

DIN EN 13001-3-5

ICS 53.020.20; 53.020.30

Ersatz für
DIN EN 13001-3-5:2017-02

**Krane –
Konstruktion allgemein –
Teil 3-5: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von geschmiedeten und
gegossenen Haken;
Deutsche Fassung EN 13001-3-5:2016+A1:2021**

Cranes –
General design –
Part 3-5: Limit states and proof of competence of forged and cast hooks;
German version EN 13001-3-5:2016+A1:2021

Appareils de levage à charge suspendue –
Conception générale –
Partie 3-5: États limites et vérification des crochets forgés et moulés;
Version allemande EN 13001-3-5:2016+A1:2021

Gesamtumfang 94 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Ausschuss NA 060-22-10 AA "Lenkungsausschuss Krane und Hebezeuge" und 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 „Krane und Hebezeuge“ 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 (engl. Test Load)** und der **Prüfbelastung (eng. 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 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.

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 13001-3-5:2017-02 wurden folgende wesentliche Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 4.1, 4.2, 6.5.4, 6.6.4 und 8.2 wurden geändert und ergänzt, um so den Anwendungsbereich der Norm um „gegossene Haken“ zu erweitern.
- b) Anhang „M (informativ) Liste der Gefährdungen“ wurde neu aufgenommen, um die behandelten signifikanten Gefährdungen in diesem Dokument gegenüber der Maschinenrichtlinie in Relation zu setzen.
- c) Annex ZA wurden um die behandelten relevanten grundlegenden Anforderungen nach der Richtlinie 2006/42/EG ergänzt.

Frühere Ausgaben

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

DIN EN 13001-3-5: 2017-02

— Leerseite —

Deutsche Fassung

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

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

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Mai 2016 angenommen und schließt Änderung A1 ein, die am 12. April 2021 vom CEN angenommen wurde.

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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole und Abkürzungen	10
4 Allgemeine Anforderungen	13
4.1 Werkstoffe	13
4.1.1 Allgemeines	13
4.1.2 Typische Normen und Sorten	14
4.1.3 Klassifizierung von Hakenwerkstoffen	15
4.2 Verarbeitung	16
4.2.1  Geschmiedete Haken 	16
4.2.2  Gegossene Haken	16
4.3 Fertigungstoleranzen von Schmiedestücken	17
4.4 Wärmebehandlung	17
4.5 Kaltumformung durch Prüfbelastung	17
4.6 Geometrie des Hakenkörpers	17
4.7 Bearbeitung des Hakenschaftes	19
4.8 Mutter	20
4.9 Wirkung der Hakenaufhängung	20
5 Statische Festigkeit	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Bemessungsvertikalkraft	21
5.3 Bemessungshorizontalkraft	22
5.4 Biegemoment des Schaftes	22
5.4.1 Allgemeines	22
5.4.2 Biegemoment bei horizontaler Krafteinwirkung	23
5.4.3 Biegemoment bei Schräglage der Hakenaufhängung	23
5.4.4 Biegemoment bei Exzentrizität der Vertikalkraft	25
5.4.5 Ausnahmefall für Doppelhaken	25
5.4.6 Bemessungsbiegemoment des Schaftes	26
5.5 Hakenkörper, Bemessungsspannungen	26
5.5.1 Lasteinwirkungen	26
5.5.2 Verfahren zur Berechnung von Spannungen	27
5.5.3 Bemessungsspannungen	27
5.6 Bemessungsspannungen des Hakenschaftes	28
5.7 Haken, Nachweis der statischen Festigkeit	29
5.7.1 Allgemeines zu Hakenkörper und Hakenschaft	29
5.7.2  Nachweis für Hakenkörper anhand des Grenzwertes der statischen Bemessungskraft	30
6 Ermüdungsfestigkeit	31
6.1 Allgemeines	31
6.2 Bemessungsvertikalkraft für die Ermüdungsfestigkeit	31
6.3 Bemessungshorizontalkraft für die Ermüdungsfestigkeit	31

6.4	Bemessungsbiegemoment für die Ermüdungsfestigkeit des Schaftes.....	32
6.4.1	Biegemoment bei horizontaler Krafteinwirkung.....	32
6.4.2	Biegemoment bei Schräglage der Hakenaufhängung.....	32
6.4.3	Biegemoment bei Exzentrizität der Vertikalkraft.....	32
6.5	Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Hakenkörpern.....	33
6.5.1	Berechnung der Bemessungsspannung.....	33
6.5.2	Spannungsverlauf im Allgemeinen.....	33
6.5.3	Spannungsverlauf anhand der Betriebsklassen.....	34
6.5.4	Grenzwert der Bemessungsspannung für die Ermüdungsfestigkeit.....	36
6.5.5	Durchführung des Nachweises.....	37
6.5.6	Nachweis von Hakenkörpern anhand des Grenzwerts der Bemessungskraft für die Ermüdungsfestigkeit.....	38
6.6	Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Hakenschäften.....	39
6.6.1	Allgemeines.....	39
6.6.2	Berechnung der Bemessungsspannung.....	39
6.6.3	Spannungsspiele.....	40
6.6.4	Grundwert der Ermüdungsfestigkeit des Werkstoffs.....	41
6.6.5	Geometrisch bedingte Spannungskonzentrationsfaktoren.....	41
6.6.6	Ermüdungsfestigkeit von gekerbten Schäften.....	42
6.6.7	Einfluss der Mittelspannung.....	43
6.6.8	Spannungstransformation auf Mittelspannung null.....	44
6.6.9	Spannungsverlaufparameter im Allgemeinen.....	44
6.6.10	Spannungsverlaufparameter anhand der Betriebsklassen.....	45
6.6.11	Durchführung des Nachweises.....	46
6.7	Ermüdungsgerechte Konstruktion von Hakenschäften für eigenständige Haken.....	46
7	Verifizierung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen.....	46
7.1	Allgemeines.....	46
7.2	Prüfumfang und Probenahme.....	47
7.3	Prüfung der mechanischen Eigenschaften.....	47
7.4	Belastungsprüfung.....	47
8	Benutzerinformationen.....	48
8.1	Wartung und Prüfung.....	48
8.2	Kennzeichnung.....	49
8.3	Sichere Handhabung.....	50
Anhang A (informativ) Reihen von Einfachhaken.....		51
A.1	 Serie von Einfachhaken des Typs RS/RSN, Maße der Hakenkörper 	51
A.2	 Serie von Einfachhaken des Typs RF/RFN, Maße der Hakenkörper 	53
A.3	 Serie von Einfachhaken des Typs B, Maße der Hakenkörper 	55
Anhang B (informativ)  Serie von Doppelhaken des Typs RS/RSN und RF/RFN, Maße der Hakenkörper 		57
Anhang C (informativ)  Maßtoleranzen von Hakenkörpern 		59
Anhang D (normativ) Grenzwerte der statistischen Bemessungskräfte von Hakenkörpern.....		61
D.1	Grenzwerte der statischen Bemessungskräfte von Hakenkörpern für Haken des Typs RS und RF.....	61
D.2	Grenzwerte der statischen Bemessungskräfte von Hakenkörpern für Hakenserien des Typs B, mit zusätzlichen Werkstoffen.....	62
Anhang E (normativ) Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit von Hakenkörpern.....		63
E.1	 Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit von Hakenkörpern für geschmiedete Haken des Typs RS und RF 	63
E.2	 Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit für Hakenserien des Typs B, mit zusätzlichen, geschmiedeten Werkstoffen 	64

E.3	Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit von Hakenkörpern für gegossene Haken des Typs RS und des Typs RF	65
E.4	Grenzwerte der Bemessungskräfte für die Ermüdungsfestigkeit für Hakenserien des Typs B, mit zusätzlichen, gegossenen Werkstoffen	66
Anhang F (informativ) Reihen von Hakenschaft- und Gewindeausführungen.....		67
F.1	Serie von Hakenschaft- und Gewindeausführungen mit Rundgewinde.....	67
F.2	Serie von Hakenschaft- und Gewindeausführungen mit metrischem Gewinde	69
F.3	Serie von Hakenschaft- und Gewindeausführungen mit modifiziertem metrischem Gewinde.....	71
F.4	Hakenschaft- und Gewindeausführungen für Haken des Typs B.....	72
Anhang G (normativ) Biegung gekrümmter Balken		74
G.1	Grundgleichungen zur Spannungsberechnung	74
G.2	Näherungswert für das Referenzträgheitsmoment.....	75
Anhang H (normativ) Berechnung des Kippwiderstandes der Hakenaufhängung mit Scharniergelenkverbindung oder Seiltrieb		77
H.1	Allgemeines	77
H.2	Scharniergelenkverbindung des Hakens.....	78
H.3	Gelenkigkeit einer Hakenaufhängung durch einen Seiltrieb mit Seilausgleich.....	78
Anhang I (informativ) Anleitung zur Auswahl der Hakenkörpergröße mit Hilfe von Anhang D und Anhang E		81
I.1	Allgemeines	81
I.2	Fallbeschreibung	81
I.3	Nachweis der statischen Festigkeit.....	81
I.4	Nachweis der Ermüdungsfestigkeit.....	82
I.5	Endgültige Auswahl des Hakens	82
Anhang J (normativ) Vom Hakenhersteller bereitzustellende Informationen		83
Anhang K (informativ)  Richtlinie zur Kaltumformung bei Prüfbelastung von geschmiedeten Haken 		84
Anhang L (informativ) Auswahl einer geeigneten Gruppe von Krannormen für eine gegebene Anwendung		85
Anhang M (informativ)  Liste der Gefährdungen		87
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den zu erfüllenden grundlegenden Anforderungen von Richtlinie 2006/42/EG.....		89
Literaturhinweise.....		90

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13001-3-5:2016+A1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Kranesicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2021 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2021 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument wird  EN 13001-3-5:2016  ersetzen.

Dieses Dokument enthält Änderung 1, genehmigt von CEN am 21. April 2021.

Beginn und Ende von durch die Änderung eingeführtem oder geändertem Text wird im Text durch die Zeichen   angegeben.

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.

 Die wesentlichen Änderungen in dieser Norm gegenüber EN 13001-3-5:2016 befinden sich in 4.1, 4.2, 6.5.4, 6.6.4 und 8.2, um so den Anwendungsbereich der Norm um „gegossene Haken“ zu erweitern. 

Diese Europäische Norm ist ein Teil der Normenreihe EN 13001. Die anderen Teile sind folgende:

- 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 Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Derzeit in der Anfragephase.

2 Derzeit in der Anfragephase.

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.

A1 Diese Norm ist zur Anwendung in Verbindung mit den anderen allgemeinen Teilen der Normenreihe EN 13001 vorgesehen, siehe Anhang L **A1**

Diese Europäische Norm gilt für folgende Hakenteile und Hakenarten:

- **A1** alle Arten von geschmiedeten oder gegossenen Hakenkörpern aus Stahl, einschließlich Edelstahl; **A1**
- 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.

A1 Die Gefährdungen, die in diesem Dokument behandelt werden, sind in Anhang M aufgeführt. **A1**

ANMERKUNG 1 **A1** Lamellenhaken, die aus einem oder mehreren parallel angeordneten Blechen aus Walzstahl zusammengesetzt sind, sind nicht Gegenstand dieses Dokuments. **A1**

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

- a) **A1** Überschreiten der Grenzwerte von Streckgrenze, Bruchfestigkeit, Ermüdungsfestigkeit, Sprödbruch; **A1**
- b) Überschreiten der Temperaturgrenzwerte des Werkstoffs.

A1 Die Anforderungen dieser Europäischen Norm sind im Hauptteil des Dokuments beschrieben und gelten für geschmiedete Hakenkonstruktionen im Allgemeinen. **A1**

Die häufig verwendeten Hakenkörper- und Hakenschaft-Konstruktionen, die in Anhang A, Anhang B und Anhang 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 Anhang B. Die Auswahl der Hakenform ist nicht auf die in Anhang A und Anhang 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

für die Anwendung zwingend 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 1369:2012, *Gießereiwesen — Magnetpulverprüfung*

EN 1370:2011, *Gießereiwesen — Bewertung des Oberflächenzustandes*

EN 1371-1:2011, *Gießereiwesen — Eindringprüfung — Teil 1: Sand-, Schwerkraftkokillen- und Niederdruckkokillengussstücke*

EN 1559-1:2011, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Allgemeines*

EN 10025-3:2019, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10213:2017, *Stahlguss für Druckbehälter*

EN 10222-4:2017, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

EN 10228-1:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 1: Magnetpulverprüfung*

EN 10228-2:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 2: Eindringprüfung*

EN 10228-3:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 3: Ultraschallprüfung von Schmiedestücken aus ferritischem oder martensitischem Stahl*

EN 10250-1:1999, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 10250-2:1999, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung — Teil 2: Unlegierte Qualitäts- und Edelstähle*

EN 10250-3:1999, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung — Teil 3: Legierte Edelstähle*

EN 10254:1999, *Gesenkschmiedeteile aus Stahl — Allgemeine technische Lieferbedingungen*

EN 10340:2007, *Stahlguss für das Bauwesen*

EN 12680-1:2003, *Gießereiwesen — Ultraschallprüfung — Teil 1: Stahlgussstücke für allgemeine Verwendung*

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

EN 13001-2:2014, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 2: Lastenwirkungen*

EN 13001-3-2:2014, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-2: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Drahtseilen in Seiltrieben*

EN ISO 148-1:2016, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1:2016)*

EN ISO 642:2016, *Stahl — Stirnabschreckversuch (Jominy-Versuch) (ISO 642:1999)*

EN ISO 643:2012, *Stahl — Mikrophotographische Bestimmung der erkennbaren Korngröße (ISO 643:2012)*

EN ISO 683-2:2018, *Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle, legierte Stähle und Automatenstähle — Teil 2: Legierte Vergütungsstähle (ISO 683-2:2016)*

EN ISO 898-2:2012, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regalgewinde und Feingewinde (ISO 898-2:2012)*

EN ISO 4287:1998, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997)*

EN ISO 6892-1:2016, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016)*

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

CEN ISO/TR 15608:2017, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2017)*

ISO 965-1:2013, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 1: Principles and basic data*

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

EN ISO 6506-1:2014, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2014)*

EN ISO 15614-1:2017, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2017, Korrigierte Fassung vom 01.10.2017) *

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 Tragmittel 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 1 zum Begriff: 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
$\langle A_1 \rangle A_{d1}$	Querschnittsfläche des unbearbeiteten Schaftes $\langle A_1 \rangle$
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
C_t	Relativer Kippwiderstand der Hakenaufhängung
c_e	Beiwert für die Lastexzentrizität
D	Akkumulierte Schädigung (Hypothese von Palmgren-Miner)
$\langle A_1 \rangle d_1$	Durchmesser des unbearbeiteten Schaftes $\langle A_1 \rangle$
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
$\langle A_1 \rangle F_{Rd,s,0}$	Grenzwerte der Bemessungskräfte, statisch $\langle A_1 \rangle$
$F_{Rd,s}, F_{Rd,f}$	Grenzwert der Bemessungskräfte für die statische bzw. Ermüdungsfestigkeit

Symbole, Abkürzungen	Bezeichnung
$F_{Sd,s}$	Bemessungsvertikalkraft zum Nachweis der statischen Festigkeit
$F_{Sd,f}$	Bemessungsvertikalkraft zum Nachweis der Ermüdungsfestigkeit
f_M, f_{MB}, f_{MS}	Faktoren, die den Werkstofftyp beeinflussen (geschmiedet/gegossen) f_M
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 unbearbeiteten Schaftes I_{d1}
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
$M_{Sd,s}$	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_9	Übergangsradius des Unterschnitts
r_{th}	Radius im Gewindegrund

Symbole, Abkürzungen	Bezeichnung
s	Länge des Unterschnitts
s_h, s_s	Spannungsverlaufparameter
s_Q	Lastverlaufparameter
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
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

[A1] 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 bei der für den Einsatz des Hakens spezifizierten Temperaturen verfügen, um sich bleibend zu verformen, bevor die Last nicht mehr gehalten werden kann. Der Hakenwerkstoff muss insbesondere die folgenden Bedingungen erfüllen:

- das Verhältnis der Bruchfestigkeit (f_u) zur Fließgrenze (f_y) $f_u/f_y \geq 1,1$. Für die Werkstoffe, die diese Bedingung nicht erfüllen, muss der Bemessungswert von f_y auf $f_u/1,1$ begrenzt werden;
- 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 der Wärmebehandlung muss der Hakenwerkstoff mit einer V-Probe eine Mindestkerbschlagarbeit nach Tabelle 2 aufweisen.

Tabelle 2 — Kerbschlagprüfanforderung an den Hakenwerkstoff

Betriebstemperatur	Prüftemperatur		Mindestwerte der Kerbschlagarbeit KV_2
	Geschmiedet Gegossen $d_1 \leq 100$ mm	Gegossen $d_1 > 100$ mm	
$T \geq 0$ °C	+20 °C	−0 °C	27 J
$T \geq -20$ °C	−0 °C	−20 °C	27 J
$T \geq -30$ °C	−20 °C	−30 °C	27 J
$T \geq -40$ °C	−30 °C	−40 °C	35 J
$T \geq -50$ °C	−40 °C	−50 °C	35 J

d_1 ist der Durchmesser des unbearbeiteten Hakenschaftes.

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 geeigneten Massengehalt an Aluminium (im Allgemeinen zwischen 0,02 % und 0,05 %). 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	
	Schmelzenanalyse	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 642:2016. 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 ISO 683-2:2018.

Wenn die mechanischen Eigenschaften von gegossenen Haken für jeden Einfachhaken geprüft werden, darf die Härbarkeit mithilfe der Härteprüfung nach Brinell in Übereinstimmung mit EN ISO 6506-1:2014 am Querschnitt des Prüflings in einer Tiefe von 1,5 mm und 30 mm unter der Oberfläche nachgewiesen werden. Das Härteverhältnis muss die in Tabelle 4 angegebene Mindestanforderung (Jominy-Verhältnis) erfüllen.

Tabelle 4 — Härbarkeit von vergüteten Werkstoffen, Jominy-Verhältnis

Bruchfestigkeit f_u N/mm ²	Mindestens erforderliches Jominy-Verhältnis J30/J1,5
$540 \leq f_u < 800$	65 %
$800 \leq f_u$	93 %

Haken im Endzustand müssen eine Korngröße von 8 oder feiner haben, wobei die Korngröße in Übereinstimmung mit EN ISO 643:2012 festzulegen ist. 

4.1.2 Typische Normen und Sorten

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



Tabelle 5 — Geeignete Werkstoffe für Haken

	Werkstoffnorm	Ausgewählte Güten	
Geschmiedete Haken	EN 10025-3:2019	S355N	S420N
	EN 10222-4:2017	P355NH P355QH	P420NH P420QH
	EN 10250-2:1999	S355J2N	
	EN ISO 683-2:2018	25CrMo4+QT	34CrNiMo6+QT
	EN 10250-3:1999	34CrMo4+QT 36CrNiMo4+QT	30CrNiMo8+QT
Gusshaken	EN 10213:2017	G20Mn5 + N	G20Mn5 + QT
	EN 10340:2007	G18NiMoCr3-6 + QT	GX4CrNi13-4 + QT



Es dürfen auch Werkstoffsorten und -güten 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 gelöschter Text 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

Werkstoff- klasse	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

4.2.1 Geschmiedete Haken

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 Schmiedegrat 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.

Hakenschmiedestücke müssen unter Verwendung geeigneter zerstörungsfreier Prüfverfahren (ZfP) (en: NDT-methods) nach EN 10228-1 oder EN 10228-2 auf Oberflächenfehler geprüft werden und dabei die Anforderungen der Güteklasse 3 erfüllen. Die Oberfläche darf einem Schleifvorgang unterzogen werden, um die erforderliche Oberflächengüte zu erreichen. Dabei müssen mögliche Schleifspuren in Umfangsrichtung, bezogen auf den Kreisquerschnitt des Hakengrundes, verlaufen.

Hakenschmiedestücke 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 schadhaften Mängeln einschließlich Rissen sein.

In keiner Fertigungsstufe dürfen Schweißungen ausgeführt werden.

4.2.2 Gegossene Haken

Der Fertigungsprozess, im Rahmen der Werksprüfungen und Lieferbedingungen müssen die Anforderungen nach EN 1559-1:2011 im Allgemeinen und die entsprechende Werkstoffnorm bezüglich der spezifischen Anforderungen erfüllen.

Das Gussteil muss wärmebehandelt werden, damit es die mechanischen Eigenschaften der jeweiligen Stahlsorte aufweist. Bei der Werkstoffauswahl müssen die mit der Tiefe variierenden Werkstoffeigenschaften, insbesondere bei großen Haken, berücksichtigt werden.

Gussprobestücke (siehe Abschnitt 7) sollten eine für den Haken repräsentative Erstarrungswärme-, Massenübertragungs- und mikrostrukturelle Verteilung aufweisen und die mechanische Prüfung sollte zeigen, dass das Gussstück über den gesamten Abschnitt die erwarteten Eigenschaften aufweist.

Vor der Vergütung ist das Anschnittsystem grob zu entfernen. Nach der Vergütung muss überschüssiges Material des Gießsystems entfernt werden, wodurch die Oberfläche sauber und frei von scharfen Kanten wird.

Die Oberflächenrauigkeit des Hakengrundes im Fertigerzeugnis muss gleich oder besser als $R_z 500 \mu\text{m}$ sein, zum Beispiel S2 in Übereinstimmung mit EN 1370:2011. Die Oberfläche darf einem Schleifvorgang unterzogen werden, um die erforderliche Oberflächengüte zu erreichen. Dabei müssen mögliche Schleifspuren in Umfangsrichtung, bezogen auf den Kreisquerschnitt des Hakengrundes, verlaufen.

Nach der Wärmebehandlung muss die Oberfläche eines gegossenen Hakens mithilfe geeigneter zerstörungsfreier Prüfverfahren auf Fehler untersucht werden. Die Anforderungen der Gütestufe 2 nach EN 1369:2012 oder Gütestufe 2 nach EN 1371-1:2011 müssen erfüllt sein.

Die innere Güte muss durch Ultraschallprüfung in Übereinstimmung mit EN 12680-1:2003 untersucht werden und Gütestufe 2 muss erfüllt sein.

Schweißverfahren für das Fertigungsschweißen sind für alle Reparaturarbeiten während der Herstellung erforderlich und müssen in Übereinstimmung mit CEN ISO/TR 15608:2017 und EN ISO 15614-1:2017 qualifiziert sein. Im Anschluss muss der geschweißte Teil nach der Schweißung wärmebehandelt werden. Fertigungsschweißungen müssen so ausgeführt werden, dass die erhaltenen Werte für die jeweiligen Eigenschaften des Schweißgutes und der Wärmeeinflusszone den Anforderungen an den Grundwerkstoff nach dieser Norm entsprechen. A_1

4.3 Fertigungstoleranzen von Schmiedestücken

Im Allgemeinen müssen alle Maße von A_1 unbearbeiteten A_1 Haken innerhalb $[0 ; +7 \text{ \%}]$ des Nennmaßes liegen. Für die in Anhang A und Anhang 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 A_1 gelöschter Text A_1 Haken muss in Übereinstimmung mit den geltenden Europäischen Werkstoffnormen, aufgelistet in Tabelle 5, durchgeführt werden.

4.5 Kaltumformung durch Prüfbelastung

A_1 Als letzte Stufe des Fertigungsprozesses darf ein geschmiedeter Haken einer „Prüflastprüfung“ ausgesetzt und infolge dessen kaltumgeformt werden. Siehe Richtlinien in Anhang K. A_1

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

A_1 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 $\boxed{A_1}$ unbearbeiteten $\langle A_1 \rangle$ Schaftes verlaufen.

Ein Doppelhaken muss symmetrisch zur Mittellinie des Schaftes sein.

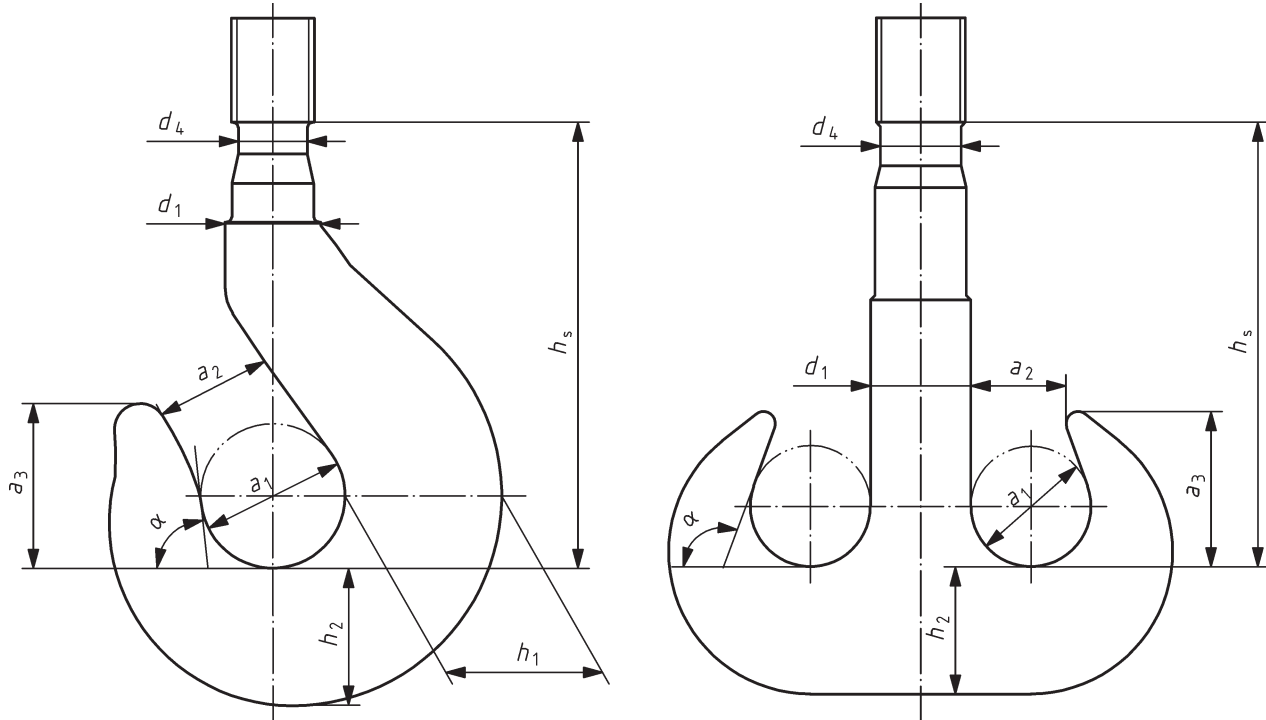


Bild 1 — Hakenmaße

Der Durchmesser des $\boxed{A_1}$ unbearbeiteten $\langle A_1 \rangle$ 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 $a_o \geq 0,7 a_1$ betragen.

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

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

4.7 Bearbeitung des Hakenschaftes

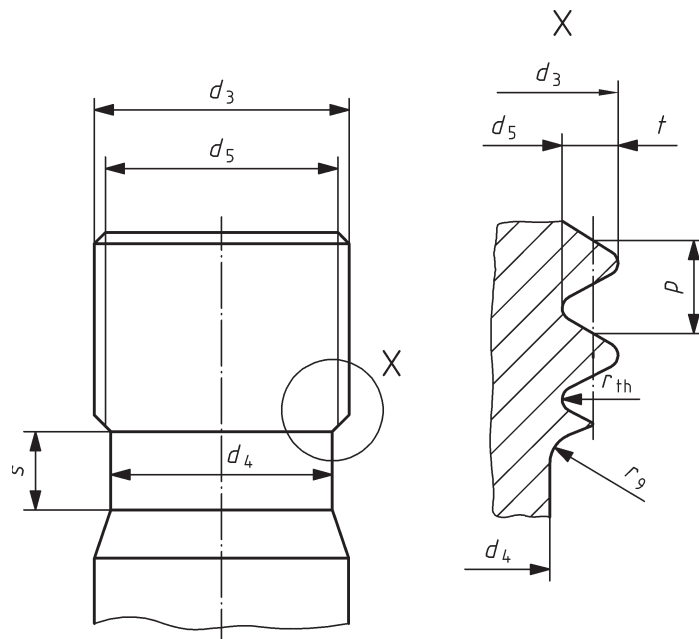


Bild 2 — Maße des bearbeiteten Schaftes

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 A_1 unbearbeiteten A_1 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 A_1 Hakenkörpers A_1 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

A1 Die Muttern sollten aus geschmiedetem Material bestehen. Die mechanischen Eigenschaften des Mutterwerkstoffs müssen gleich oder besser als die nach 4.1 für den Werkstoff für geschmiedete Haken geforderten Eigenschaften sein. **A1** 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 Heben einer frei beweglichen Last vom Boden, siehe dazu 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 einer horizontalen Bewegung;
- Φ_5 der dynamische Beiwert für Lasten, die durch horizontale Beschleunigung verursacht werden, siehe dazu 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 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 zwischen tiefstem Punkt des Hakengrundes und oberem Ende des dünnsten Teils 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.

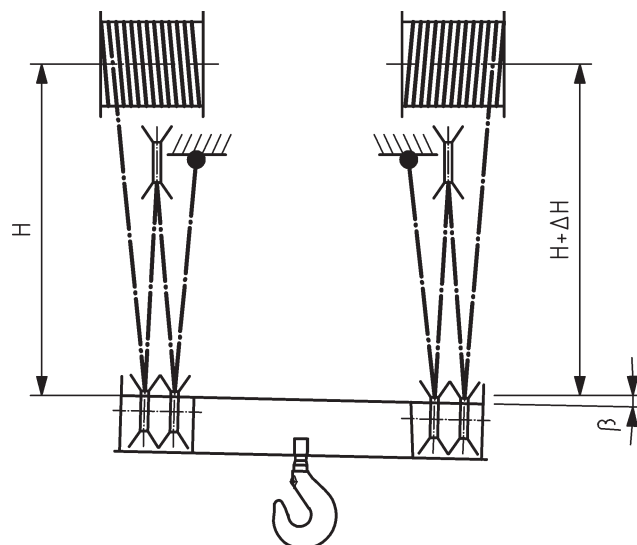


Bild 3 — $\boxed{A_1}$ Schräglage des Hakens bei unterschiedlichen Abständen der Hubbewegung $\boxed{A_1}$

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:

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

dabei ist

- $F_{\text{sd},s}$ 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 tiefstem 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 vom tiefsten Punkt des Hakengrundes zur Gelenkachse.

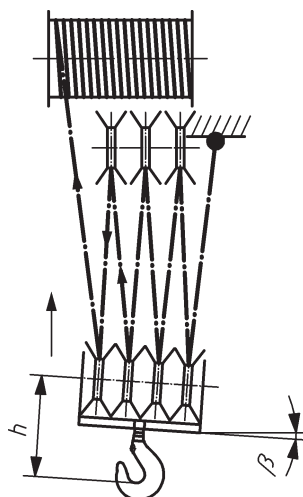


Bild 4 — Kippen der Hakenaufhängung bei Einzelseiltrieb

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 Wirkungslinie der Vertikalkraft 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;
- $c_e = 0,05$.

In den Konstruktionsberechnungen darf eine geringere Exzentrizität verwendet werden, wenn mit Hilfe eines formschlüssigen mechanischen Hilfsmittels sichergestellt wird, dass die Hebevorrichtung näher zur Mitte des Hakengrundes gelangt.

5.4.5 Ausnahmefall für Doppelhaken

Die vorhersehbare Fehlanwendung, dass ein Doppelhaken nur an einem Haken belastet wird, muss als Ausnahmefall berücksichtigt werden. Daher muss für Doppelhaken angenommen werden, dass die Nennlast zur Hälfte auf einen der beiden Haken einwirkt, während der andere Haken unbelastet ist. In den Berechnungen wird dieser Lastfall der Lastkombination C mit $\gamma_p = 1$ zugeordnet, siehe 5.2.

Für einen Doppelhaken mit einseitiger Belastung muss das Biegemoment M_4 infolge der Exzentrizität der Belastung an dem bearbeiteten Unterschnitt mit einem Durchmesser d_4 (siehe Bild 1, angenommener dünnster Hakenschaftquerschnitt) wie folgt berechnet werden:

$$M_4 = F_{Sd,s}/2 \times \left[e_R \times (1 - h_s/h) + h_s/h \times \min \left\{ \frac{e_R}{c_t} \right\} \right] \quad (8)$$

mit

$$e_R = (a_1 + d_1)/2$$

dabei ist

- $F_{Sd,s}$ die Bemessungsvertikalkraft nach 5.2;
- d_1 der Durchmesser des unbearbeiteten Hakenschaftes;
- a_1 der Kreisdurchmesser des Hakengrundes;
- e_R der Abstand des Lastangriffspunkts im Hakengrund von der Schaftmittellinie;
- h der vertikale Abstand vom tiefsten Punkt des Hakengrundes zur Gelenkachse;
- h_s der vertikale Abstand vom tiefsten Punkt des Hakengrundes zum oberen Ende des Hakenunterschnitts, siehe Bild 1;
- c_t der relative Kippwiderstand der Hakenaufhängung, siehe dazu Anhang H.

ANMERKUNG Gleichung (8) stellt eine leicht konservative Methode dar, das Drehmoment am bearbeiteten Querschnitt des Schaftes zu berechnen. Die Berechnung von Spannungen im d_1 unbearbeiteten d_1 Schaftquerschnitt von Doppelhaken ist für diesen Ausnahmefall in 5.5.3 und Gleichung (12) angegeben.