen gefordert wird.

5.2 Bemessungsvertikalkraft

Die Bemessungsvertikalkraft für Haken $F_{Sd,s}$, die beim Heben der Hakennennlast wirkt, muss wie folgt berechnet werden:

$$F_{Sd,s} = \phi \times m_{RC} \times g \times \gamma_p \times \gamma_n \quad (1)$$

mit

$$\phi = \max \left\{ \phi_2; \left(1 + \phi_5 \times \frac{a}{g} \right) \right\}$$

Dabei ist

- ϕ_2 der dynamische Beiwert beim Anheben einer frei beweglichen Last vom Boden, siehe EN 13001-2;
- ϕ_5 der dynamische Beiwert für Lasten, die durch beschleunigtes Heben erzeugt werden, siehe EN 13001-2;
- a die vertikale Beschleunigung oder Verzögerung;
- m_{RC} die Masse der Hakennennlast;
- g die Beschleunigung infolge der Schwerkraft $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- γ_p der Teilsicherheitsbeiwert, siehe EN 13001-2;
 - $\gamma_p = 1,34$ für regelmäßige Lasten (Lastkombinationen A);
 - $\gamma_p = 1,22$ für nicht-regelmäßige Lasten (Lastkombinationen B);
 - $\gamma_p = 1,10$ für außergewöhnliche Lasten (Lastkombinationen C);
 - $\gamma_p = 1,0$ für außergewöhnlichen Lastfall nach 5.4.5 (Lastkombinationen C);
- γ_n der Risikobeiwert.

Andere Lasteinwirkungen und Lastkombinationen nach EN 13001-2 können Vertikalkräfte am Haken hervorrufen, deren Lasteinwirkungen ebenfalls untersucht werden müssen. Die Bemessungsvertikalkraft lässt sich in diesen Fällen mit folgender allgemeiner Gleichung berechnen:

$$F_{Sd,s} = F_H \times \gamma_p \times \gamma_n \quad (2)$$

Dabei ist

- F_H die Vertikalkraft am Haken, die durch eine andere Lasteinwirkung als durch das Heben einer Nennlast erzeugt wird; z. B. eine Prüflast oder Spitzenlast bei Überbelastung;
- γ_p der Teilsicherheitsbeiwert, wie oben beschrieben, siehe EN 13001-2;
- γ_n der Risikobeiwert.

5.3 Bemessungshorizontalkraft

Die Horizontalkräfte, die für die Festigkeit von Haken von entscheidender Bedeutung sind, entstehen durch horizontale Beschleunigungen der Kranbewegungen. Andere horizontale Kräfte, die z. B. durch Wind oder seitliches Ziehen erzeugt werden, müssen berücksichtigt werden, wenn diese relevant sind. Es muss angenommen werden, dass die Horizontalkraft an der tiefsten Stelle des Hakengrundes einwirkt.

Die Bemessungshorizontalkraft für den Haken $H_{Sd,s}$, die auf horizontale Beschleunigung zurückzuführen ist, muss wie folgt berechnet werden:

$$H_{Sd,s} = \min \left\{ \frac{m_{RC} \times a \times \phi_5 \times \gamma_p \times \gamma_n}{C_t \times F_{Sd,s} / h} \right\} \quad (3)$$

Dabei ist

- m_{RC} die Masse der Hakennennlast;
- a die Beschleunigung oder Verzögerung der horizontalen Bewegung;
- ϕ_5 der dynamische Beiwert für Lasten, die durch horizontale Beschleunigung erzeugt werden, siehe EN 13001-2. Für Hakenaufhängungen, die in horizontaler Richtung nicht starr mit beweglichen Kranteilen verbunden sind, muss $\phi_5 = 1$ gesetzt werden;
- γ_p der Teilsicherheitsbeiwert nach Gleichung (1);
- γ_n der Risikobeiwert;
- C_t der relative Kippwiderstand der Hakenaufhängung nach Anhang H;
- $F_{Sd,s}$ die Bemessungsvertikalkraft nach 5.2 für einen Lastzustand, bei dem $H_{Sd,s}$ festgelegt ist;
- h der vertikale Abstand vom tiefsten Punkt des Hakengrundes am Hakenkörper zur Gelenkachse.

5.4 Biegemoment des Schaftes

5.4.1 Allgemeines

Bei der Ermittlung des Gesamtbiegemoments des Hakenschaftes muss folgende Lasteinwirkung berücksichtigt werden:

- a) Horizontalkräfte, siehe 5.4.2;
- b) Schräglage der Hakenaufhängung, siehe 5.4.3;
- c) Exzentrische Einwirkung der Vertikalkraft am Hakengrund, siehe 5.4.4;
- d) Doppelhaken mit halber Nennlast auf einer Hakenseite, siehe 5.4.5.

Die Biegemomente, die durch diese Lasteinwirkungen verursacht werden, müssen auf die gleichen Lastkombinationen zurückgeführt werden, zu denen die Grundlasten oder Betriebsbedingungen, die das Biegemoment erzeugen, gehören.

5.4.2 Biegemoment bei horizontaler Krafteinwirkung

In diesem Abschnitt wird das Biegemoment des Schaftes beschrieben, das durch äußere horizontal wirkende Kräfte erzeugt wird. Das Biegemoment M_1 , erzeugt durch die Bemessungshorizontalkraft $H_{Sd,s}$, muss am kritischen Querschnitt des Hakenschaftes (siehe 5.6) wie folgt berechnet werden:

$$M_1 = H_{Sd,s} \times h_s \quad (4)$$

Dabei ist

$H_{Sd,s}$ die Bemessungshorizontalkraft nach 5.3;

h_s der vertikale Abstand vom tiefsten Punkt des Hakengrundes zum oberen Ende des dünnsten Querschnitts des Hakenschaftes, siehe Bild 1.

5.4.3 Biegemoment bei Schräglage der Hakenaufhängung

Ist das Hubwerk oder der Haken/die Hakenflasche so ausgelegt, dass die Hakenaufhängung unter Last eine Schräglage einnehmen kann, muss das Biegemoment am Schaft, das durch diese Schräglage verursacht wird, in den Konstruktionsberechnungen berücksichtigt werden. Eine derartige Schräglage kann z. B. verursacht werden durch:

- unterschiedliche Hubwege von zwei separaten Hubwerksantrieben, die eine Traverse mit Haken aufnehmen, siehe Bild 3;
- Schräglage eines Einzelseiltriebs während der Hub-/Senkbewegung, siehe Bild 4;
- Schräglage eines Kranteils, an dem der Haken starr befestigt ist; oder
- zwei Unterflaschen durch ein Kranteil (Hubwerkstraverse) verbunden in der obersten Hubposition in Schräglage.

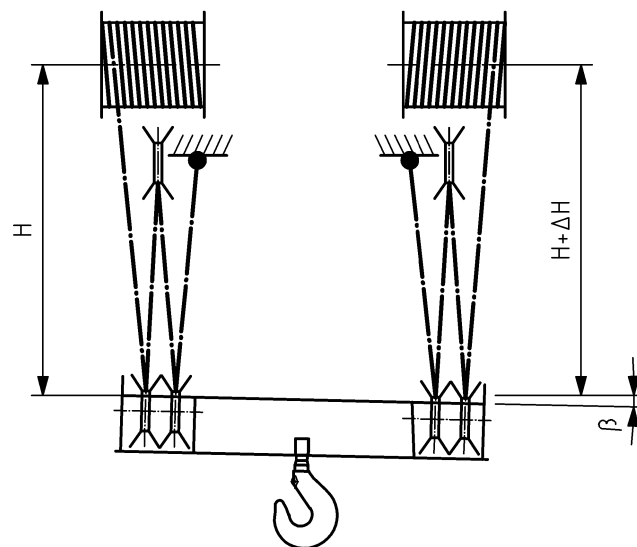


Bild 3 — Schräglage des Hakens bei unterschiedlichen Hubwegen

Infolge der Schräglage hat die Vertikalkraft eine Kraftkomponente, die senkrecht zur Achse des Hakenschaftes verläuft. Diese Kraft muss in gleicher Weise wie die Horizontalkräfte berücksichtigt werden. Das Biegemoment M_2 , das am kritischen Querschnitt des Hakenschaftes erzeugt wird, verhält sich zur Bemessungsvertikalkraft wie folgt:

$$M_2 = F_{Sd,s} \times h_s \times \sin(\beta) \quad (5)$$

Dabei ist

$F_{Sd,s}$ die Bemessungsvertikalkraft nach 5.2, bezogen auf den Zustand mit Hakenschräglage β ;

β die maximale Gesamtschräglage der jeweiligen relevanten Lastkombination;

h_s der vertikale Abstand zwischen dem tiefsten Punkt des Hakengrundes und oberem Ende des dünnsten Teils des Hakenschaftes.

Bei einer Hakenflasche mit Seilausgleich und mehreren Seilsträngen sowie nur einem von der Trommel ablaufenden Seil führen Hebe- und Senkbewegungen dazu, dass die Hakenaufhängung kippt, siehe Bild 4. Die Schräglage wird wie folgt berechnet:

$$\beta = \arctan(C_t/h) \quad (6)$$

Dabei ist

C_t der relative Kippwiderstand der Hakenaufhängung nach Anhang H;

h der vertikale Abstand zwischen tiefstem Punkt des Hakengrunds und der Unterflaschenachse.

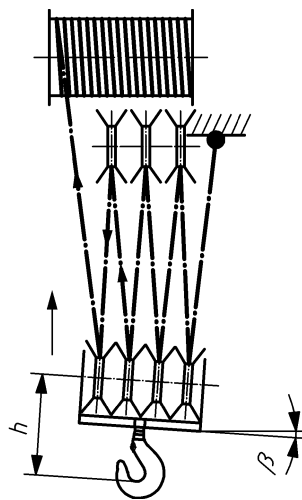


Bild 4 — Kippen der Hakenaufhängung bei Einzelseiltrieb

Die maximale Schräglage, die damit verbundene Vertikalkraft und das daraus resultierende Biegemoment M_2 müssen für alle relevanten Kranlastzustände separat berechnet werden.

5.4.4 Biegemoment bei Exzentrizität der Vertikalkraft

Eine Hebevorrichtung ist nicht immer in der Mitte des Hakengrundes angeordnet. Die Abweichung der Vertikallast-Wirkungslinie von der Schaftmittellinie erzeugt ein Biegemoment, das wie folgt berechnet werden muss:

$$M_3 = c_e \times F_{Sd,s} \times a_1 \quad (7)$$

Dabei ist

$F_{Sd,s}$ die Bemessungsvertikalkraft nach 5.2;

a_1 der Kreisdurchmesser des Hakengrundes am Hakenkörper;

c_e der Exzentrizitätsbeiwert;

$c_e = 0,05$.