

**DIN EN 14399-10**

ICS 21.060.01

**Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau –  
Teil 10: System HRC –  
Garnituren aus Schrauben und Muttern mit kalibrierter Vorspannung;  
Deutsche Fassung EN 14399-10:2009**

High-strength structural bolting assemblies for preloading –  
Part 10: System HRC –  
Bolt and nut assemblies with calibrated preload;  
German version EN 14399-10:2009

Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte –  
Partie 10: Système HRC –  
Boulons (vis + écrou + rondelle) à précontrainte calibrée;  
Version allemande EN 14399-10:2009

Gesamtumfang 24 Seiten

Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV) im DIN  
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 067-03-04 AA „Schraubenverbindungen für den Stahlbau“ im Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV).

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 261	siehe DIN ISO 261
ISO 965-2	siehe DIN ISO 965-2
ISO 965-5	siehe DIN ISO 965-5

## **Nationaler Anhang NA (informativ)**

### **Literaturhinweise**

DIN ISO 261, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Übersicht*

DIN ISO 272, *Mechanische Verbindungselemente — Schlüsselweiten für Sechskantschrauben und -muttern*

DIN ISO 965-2, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 2: Grenzmaße für Außen- und Innengewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzklasse mittel*

DIN ISO 965-5, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 5: Grenzmaße für Innengewinde, passend für feuerverzinkte Außengewinde mit Höchstmaßen der Toleranzfeldlage h vor Aufbringung des Überzuges*

ICS 21.060.01

**Deutsche Fassung**

**Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für  
den Metallbau —  
Teil 10: System HRC —  
Garnituren aus Schrauben und Muttern mit kalibrierter  
Vorspannung**

High-strength structural bolting assemblies  
for preloading —  
Part 10: System HRC —  
Bolt and nut assemblies with calibrated preload

Boulonnerie de construction métallique à haute résistance  
apte à la précontrainte —  
Partie 10: Système HRC —  
Boulons (vis + écrou + rondelle) à précontrainte calibrée

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. Januar 2009 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 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

## Inhalt

Seite

Vorwort .....	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich .....	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe .....	6
4 Schrauben .....	7
4.1 Maße der Schrauben .....	7
4.2 Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen .....	12
4.3 Kennzeichnung von Schrauben .....	13
5 Muttern.....	14
5.1 Maße von Muttern .....	14
5.2 Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen.....	16
5.3 Prüfkraft für Muttern.....	17
5.4 Abkühlung des Muttergewindes .....	17
5.5 Kennzeichnung der Muttern .....	17
6 Bezeichnung der Garnitur aus Schraube und Mutter .....	18
7 Zugehörige Scheiben .....	18
8 Gebrauchseigenschaften der Garnitur aus Schraube, Mutter und Scheibe .....	19
8.1 Allgemeines.....	19
8.2 Prüfung der Eignung zum Vorspannen.....	19
8.3 Prüfung der Eignung für die kalibrierte Vorspannung .....	20
8.4 Anforderungen.....	20
Literaturhinweise .....	22
<b>Bilder</b>	
Bild 1 — HRC-Schraube mit Sechskantkopf.....	7
Bild 2 — HRC-Schraube mit Halbrundkopf.....	8
Bild 3 — Beispiele der Schraubenkennzeichnung.....	13
Bild 4 — Maße der Mutter.....	14
Bild 5 — Beispiele für die Kennzeichnung von Muttern .....	18
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 — Maße von Sechskantschrauben <sup>a</sup> .....	9
Tabelle 2 — Maße von Halbrundschrauben <sup>a b</sup> .....	11
Tabelle 3 — Maße des Abscherendes <sup>a</sup> .....	11
Tabelle 4 — Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen .....	12
Tabelle 5 — Maße von Muttern nach EN 14399-3 (HR) <sup>a</sup> .....	15
Tabelle 6 — Maße von Muttern mit einer Höhe $m = 1d$ (HRD) <sup>a</sup> .....	15
Tabelle 7 — Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen .....	16
Tabelle 8 — Prüfkraft für Muttern.....	17
Tabelle 9 — Grenzwerte der Schraubkraft beim Wegbrechen des Abscherendes.....	21

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 14399-10:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2011 zurückgezogen werden.

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

EN 14399 besteht aus den folgenden Teilen mit dem allgemeinen Titel *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau*:

- Teil 1: *Allgemeine Anforderungen*
- Teil 2: *Prüfung der Eignung zum Vorspannen*
- Teil 3: *System HR — Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*
- Teil 4: *System HV — Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*
- Teil 5: *Flache Scheiben*
- Teil 6: *Flache Scheiben mit Fase*
- Teil 7: *System HR — Garnituren aus Senkschrauben und Muttern*
- Teil 8: *System HV — Garnituren aus Sechskant-Passschrauben und Muttern*
- Teil 9: *System HR oder HV — Direkte Kraftanzeiger für Garnituren aus Schrauben und Muttern*
- Teil 10: *System HRC — Garnituren aus Schrauben und Muttern mit kalibrierter Vorspannung*

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

## **Einleitung**

Der vorliegende Teil dieser Europäischen Norm vervollständigt die Europäische Normenreihe EN 14399, Teile 1 bis 10, in denen hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau festgelegt werden; dieser Teil gehört zum System HR. Die Besonderheit der Garnituren aus Schrauben und Muttern mit kalibrierter Vorspannung gegenüber dem System HR nach EN 14399-3 besteht in der Vorspannung in der Schraube, die beim Anziehen durch das Wegbrechen des Abscherendes der Schraube unter Torsionsspannung kontrolliert wird, wobei dieser Bruch bei einer genau vorherbestimmten Spannung auftritt.

Vorgespannte Schraubenverbindungen reagieren sehr empfindlich auf Unterschiede in der Herstellung und Schmierung. Es ist deshalb wichtig, dass die Garnitur von einem einzigen Hersteller geliefert wird, der stets für die Funktion der Garnitur verantwortlich ist.

Aus dem gleichen Grund ist es wichtig, dass das Aufbringen der Überzüge auf die Garnitur unter der Aufsicht des Herstellers erfolgt.

Die Funktionsfähigkeit der Garnitur erfordert, dass neben den mechanischen Eigenschaften der Komponenten auch die festgelegte Vorspannung erreicht wird, wenn das Wegbrechen des Abscherendes der Schraube an der Sollbruchstelle unter der vorherbestimmten Torsionsspannung auftritt, sofern die Garnitur nach einem geeigneten Verfahren angezogen wird. Zu diesem Zweck wurde ein Prüfverfahren für die Eignung der Komponenten zum Vorspannen entwickelt, das zeigt, ob die Garnitur ihre Funktion erfüllt.

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass im Vergleich zur ISO 272 die Schlüsselweiten (große Reihe) für M12 und M20 auf 22 mm bzw. 32 mm geändert wurden. Diese Änderungen sind aus folgenden Gründen zulässig:

- unter den besonderen Bedingungen, denen Schraubenverbindungen für den Metallbau unterliegen, können die Druckspannungen unter dem Schraubenkopf oder der Mutter bei den Größen M12 mit der Schlüsselweite von 21 mm zu groß werden, insbesondere bei einer außermittigen Lage der Scheibe zur Schraubenachse;
- die Herstellung der Schlüsselweite 34 mm ist für die Größe M20 äußerst schwierig; die Änderung auf 32 mm ergibt sich in erster Linie aus wirtschaftlichen Gründen, es sollte jedoch auch beachtet werden, dass die Schlüsselweite 32 mm in Europa bereits allgemein üblich ist.

## 1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil dieser Europäischen Norm legt gemeinsam mit EN 14399-1 die Anforderungen an Garnituren aus hochfesten Schrauben und Muttern für den Metallbau des Systems HRC mit den Gewindegrößen M12 bis M30 und der Festigkeitsklasse 10.9/10 fest, die für vorgespannte Verbindungen mit Sechskantkopf (große Schlüsselweiten) oder Halbrundkopf geeignet sind.

Die Garnituren aus Schrauben und Muttern, die dem vorliegenden Teil dieser Europäischen Norm entsprechen, wurden so gestaltet, dass sie ein Vorspannen auf mindestens  $0,7 f_{ub} \times A_s$ <sup>1)</sup> in Übereinstimmung mit EN 1993-1-8:2005 (Eurocode 3) zulassen und dass sie ihr Verformungsvermögen vorwiegend durch plastische Verlängerung der Schraube erreichen. Aus diesem Grund weisen die Komponenten die folgenden Eigenschaften auf:

- Mutter nach EN 14399-3 oder
- Mutter mit der Höhe  $m = 1d$ ,
- Gewindelänge der Schraube nach ISO 888.

Garnituren aus Schrauben und Muttern, die dem vorliegenden Teil dieser Europäischen Norm entsprechen, enthalten (eine) Scheibe(n) nach EN 14399-6 oder EN 14399-5 (nur unter der Mutter).

**ANMERKUNG** Es wird darauf hingewiesen, dass ein zufriedenstellendes Ergebnis nur dann erzielt wird, wenn sichergestellt ist, dass die Schrauben sachgerecht eingesetzt werden. Für Empfehlungen zur ordnungsgemäßen Anwendung siehe Anhang A.

Das Prüfverfahren für die Eignung zum Vorspannen ist in EN 14399-2 festgelegt und wird durch Abschnitt 5 ergänzt.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 10045-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

EN 14399-1, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 14399-2:2005, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 2: Prüfung der Eignung zum Vorspannen*

EN 14399-3:2005, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 3: System HR — Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

EN 14399-5, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 5: Flache Scheiben*

EN 14399-6, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 6: Flache Scheiben mit Fase*

---

1)  $f_{ub}$  ist die Nennzugfestigkeit ( $R_m$ ) und  $A_s$  der Nennspannungsquerschnitt der Schraube.

EN 20898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkräften — Regelgewinde (ISO 898-2:1992)*

EN 26157-1, *Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 1: Schrauben für allgemeine Anforderungen (ISO 6157-1:1988)*

EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1999)*

EN ISO 3269, *Mechanische Verbindungselemente — Annahmeprüfung (ISO 3269:2000)*

EN ISO 4759-1, *Toleranzen für Verbindungselemente — Teil 1: Schrauben und Muttern — Produktklassen A, B und C (ISO 4759-1:2000)*

EN ISO 6157-2, *Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 2: Muttern (ISO 6157-2:1995)*

EN ISO 10684, *Verbindungselemente — Feuerverzinkung (ISO 10684:2004)*

ISO 148-1, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method*

ISO 261, *ISO general purpose metric screw threads — General plan*

ISO 965-2, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 2: Limits of sizes for general purpose external and internal screw threads — Medium quality*

ISO 965-5, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 5: Limits of sizes for internal screw threads to mate with hot-dip galvanized external screw threads with maximum size of tolerance position h before galvanizing*

### **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gilt der folgende Begriff.

#### **3.1**

##### **Abscherschrauber**

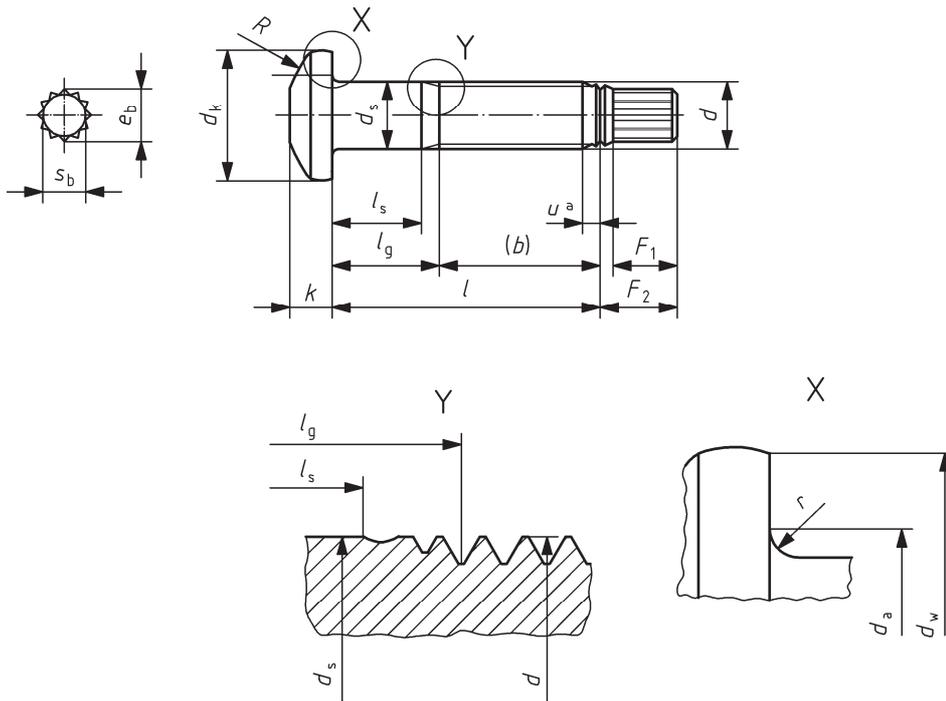
elektrisches oder manuelles Werkzeug, das mit zwei coaxialen Einsätzen ausgestattet ist, die durch ihre Drehmomente gegenläufig zueinander wirken:

- der äußere Einsatz zur Aufnahme der Mutter dreht sich im Uhrzeigersinn;
- der innere Einsatz zur Aufnahme des Abscherendes der Schraube (d. h. Zwölfkant) dreht sich entgegen dem Uhrzeigersinn

ANMERKUNG Der Abscherschrauber funktioniert wie folgt:

- während des Anziehvorgangs einer Verbindung befindet sich derjenige Einsatz in Drehbewegung, der den geringsten Widerstand gegen diese Bewegung bietet;
- von Anfang an und bis zur abschließenden Anziehstufe dreht sich der äußere Einsatz auf der Mutter im Uhrzeigersinn, während der innere Einsatz das Abscherende hält, ohne sich zu drehen, wodurch die Schraubengarnitur mit zunehmendem Anziehdrehmoment auf die Mutter schrittweise angezogen wird;
- auf der abschließenden Anziehstufe, d. h. wenn das Torsionsfestigkeitsplateau der Sollbruchstelle erreicht ist, dreht sich der innere Einsatz entgegen dem Uhrzeigersinn, während der äußere Einsatz auf der Mutter ohne Drehbewegung reagiert;
- der Einbau der Schraubengarnitur ist abgeschlossen, wenn das Abscherende an der Sollbruchstelle abschert.





**Legende**

<sup>a</sup> unvollständiges Gewinde  $u \leq 2P$

ANMERKUNG Die Differenz zwischen  $l_g$  und  $l_s$  sollte nicht weniger als  $1,5P$  betragen.

**Bild 2 — HRC-Schraube mit Halbrundkopf**

Tabelle 1 — Maße von Sechskantschrauben<sup>a</sup>

Maße in Millimeter

Gewinde $d$		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$p^b$		1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5
$b$ (Hilfsmaß)	<sup>c</sup>	30	38	46	50	54	60	66
	<sup>d</sup>	—	44	52	56	60	66	72
	<sup>e</sup>	—	—	65	69	73	79	85
$c$	max.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	min.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$d_a$	max.	15,2	19,2	24,4	26,4	28,4	32,4	35,4
$d_s$	max.	12,70	16,70	20,84	22,84	24,84	27,84	30,84
	min.	11,30	15,30	19,16	21,16	23,16	26,16	29,16
$d_w$	max.	f						
	min.	20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6
$e$	min.	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37
$k$	nom.	7,5	10	12,5	14	15	17	18,7
	max.	7,95	10,75	13,40	14,90	15,90	17,90	19,75
	min.	7,05	9,25	11,60	13,10	14,10	16,10	17,65
$k_w$	min.	4,9	6,5	8,1	9,2	9,9	11,3	12,4
$r$	min.	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
$s$	max.	22	27	32	36	41	46	50
	min.	21,16	26,16	31	35	40	45	49

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Maße in Millimeter

Gewinde $d$			M12		M16		M20		M22		M24		M27		M30	
$l$			$l_s$ und $l_g^{g,h}$													
nom.	max.	min.	$l_s$ min.	$l_g$ max.	$l_s$ min.	$l_g$ max.	$l_s$ min.	$l_g$ max.	$l_s$ min.	$l_g$ max.	$l_s$ min.	$l_g$ max.	$l_s$ min.	$l_g$ max.	$l_s$ min.	$l_g$ max.
40	41,25	38,75	6	11,25	8	14										
50	51,25	48,75	11,25	20	8	14	10	17,5	11	18,5						
60	61,5	58,5	21,25	30	12	22	10	17,5	11	18,5	12	21	13,5	22,5		
70	71,5	68,5	31,25	40	22	32	11,5	24	11	18,5	12	21	13,5	22,5	15	25,5
80	81,5	78,5	41,25	50	32	42	21,5	34	17,5	30	12	21	13,5	22,5	15	25,5
90	91,75	88,25	51,25	60	42	52	31,5	44	27,5	40	21	36	15	30	15	25,5
100	101,75	98,25	61,25	70	52	62	41,5	54	37,5	50	31	46	25	40	16,5	34
110	111,75	108,25			62	72	51,5	64	47,5	60	41	56	35	50	26,5	44
120	121,75	118,25			72	82	61,5	74	57,5	70	51	66	45	60	36,5	54
130	132	128			76	86	65,5	78	61,5	74	55	70	49	64	40,5	58
140	142	138			86	96	75,5	88	71,5	84	65	80	59	74	50,5	68
150	152	148			96	106	85,5	98	81,5	94	75	90	69	84	60,5	78
160	164	156									85	100	79	94	70,5	88
170	174	166									95	110	89	104	80,5	98
180	184	176									105	120	99	114	90,5	108
190	194	186									115	130	109	124	100,5	118
200	204	196									125	140	119	134	110,5	128

ANMERKUNG Die handelsüblichen Längen sind in Form der Längen  $l_{s \text{ min.}}$  und  $l_{g \text{ max.}}$  definiert.

a Die Maße für feuerverzinkte Schrauben gelten vor dem Verzinken.

b  $P$  ist die Steigung des Gewindes.

c Für Längen  $l_{\text{nom.}} \leq 125 \text{ mm}$ .

d Für Längen  $125 \text{ mm} < l_{\text{nom.}} \leq 200 \text{ mm}$ .

e Für Längen  $l_{\text{nom.}} > 200 \text{ mm}$ .

f  $d_{w \text{ max.}} = s_{\text{actual}}$

g  $l_{g \text{ max.}} = l_{\text{nom.}} - b$ ,  $l_{s \text{ min.}} = l_{g \text{ max.}} - 5P$

h Sofern  $l_{s \text{ min.}}$  bei der Berechnung mit der Gleichung unter <sup>9</sup> kleiner als  $0,5d$  ist, gilt der Wert  $0,5d$  und  $l_{g \text{ max.}} = l_{s \text{ min.}} + 3P$ . Diese Werte sind oberhalb der Stufenlinie angeben.

ANMERKUNG Die Maße der Sollbruchstelle der Schraube sind aus folgenden Gründen nicht festgelegt: Maße und Toleranzen der Sollbruchstelle werden durch den Schraubenhersteller entsprechend dem Werkstoff, dem Herstellprozess und der Schmierung definiert. Die genauen Maße und Toleranzen der Sollbruchstelle stellen sicher, dass die festgelegte Vorspannung erreicht wird, wenn das Wegbrechen des Abscherendes der Schraube unter Torsionsspannung auftritt.

Tabelle 2 — Maße von Halbrundschauben<sup>a b</sup>

Maße in Millimeter

Gewinde $d$		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$d_k$	min.	21	27	34	38,5	43	48	52
$d_w$	min.	20	26	33	37	41	46	50
$k$	nom.	8	10	13	14	15	17	19
	max.	8,8	10,8	13,9	14,9	15,9	17,9	20,0
	min.	7,2	9,2	12,1	13,1	14,1	16,1	18,0
$R$	nom.	18	20	22	23	25	27	30
<sup>a</sup> Die Maße für feuerverzinkte Schrauben gelten vor dem Verzinken. <sup>b</sup> Für alle weiteren Maße siehe Tabelle 1.								

Tabelle 3 — Maße des Abscherendes<sup>a</sup>

Maße in Millimeter

Gewinde $d$		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Schlüsselweite des Abscherendes, $s_b$ <sup>a</sup>	nom.	7,7	11,3	14,1	15,4	16,8	19,0	21,1
	max.	8,0	11,6	14,4	15,7	17,1	19,3	21,4
	min.	7,4	11,0	13,8	15,1	16,5	18,7	20,8
Eckenmaß des Abscherendes, $e_b$ <sup>b</sup>	min.	8,36	12,43	15,60	17,06	18,65	21,13	23,50
Länge des Abscherendes, $F_1$	min.	11,0	13,0	15,0	15,5	16,0	19,0	21,0
Bruchlänge, $F_2$	max.	16,0	18,0	20,0	21,0	21,5	24,0	26,0
<sup>a</sup> Die Maße für feuerverzinkte Schrauben gelten vor dem Verzinken, mit der Ausnahme von $s_{b \max.}$ das nach dem Verzinken gilt. <sup>b</sup> $e_{b \min.} = 1,13 s_{b \min.}$								

#### 4.2 Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen

Die Technischen Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 — Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen

<b>Werkstoff</b>		Stahl
<b>Allgemeine Anforderungen</b>		EN 14399-1
<b>Gewinde</b>	Toleranz	6g <sup>a</sup>
	Normen	ISO 261, ISO 965-2
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Festigkeitsklasse	10.9
	Norm	EN ISO 898-1
<b>Kerbschlagarbeit</b>	Wert	$K_{V, \min} = 27 \text{ J bei } -20 \text{ °C}$
	Probe <sup>b</sup>	ISO 148-1
	Prüfung	EN 10045-1
<b>Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen</b>	Produktklasse	C, außer: Maße <i>c</i> und <i>r</i> . Abmaß für Längen $\geq 150 \text{ mm}$ : $\pm 4,0 \text{ mm}$
	Norm	EN ISO 4759-1
<b>Oberflächenausführung<sup>c</sup></b>	normal	wie hergestellt <sup>d</sup>
	feuerverzinkt	EN ISO 10684
	weitere	zu vereinbaren <sup>e</sup>
	zusätzlicher Korrosionsschutz	Nach dem Anziehen darf die am Ende der Schraube erscheinende Fläche ohne Überzug, die sich durch das Wegbrechen des Abscherendes ergibt, durch eine wirksame Schutzbehandlung gegen Korrosion geschützt werden (z. B. durch einen zusätzlichen Zinkstaub-Grundbeschichtungsstoff).
<b>Oberflächenfehler</b>		Grenzwerte für Oberflächenfehler werden in EN 26157-1 behandelt.
<b>Annahmeprüfung</b>		Für das Annahmeverfahren siehe EN ISO 3269.

<sup>a</sup> Die festgelegte Toleranzklasse gilt vor dem Feuerverzinken. Feuerverzinkte Schrauben sind für die Montage mit Müttern gedacht, deren Gewinde mit Übermaß geschnitten ist.

<sup>b</sup> Die Lage der Charpy-V-Referenzproben im Schraubenschaft muss den Festlegungen in EN ISO 898-1 entsprechen.

<sup>c</sup> Es wird darauf hingewiesen, dass es für Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 erforderlich ist, das Risiko der Wasserstoffversprödung bei der Auswahl eines geeigneten Oberflächenbehandlungsprozesses (z. B. Reinigen und Aufbringen von Überzügen) zu beachten; siehe die betreffenden Normen für Oberflächenüberzüge.

<sup>d</sup> „Wie hergestellt“ entspricht dem üblichen Zustand der Oberfläche mit einem leichten Ölfilm, der sich aus der Herstellung ergibt.

<sup>e</sup> Andere Überzüge dürfen zwischen dem Kunden und dem Hersteller vereinbart werden, vorausgesetzt, dass sie die mechanischen Eigenschaften und die Gebrauchseigenschaften nicht beeinträchtigen. Überzüge aus Cadmium oder Cadmiumlegierungen sind nicht zulässig.

### 4.3 Kennzeichnung von Schrauben

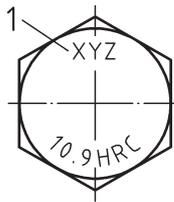
Hochfeste Schrauben für den Metallbau nach dem vorliegenden Teil dieser Europäischen Norm müssen mit den folgenden Angaben gekennzeichnet werden (siehe Bild 3 für Kennzeichnungsbeispiele):

- a) dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse nach EN ISO 898-1 und den Buchstaben HRC;

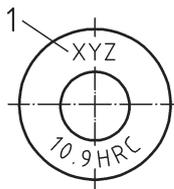
BEISPIEL 10.9 HRC

- b) dem Zeichen des Herstellers der Garnitur.

Die Kennzeichnung darf auf der Kopfoberseite entweder erhöht oder vertieft angebracht sein.



a) BEISPIEL einer Schraubenkennzeichnung für Sechskantköpfe



b) BEISPIEL einer Schraubenkennzeichnung für Halbrundköpfe

#### Legende

- 1 Zeichen des Herstellers der Garnitur

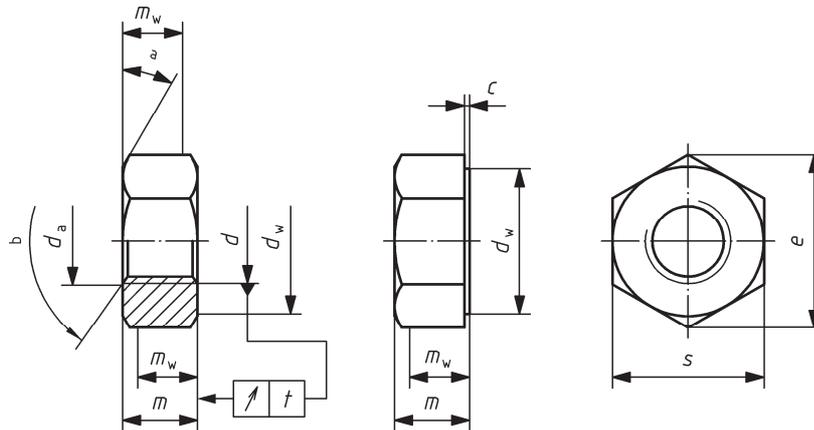
**Bild 3 — Beispiele der Schraubenkennzeichnung**

## 5 Muttern

### 5.1 Maße von Muttern

Maße von Muttern (siehe Bild 4) nach Wahl des Herstellers müssen Tabelle 5 oder Tabelle 6 entsprechen.

Zulässige alternative Ausführung



#### Legende

- a 15° bis 30°
- b 110° bis 130°

Bild 4 — Maße der Mutter

Tabelle 5 — Maße von Muttern nach EN 14399-3:2005 (HR)<sup>a</sup>

Maße in Millimeter

Gewinde $d$		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$p^b$		1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5
$d_a$	max.	13	17,3	21,6	23,7	25,9	29,1	32,4
	min.	12	16	20	22	24	27	30
$d_w$	max.	<sup>c</sup>						
	min.	20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6
$e$	min.	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37
$m$	max.	10,8	14,8	18	19,4	21,5	23,8	25,6
	min.	10,37	14,1	16,9	18,1	20,2	22,5	24,3
$m_w$	min.	8,3	11,3	13,5	14,5	16,2	18,1	19,5
$c$	max.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	min.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$s$	max.	22	27	32	36	41	46	50
	min.	21,16	26,16	31	35	40	45	49
$t$		0,38	0,47	0,58	0,63	0,72	0,80	0,87

<sup>a</sup> Die Maße für feuerverzinkte Muttern gelten vor dem Verzinken.  
<sup>b</sup>  $P$  ist die Steigung des Gewindes.  
<sup>c</sup>  $d_{w, \max.} = s_{\text{actual}}$ .

Werden Muttern mit der Höhe  $m = 1d$  verwendet, müssen sie mit Ausnahme der Maße  $m$  und  $m_w$ , die Tabelle 6 entsprechen müssen, Tabelle 5 entsprechen.

Tabelle 6 — Maße von Muttern mit einer Höhe  $m = 1d$  (HRD)<sup>a</sup>

Maße in Millimeter

Gewinde $d$		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$m$	max.	12,35	16,35	20,65	22,65	24,65	27,65	30,65
	min.	11,65	15,65	19,35	21,35	23,35	26,35	29,35
$m_w$	min.	9,32	12,52	15,48	17,08	18,68	21,08	23,48

<sup>a</sup> Die Maße für feuerverzinkte Muttern gelten vor dem Verzinken.

## 5.2 Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen

Die Technischen Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen sind in Tabelle 7 angegeben.

**Tabelle 7 — Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen**

<b>Werkstoff</b>		Stahl
<b>Allgemeine Anforderungen</b>		EN 14399-1
<b>Gewinde</b>	Toleranz	6H oder 6AZ <sup>a</sup>
	Normen	ISO 261, ISO 965-2, ISO 965-5
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Festigkeitsklasse	10 <sup>b</sup>
	Norm	EN 20898-2
<b>Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen</b>	Produktklasse	B, außer Maße <i>m</i> und <i>c</i>
	Norm	EN ISO 4759-1 <sup>c</sup>
<b>Oberflächenausführung</b>	normal	wie hergestellt <sup>d</sup>
	feuerverzinkt	EN ISO 10684
	weitere	zu vereinbaren <sup>e</sup>
<b>Oberflächenfehler</b>		Grenzwerte für Oberflächenfehler werden in EN ISO 6157-2 behandelt.
<b>Annahmeprüfung</b>		Für das Annahmeverfahren siehe EN ISO 3269.
<p><sup>a</sup> Die Gewindetoleranz beträgt 6H für nicht mit einem Überzug versehene Muttern und 6AZ für feuerverzinkte Muttern.</p> <p><sup>b</sup> Für die Werte der Prüfkraft siehe 5.3. Alle weiteren mechanischen Eigenschaften wie in EN 20898-2 festgelegt.</p> <p><sup>c</sup> Ausgenommen Rechtwinkligkeitstoleranz der Auflagefläche <i>t</i>, die in Tabelle 5 festgelegt ist.</p> <p><sup>d</sup> „Wie hergestellt“ entspricht dem üblichen Zustand der Oberfläche mit einem leichten Ölfilm, der sich aus der Herstellung ergibt.</p> <p><sup>e</sup> Andere Überzüge dürfen zwischen dem Kunden und dem Hersteller vereinbart werden, vorausgesetzt, dass sie die mechanischen Eigenschaften und die Gebrauchseigenschaften nicht beeinträchtigen. Überzüge aus Cadmium oder Cadmiumlegierungen sind nicht zulässig.</p>		

### 5.3 Prüfkräfte für Muttern

Prüfkräfte für Muttern sind in Tabelle 8 festgelegt.

Tabelle 8 — Prüfkräfte für Muttern

Gewinde <i>d</i>	Nennspannungs- querschnitt des Norm-Prüfdorns <i>A<sub>s</sub></i> mm <sup>2</sup>	Festigkeitsklasse 10 Toleranzklasse 6H oder 6AZ Prüfkraft ( <i>A<sub>s</sub> × S<sub>p</sub></i> ), N	
		Muttern nach EN 14399-3 (HR) <sup>a</sup>	Muttern mit der Höhe <i>m = 1d</i> (HRD) <sup>b</sup>
<b>M12</b>	84,3	97 800	104 900
<b>M16</b>	157	182 100	195 500
<b>M20</b>	245	284 200	305 000
<b>M22</b>	303	351 200	377 200
<b>M24</b>	353	409 500	439 500
<b>M27</b>	459	532 400	571 500
<b>M30</b>	561	650 800	698 400

<sup>a</sup> Die Werte der Prüfkraft beruhen auf der Spannung unter einer Prüfkraft von 1 160 N/mm<sup>2</sup>.

<sup>b</sup> Die Werte der Prüfkraft beruhen auf der Spannung unter einer Prüfkraft von 1 245 N/mm<sup>2</sup>.

### 5.4 Abkohlung des Muttergewindes

Die Abkohlung des Muttergewindes darf  $G = 0,015$  mm nicht überschreiten, wenn die Messung in Analogie zu Außengewinden, wie in EN ISO 898-1 angegeben, ausgeführt wird.

### 5.5 Kennzeichnung der Muttern

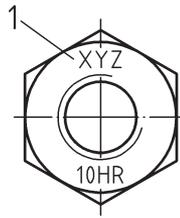
Hochfeste Muttern für den Metallbau nach dem vorliegenden Teil dieser Europäischen Norm müssen mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein (siehe Bild 5 für Kennzeichnungsbeispiele):

- a) dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse nach EN 20898-2 und
  - 1) den Buchstaben HR für Muttern nach EN 14399-3 oder
  - 2) den Buchstaben HRD für Muttern mit der Höhe  $m = 1d$  mit den Maßen nach Tabelle 6;

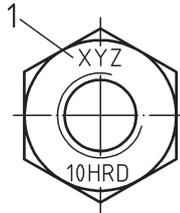
BEISPIEL      10 HR.

- b) dem Kennzeichen des Herstellers der Garnitur.

Die Kennzeichnung muss bei gefasteten Muttern entweder auf der oberen oder der unteren Seite vertieft und bei Muttern mit Telleransatz auf der nicht als Auflagefläche fungierenden Seite entweder vertieft oder erhöht angebracht sein.



a) BEISPIEL der Kennzeichnung von Muttern nach EN 14399-3



b) BEISPIEL der Kennzeichnung von Muttern mit einer Höhe  $m = 1d$

### Legende

1 Zeichen des Herstellers der Garnitur

**Bild 5 — Beispiele für die Kennzeichnung von Muttern**

## 6 Bezeichnung der Garnitur aus Schraube und Mutter

BEISPIEL 1 Bezeichnung einer Garnitur aus Schraube und Mutter für hochfeste Schraubenverbindungen für den Metallbau mit kalibrierter Vorspannung, System HRC, bestehend aus einer Sechskantschraube mit einem Gewinde M16, einer Nennlänge  $l = 80$  mm, Festigkeitsklasse 10.9 und einer Sechskantmutter mit großer Schlüsselweite, einer Höhe nach EN 14399-3, einem Gewinde M16 und der Festigkeitsklasse 10:

**Garnitur Sechskantschraube/Mutter EN 14399-10 — M16 × 80 — 10.9/10 — HRC**

BEISPIEL 2 Bezeichnung einer Garnitur aus Schraube und Mutter für hochfeste Schraubenverbindungen für den Metallbau mit kalibrierter Vorspannung, System HRC, bestehend aus einer Halbrundschaube mit einem Gewinde M16, einer Nennlänge  $l = 80$  mm, Festigkeitsklasse 10.9 und einer Sechskantmutter mit großer Schlüsselweite, mit einer Höhe  $m = 1d$  (Symbol D), einem Gewinde M16 und der Festigkeitsklasse 10:

**Garnitur Halbrundschaube/Mutter EN 14399-10 — M16 × 80 — 10.9/10D — HRC**

Sind andere Oberflächenausführungen als „wie hergestellt“ gefordert, ist die festgelegte Oberflächenausführung der Bezeichnung hinzuzufügen, z. B. für das Feuerverzinken (tZn):

**Garnitur Sechskantschraube/Mutter EN 14399-10 — M16 × 80 — 10.9/10 — HRC — tZn**

## 7 Zugehörige Scheiben

Garnituren aus Schrauben und Muttern nach dem vorliegenden Teil dieser Europäischen Norm müssen mit Scheiben nach EN 14399-6 oder EN 14399-5 verbaut werden. Scheiben nach EN 14399-5 dürfen nur unter der Mutter angewendet werden.

## 8 Gebrauchseigenschaften der Garnitur aus Schraube, Mutter und Scheibe

### 8.1 Allgemeines

Im Anlieferungszustand muss ausreichend geeigneter Schmierstoff auf den Muttern oder den Schrauben und Scheiben vorhanden sein, um sicherzustellen, dass kein Fressen im Gewinde eintritt, wenn die Verbindung angezogen wird, und dass die erforderliche Vorspannung erreicht wird.

Die Angemessenheit, mit der die Vorspannung beim Anziehen der Garnitur aus Schraube, Mutter und Scheibe(n) mit kalibrierter Vorspannung erreicht wird, ist von der zufriedenstellenden Kontrolle des Verhaltens in Bezug auf zwei Hauptparameter abhängig:

- der Schmierleistung;
- dem Torsionswiderstand des Abscherendes.

Daher müssen die Gebrauchseigenschaften der Garnitur aus Schraube, Mutter und Scheibe(n) mit kalibrierter Vorspannung nach 8.4 erreicht werden, wenn nach 8.2 und 8.3 geprüft wird.

ANMERKUNG 1 Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei bestimmten vorgespannten geschraubten Verbindungen in Metallkonstruktionen die Einbaubedingungen so sind, dass die Anwendung des Abscherschraubers nicht möglich ist. In diesem Fall erfolgt das Anziehen üblicherweise mit dem Drehmomentverfahren, und die  $k$ -Klasse K2 ( $k$ -Faktor und  $V_k$ ) ist erforderlich.

Vier volle Gewindegänge (zusätzlich zum Gewindeauslauf) müssen zwischen der Auflagefläche der Mutter und dem gewindefreien Teil des Schafts verbleiben.

ANMERKUNG 2 Zu weiteren Hintergrundinformationen hinsichtlich dieser Gebrauchseigenschaften siehe EN 14399-2. Spezielle Prüfbedingungen und -abläufe nach EN 14399-2:2005, Anhang A, dürfen mit Ausnahme von c) und d) 2) angewendet werden.

### 8.2 Prüfung der Eignung zum Vorspannen

#### 8.2.1 Allgemeines

Siehe EN 14399-2 und 8.2.2 bis 8.4.

#### 8.2.2 Prüfgarnituren

Die Prüfung muss an Garnituren ausgeführt werden, die mindestens eine Scheibe unter der Mutter umfassen.

Die Prüfgarnituren müssen aus einem einzelnen Garniturenlos oder einem erweiterten Garniturenlos entnommen werden (siehe EN 14399-1). Jede Komponente einer Prüfgarnitur darf nur einmal verwendet werden.

Die Prüfung muss an Prüfgarnituren durchgeführt werden, die sich ohne Änderung der Schmierung der verschiedenen Komponenten im Lieferzustand befinden.

#### 8.2.3 Prüfergebnisse

Die Bewertung der Prüfergebnisse muss EN 14399-2 entsprechen.

$\Delta\theta_2$  muss vom Bruch des Abscherendes gemessen werden und muss größer als der in EN 14399-3:2005 festgelegte Wert für  $\Delta\theta_2$  sein.

### 8.3 Prüfung der Eignung für die kalibrierte Vorspannung

Dieser zusätzliche Teil der Eignungsprüfung ist an Prüfgarnituren desselben Garniturenloses auszuführen wie für 8.2, um so zu überprüfen, ob das Abscherende bei dem geforderten Vorspannungswert wegbricht.

Es sind die Prüfbedingungen nach EN 14399-2:2005, Abschnitte 6 und 8, anzuwenden.

Die Prüfeinrichtung muss einem der folgenden Aspekte entsprechen:

- entweder dem Abscherschrauber nach 3.1 und der Messeinrichtung für die Schraubenkraft oder
- dem Abscherschrauber nach 3.1 und der Prüfeinrichtung nach EN 14399-2 oder
- der Prüfeinrichtung nach EN 14399-2, ausgerüstet mit koaxialen Einsätzen, die passend zum Abscherende der Schraube ausgelegt sind und sich auf ähnliche Weise wie der Abscherschrauber drehen und das Abscherende wegbrechen können.

ANMERKUNG Diese Prüfung darf mit der Prüfung der Eignung zum Vorspannen nach 8.2 kombiniert werden.

Der Anziehvorgang endet, wenn das Abscherende wegbricht.

$F_{ri}$ , der individuelle Wert der Schraubenkraft bei Bruchversagen des Abscherendes, muss gemessen werden.

### 8.4 Anforderungen

Für Garnituren mit HR-Muttern gelten die Anforderungen nach EN 14399-3:2005, *k*-Klasse K2.

Für Garnituren mit HRD-Muttern gelten die Anforderungen nach EN 14399-3:2005, *k*-Klasse K0.

Die Werte der Schraubenkraft beim Wegbrechen des Abscherendes ( $F_r$ ) müssen die Anforderungen nach Tabelle 9 erfüllen. Es gelten die folgenden Anforderungen:

— Individueller Wert von  $F_{ri} \geq 0,7 f_{ub} \times A_s$

— Mittelwert  $F_{r \text{ mean}} \geq 0,77 f_{ub} \times A_s$

— Variationskoeffizient von  $F_r$

$$V_{Fr} \leq 0,10$$

$$\text{mit } V_{Fr} = \frac{s_{Fr}}{F_{r \text{ mean}}} \tag{1}$$

Dabei ist

$s_{Fr}$  die Standardabweichung

$$\left( s_{Fr} = \sqrt{\frac{\sum (F_{ri} - F_{r \text{ mean}})^2}{n - 1}} \right) \tag{2}$$

Es müssen fünf Prüfungen durchgeführt werden.

Tabelle 9 — Grenzwerte der Schraubenkraft beim Wegbrechen des Abscherendes

Gewinde <i>d</i>	Nennspannungs- querschnitt des Norm-Prüfdorns <i>A<sub>s</sub></i>  mm <sup>2</sup>	$F_{r \text{ min}}$ $0,7 \times f_{ub} \times A_s^a$  N	$F_{r \text{ mean min}}$ $0,77 \times f_{ub} \times A_s^a$  N
<b>M12</b>	84,3	59 010	64 911
<b>M16</b>	157	109 900	120 890
<b>M20</b>	245	171 500	188 650
<b>M22</b>	303	212 100	233 310
<b>M24</b>	353	247 100	271 810
<b>M27</b>	459	321 300	353 430
<b>M30</b>	561	392 700	431 970

<sup>a</sup>  $f_{ub}$  ist die Nennzugfestigkeit der Schraube ( $R_{m, \text{nom.}}$ )

## Literaturhinweise

- [1] EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*
- [2] EN 1993-1-8:2005, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*
- [3] EN 14399-4, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 4: System HV — Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*
- [4] ISO 272, *Fasteners — Hexagon products — Widths across flats*
- [5] ISO 888, *Bolts, screws and studs — Nominal lengths, and thread lengths for general purpose bolts*