

DIN EN 14399-7

**DIN**

ICS 21.060.01

**Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau –****Teil 7: System HR –****Garnituren aus Senkschrauben und Muttern;  
Deutsche Fassung EN 14399-7:2007**

High-strength structural bolting assemblies for preloading –

Part 7: System HR –

Countersunk head bolt and nut assemblies;

German version EN 14399-7:2007

Boulonnerie de constructions métallique à haute résistance apte à la précontrainte –

Partie 7: Système HR –

Boulons à tête fraisée (vis et écrou);

Version allemande EN 14399-7:2007

Gesamtumfang 23 Seiten

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

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14399-7:2007) wurde vom CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ unter Mitwirkung des NA 067-03-04 „Schraubenverbindungen für den Stahlbau“ des Normenausschusses Mechanische Verbindungselemente (FMV) erstellt.

Senkschrauben nach dieser Norm sind entsprechend ihrer Festigkeitsklasse nach ISO 898-1 voll belastbar. Das heißt, sie ertragen die Mindestbruchkräfte nach ISO 898-1, und das Versagen bei Überlastung unter Zugbeanspruchung erfolgt im freien belasteten Gewinde.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Europäischen Normen bestehen mit der gleichen Normnummer identische DIN-Normen. Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden DIN-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 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*

**Deutsche Fassung**

**Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für  
den Metallbau —  
Teil 7: System HR —  
Garnituren aus Senkschrauben und Muttern**

High-strength structural bolting assemblies  
for preloading —  
Part 7: System HR —  
Countersunk head bolt and nut assemblies

Boulonnerie de construction métallique à haute résistance  
apte à la précontrainte —  
Partie 7: Système HR —  
Boulons à tête fraisée (vis et écrou)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. November 2007 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: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel**

## Inhalt

	Seite
Vorwort .....	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich .....	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe .....	6
4 Schrauben .....	6
4.1 Allgemeines.....	6
4.2 Maße der Schrauben .....	6
4.3 Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen .....	11
4.4 Kennzeichnung der Schrauben.....	11
5 Muttern.....	12
5.1 Maße der Muttern.....	12
5.2 Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen.....	14
5.3 Prüfkräfte für Muttern.....	15
5.4 Abkühlung des Muttergewindes .....	15
5.5 Kennzeichnung der Muttern .....	16
6 Bezeichnung der Garnituren aus Senkschraube und Mutter.....	16
7 Zugehörige Scheiben .....	16
8 Gebrauchseigenschaften der Garnitur Schraube/Mutter/Scheibe .....	17
8.1 Allgemeines.....	17
8.2 Individueller Wert der maximalen Schraubkraft während der Verschraubungsprüfung ( $F_{bi \max.}$ ).....	18
8.3 Winkel, um den die Mutter ausgehend von der Vorspannkraft $0,7 f_{ub} \times A_S$ weitergedreht werden muss, bevor $F_{bi \max.}$ erreicht wird ( $\Delta\theta_1$ ).....	18
8.4 Winkel, um den die Mutter ausgehend von der Vorspannkraft $0,7 f_{ub} \times A_S$ weitergedreht werden muss, bevor $F_{bi}$ den Wert $0,7 f_{ub} \times A_S$ wieder unterschreitet ( $\Delta\theta_2$ ).....	19
8.5 Individuelle Werte des $k$ -Faktors ( $k_i$ ), Mittelwert des $k$ -Faktors ( $k_m$ ) und Variationskoeffizient des $k$ -Faktors ( $V_k$ ).....	19
Literaturhinweise .....	21
<b>Bilder</b>	
Bild 1 — Maße der Schrauben.....	7
Bild 2 — Beispiel für die Kennzeichnung einer Schraube.....	12
Bild 3 — Maße der Muttern .....	12
Bild 4 — Beispiel für die Kennzeichnung einer Mutter.....	16
Bild 5 — Adapter.....	17
Bild 6 — Prüfanordnung .....	18
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 — Systeme für Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheibe(n) .....	4
Tabelle 2 — Maße der Schrauben <sup>a</sup> .....	8
Tabelle 3 — Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen .....	11
Tabelle 4 — Maße der Muttern <sup>a</sup> .....	13
Tabelle 5 — Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen .....	14
Tabelle 6 — Prüfkräfte für Muttern.....	15
Tabelle 7 — Härtewerte für Muttern, falls festgelegt.....	15
Tabelle 8 — Eigenschaften der Adapter.....	17
Tabelle 9 — Werte für $\Delta\theta_1$ .....	19
Tabelle 10 — Werte für $\Delta\theta_2$ .....	19

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 14399-7:2007) 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 Juni 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2010 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument über Schraubenverbindungen für den Metallbau gibt die Situation in Europa wieder, wo zwei unterschiedliche technische Lösungen existieren, um für Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben die notwendige Duktilität zu erreichen. Bei diesen Lösungen werden unterschiedliche Systeme (HR und HV) für die Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben benutzt, siehe Tabelle 1. Beide Systeme sind gut bewährt, und die Entscheidung für eines der beiden Systeme bleibt den verantwortlichen Sachverständigen im Metallbau überlassen.

Für die Funktion der Garnitur ist es jedoch wichtig, Verwechslungen der Komponenten beider Systeme zu vermeiden. Aus diesem Grund sind die Schrauben und Muttern der beiden Systeme jeweils in einem eigenen Teil dieser Europäischen Norm genormt, und die Kennzeichnung der Komponenten desselben Systems erfolgt einheitlich.

**Tabelle 1 — Systeme für Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheibe(n)**

	<b>Garnituren aus Schrauben/Muttern und Scheibe(n) System HR</b>		<b>Garnituren aus Schrauben/Muttern und Scheibe(n) System HV</b>
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	EN 14399-1		
<b>Garnitur aus Schraube und Mutter</b>	EN 14399-3, EN 14399-7		EN 14399-4, EN 14399-8
Kennzeichnung	HR		HV
Festigkeitsklassen	8.8/8 oder 8.8/10	10.9/10	10.9/10
<b>Scheibe(n)</b>	EN 14399-5 oder EN 14399-6		EN 14399-5 oder EN 14399-6
Kennzeichnung	H		H
<b>Eignungsprüfung für das Vorspannen</b>	EN 14399-2		EN 14399-2

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 Verbindung verantwortlich ist.

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

Die Funktion der Garnitur erfordert, dass neben den mechanischen Eigenschaften der Komponenten auch die geforderte Vorspannung erreicht wird, wenn die Verbindung nach einem geeigneten Verfahren angezogen wird. Zu diesem Zweck wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem die Eignung der Komponenten für die Vorspannung geprüft und mit dem nachgewiesen wird, dass die Schraubenverbindung die Funktion erfüllt.

Es wird darauf hingewiesen, dass zufrieden stellende Ergebnisse nur dann erzielt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Schrauben sachgerecht eingesetzt werden. Für Empfehlungen zur richtigen Anwendung wird auf prEN 1090-2 verwiesen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gehört zur Reihe der Europäischen Normen EN 14399 und ist zusammen mit EN 14399-1 anzuwenden für

- allgemeine Anforderungen,
- die Prüfung für die Konformitätsbewertung,
- die Konformitätsbewertung,
- die vorschriftsmäßige Kennzeichnung

für Garnituren aus hochfesten Senkschrauben und Muttern des Systems HR, die für vorspannbare Schraubenverbindungen geeignet sind, mit Gewindegrößen M12 bis M36, Schraubenfestigkeitsklassen 8.8 und 10.9 sowie EN 14399-2 für die Eignungsprüfung.

Dieses Dokument spezifiziert Festlegungen für

- Maße,
- die zugehörige(n) Scheibe(n) nach EN 14399-5 oder EN 14399-6,
- Funktions- und Eignungsprüfungen

für Garnituren der Gewindegrößen M12 bis M36 und der Schraubenfestigkeitsklassen 8.8 und 10.9.

Die Garnituren aus Senkschrauben und Muttern nach diesem Dokument 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 (Eurocode 3) erlauben, und dass sie ihr Verformungsvermögen vorwiegend durch Verlängerung der Schraube erreichen. Zu diesem Zweck weisen die Komponenten folgende Merkmale auf:

- Mutterhöhe entsprechend Typ 1 (siehe EN ISO 4032);
- Gewindelänge der Schraube entsprechend ISO 888.

## 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 1993-1-8, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*

EN 10045-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

EN 14399-1:2005, *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 14399-5, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 5: Flache Scheiben*

---

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

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

EN 20898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften — 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 4032, *Sechskantmuttern, Typ 1 — Produktklassen A und B (ISO 4032:1999)*

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 888, *Bolts, screws and studs — Nominal lengths, and thread lengths for general purpose bolts*

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 hot-dip galvanized 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 gelten die Begriffe nach EN 14399-1:2005 und EN 14399-2:2005.

## **4 Schrauben**

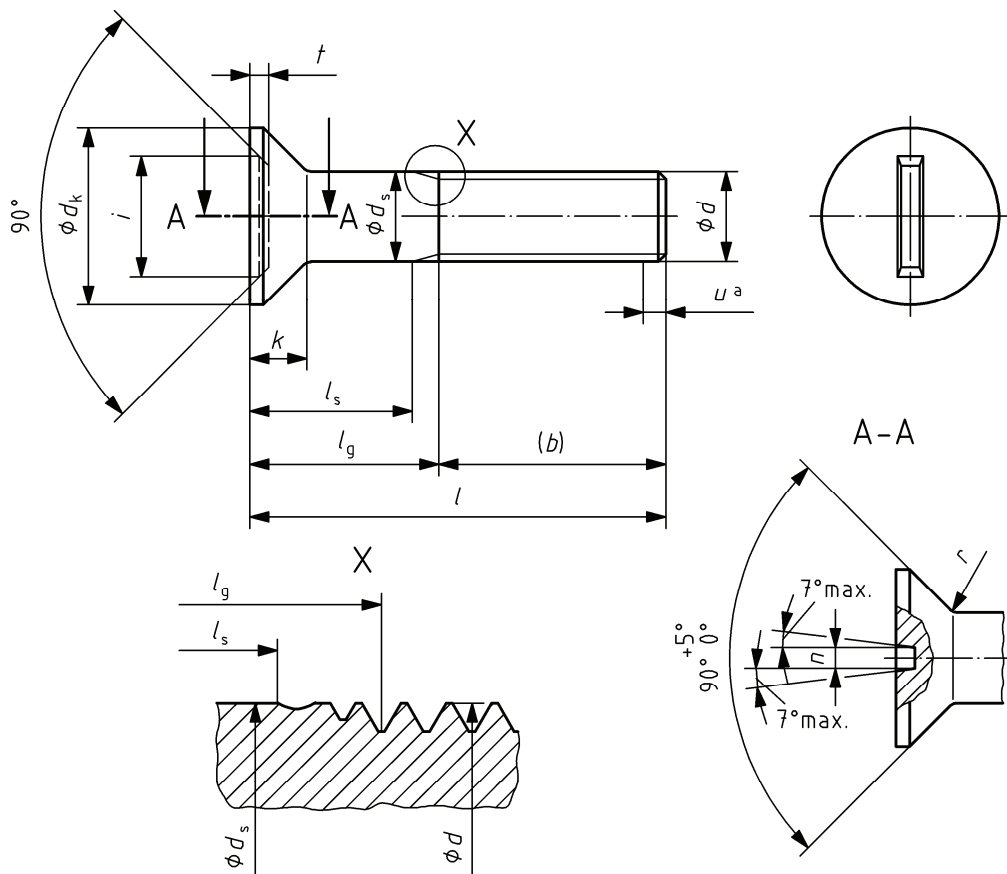
### **4.1 Allgemeines**

Die Prüfung der Eignung für das Vorspannen muss EN 14399-2 entsprechen.

### **4.2 Maße der Schrauben**

Siehe Bild 1 und Tabelle 2.





Der Unterschied zwischen  $l_g$  und  $l_s$  darf nicht kleiner als  $1,5 P$  sein.

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

**Bild 1 — Maße der Schrauben**

Tabelle 2 — Maße der Schrauben <sup>a</sup>

Maße in Millimeter

Gewinde <i>d</i>			M12	(M14) <sup>b</sup>	M16	(M18) <sup>b</sup>	M20					
<i>P<sup>c</sup></i>			1,75	2	2	2,5	2,5					
<i>b</i> (Hilfsmaß)	<i>d</i>		30	34	38	42	46					
	<i>e</i>		—	40	44	48	52					
	<i>f</i>		—	—	—	—	65					
<i>d<sub>s</sub></i>	max.		12,70	14,70	16,70	18,70	20,84					
	min.		11,30	13,30	15,30	17,30	19,16					
<i>d<sub>k</sub></i>	max.		24,00	28,00	32,00	36	40					
	min.		23,16	27,16	31,16	35	39					
<i>i</i>	max.		16,5	19,5	22,5	25,5	28,5					
	min.		15,5	18,5	21,5	24,5	27,5					
<i>k</i>	nom.		8,00	9,00	10,00	12,0	13,0					
	max. <sup>i</sup>		8,75	9,75	10,75	12,9	13,9					
	min. <sup>j</sup>		7,25	8,25	9,25	11,1	12,1					
<i>r</i>	max.		1,6	1,6	1,6	2,0	2,0					
	min.		1,2	1,2	1,2	1,5	1,5					
<i>n</i>	max.		3,0	3,0	3,0	3,5	3,5					
	min.		2,5	2,5	2,5	3,0	3,0					
<i>t</i>	max.		4,5	4,5	4,5	5,0	5,0					
	min.		3,0	3,0	3,0	3,5	3,5					
<i>l</i>			<i>l<sub>s</sub></i> und <i>l<sub>g</sub></i> <sup>g, h</sup>									
nom.	min.	max.	<i>l<sub>s</sub></i> min.	<i>l<sub>g</sub></i> max.	<i>l<sub>s</sub></i> min.	<i>l<sub>g</sub></i> max.	<i>l<sub>s</sub></i> min.	<i>l<sub>g</sub></i> max.	<i>l<sub>s</sub></i> min.	<i>l<sub>g</sub></i> max.	<i>l<sub>s</sub></i> min.	<i>l<sub>g</sub></i> max.
45	43,75	46,25	14	19,25								
50	48,75	51,25	14	19,25			18	24				
55	53,5	56,5	16,25	25			18	24				
60	58,5	61,5	21,25	30	16	22	18	24			23	30,5
65	63,5	66,5	26,25	35	21	31	18	24			23	30,5
70	68,5	71,5	31,25	40	26	36	22	32			23	30,5
75	73,5	76,5	36,25	45	31	41	27	37	21	28,5	23	30,5
80	78,5	81,5	41,25	50	36	46	32	42	25,5	38	23	30,5
85	83,25	86,75	46,25	55	41	51	37	47	30,5	43	26,5	39
90	88,25	91,75	51,25	60	46	56	42	52	35,5	48	31,5	44
95	93,25	96,75	56,25	65	51	61	47	57	40,5	53	36,5	49
100	98,25	101,75	61,25	70	56	66	52	62	45,5	58	41,5	54
110	108,25	111,75			66	76	62	72	55,5	68	51,5	64
120	118,25	121,75			76	86	72	82	65,5	78	61,5	74
130	128	132			80	90	76	86	69,5	82	65,5	78
140	138	142			90	100	86	96	79,5	92	75,5	88
150	148	152			100	110	96	106	89,5	102	85,5	98
160	156	164			110	120			99,5	112		

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Maße in Millimeter

Gewinde $d$			M22	M24	M27	M30	M36					
$p^c$			2,5	3	3	3,5	4					
$b$ (Hilfsmaß)	$d$		50	54	60	66	78					
	$e$		56	60	66	72	84					
	$f$		69	73	79	85	97					
$d_s$	max.		22,84	24,84	27,84	30,84	37,00					
	min.		21,16	23,16	26,16	29,16	35,00					
$d_k$	max.		44	48	54	60,0	72,0					
	min.		43	47	53	58,8	70,8					
$i$	max.		30,5	33,5	37,5	42,5	50,5					
	min.		29,5	32,5	36,5	41,5	49,5					
$k$	nom.		14,0	16,0	17,5	19,50	23,00					
	max. <sup>i</sup>		14,9	16,9	18,4	20,55	24,05					
	min. <sup>j</sup>		13,1	15,1	16,6	18,45	21,95					
$r$	max.		2,0	2,0	2,5	2,5	2,5					
	min.		1,5	1,5	2,0	2,0	2,0					
$n$	max.		3,5	3,5	3,5	4,0	4,0					
	min.		3,0	3,0	3,0	3,5	3,5					
$t$	max.		5,0	5,0	5,0	5,5	5,5					
	min.		3,5	3,5	3,5	4,0	4,0					
$l$			$l_s$ und $l_g$ <sup>g, h</sup>									
			$l_s$	$l_g$	$l_s$	$l_g$	$l_s$	$l_g$	$l_s$	$l_g$	$l_s$	$l_g$
nom.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<b>65</b>	63,5	66,5	25	32,5								
<b>70</b>	68,5	71,5	25	32,5	28	37						
<b>75</b>	73,5	76,5	25	32,5	28	37						
<b>80</b>	78,5	81,5	25	32,5	28	37	31	40				
<b>85</b>	83,25	86,75	25	32,5	28	37	31	40				
<b>90</b>	88,25	91,75	27,5	40	28	37	31	40	34,5	45		
<b>95</b>	93,25	96,75	32,5	45	28	37	31	40	34,5	45		
<b>100</b>	98,25	101,75	37,5	50	31	46	31	40	34,5	45		
<b>110</b>	108,25	111,75	47,5	60	41	56	31	40	34,5	45	41	53
<b>120</b>	118,25	121,75	57,5	70	51	66	45	60	34,5	45	41	53
<b>130</b>	128	132	61,5	74	55	70	49	64	40,5	58	41	53
<b>140</b>	138	142	71,5	84	65	80	59	74	50,5	68	41	53
<b>150</b>	148	152	81,5	94	75	90	69	84	60,5	78	46	66
<b>160</b>	156	164			85	100	79	94	70,5	88	56	76
<b>170</b>	166	174			95	110	89	104	80,5	98	66	86
<b>180</b>	176	184			105	120	99	114	90,5	108	76	96
<b>190</b>	186	194			115	130	109	124	100,5	118	86	106
<b>200</b>	196	204			125	140	119	134	110,5	128	96	116
ANMERKUNG Für die handelsüblichen Nennlängen sind die Längen $l_s$ min. und $l_g$ max. angegeben.												

Tabelle 2 (fortgesetzt)

- a Die Maße für feuerverzinkte Schrauben gelten vor dem Feuerverzinken.
- b Möglichst zu vermeidende Abmessungen.
- c  $P$  ist die Steigung des Gewindes.
- d Für Längen  $l_{\text{nom.}} \leq 125$  mm.
- e Für Längen  $125 \text{ mm} < l_{\text{nom.}} \leq 200$  mm.
- f Für Längen  $l_{\text{nom.}} > 200$  mm.
- g  $l_{\text{g max.}} = l_{\text{nom.}} - b$   
 $l_{\text{s min.}} = l_{\text{g max.}} - 5P$
- h Falls  $l_{\text{s min.}}$  berechnet nach der Gleichung in 9 kleiner als  $k_{\text{nom.}} + 0,5d$  ist, dann gilt der Wert  $k_{\text{nom.}} + 0,5d$  und  $l_{\text{g max.}} = l_{\text{s min.}} + 3P$ . Oberhalb der Stufenlinie weisen Schrauben eine verkürzte Gewindelänge auf.
- i  $k_{\text{max.}}$  schließt erhöhte Kennzeichnung ein, falls vorhanden.
- j  $k_{\text{min.}}$  schließt erhöhte Kennzeichnung aus, falls vorhanden.

#### 4.3 Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen

Tabelle 3 — Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Bezugsnormen

<b>Werkstoff</b>		Stahl
<b>Allgemeine Anforderungen</b>		EN 14399-1 <sup>a</sup>
<b>Gewinde</b>	Toleranz	6g <sup>b</sup>
	Internationale Normen	ISO 261, ISO 965-2
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	Festigkeitsklasse	8.8 oder 10.9
	Europäische Norm	EN ISO 898-1
<b>Kerbschlagarbeit</b>	Wert	$K_{V, \min} = 27 \text{ J bei } -20 \text{ °C}$
	Probe <sup>c</sup>	ISO 148-1
	Prüfung	EN 10045-1
<b>Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen</b>	Produktklasse	C außer: Maß <i>r</i> . Abmaß für Längen $\geq 160 \text{ mm}$ : $\pm 4,0 \text{ mm}$
	Internationale Norm	EN ISO 4759-1
<b>Oberflächenzustand<sup>d</sup></b>	normal	wie hergestellt <sup>e</sup>
	feuerverzinkt	EN ISO 10684
	sonstige	zu vereinbaren <sup>f</sup>
<b>Oberflächenfehler</b>		Grenzwerte für Oberflächenfehler sind in EN 26157-1 festgelegt.
<b>Annahmeprüfung</b>		Für die Annahmeprüfung gilt EN ISO 3269.
<p><sup>a</sup> Zurzeit verweist EN 14399-1 nur auf EN 14399-3 und EN 14399-4 hinsichtlich Maße und mechanische Eigenschaften der Komponenten und Gebrauchseigenschaften von Garnituren. Diese Verweisungen müssen auch für EN 14399-7 gelten.</p> <p><sup>b</sup> Die geforderte Toleranzklasse gilt ohne Oberflächenbehandlung. Feuerverzinkte Schrauben sind für die Paarung mit Muttern gedacht, deren Gewinde mit Übermaß geschnitten ist.</p> <p><sup>c</sup> Die Lage der Charpy-Spitzkerbproben in der Schraube muss mit den Festlegungen in EN ISO 898-1 übereinstimmen.</p> <p><sup>d</sup> Es wird darauf hingewiesen, dass es für Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 erforderlich ist, die Gefahr der Wasserstoffversprödung bei der Auswahl eines geeigneten Oberflächenbehandlungsprozesses (z. B. Reinigen und Aufbringen von Überzügen) zu beachten. Hinweise hierzu enthalten die betreffenden Normen für Oberflächenüberzüge.</p> <p><sup>e</sup> „Wie hergestellt“ entspricht dem üblichen Zustand der Oberfläche mit einem leichten Ölfilm, der sich aus der Herstellung ergibt.</p> <p><sup>f</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>		

#### 4.4 Kennzeichnung der Schrauben

Hochfeste Senkschrauben für den Metallbau, die diesem Teil dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen die folgende Kennzeichnung aufweisen:

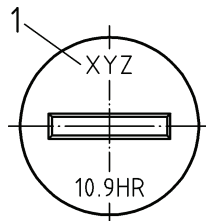
- a) Kennzeichen der Festigkeitsklasse in Übereinstimmung mit EN ISO 898-1 und die Buchstaben HR.

BEISPIEL 1 10.9 HR

b) Das Zeichen des Herstellers der Garnituren.

Es ist zulässig, die Kennzeichnung erhöht oder vertieft auf der Kopfoberfläche anzubringen.

BEISPIEL 2 Kennzeichnung der Schraube (siehe Bild 2):



**Legende**

1 Zeichen des Herstellers der Garnituren

**Bild 2 — Beispiel für die Kennzeichnung einer Schraube**

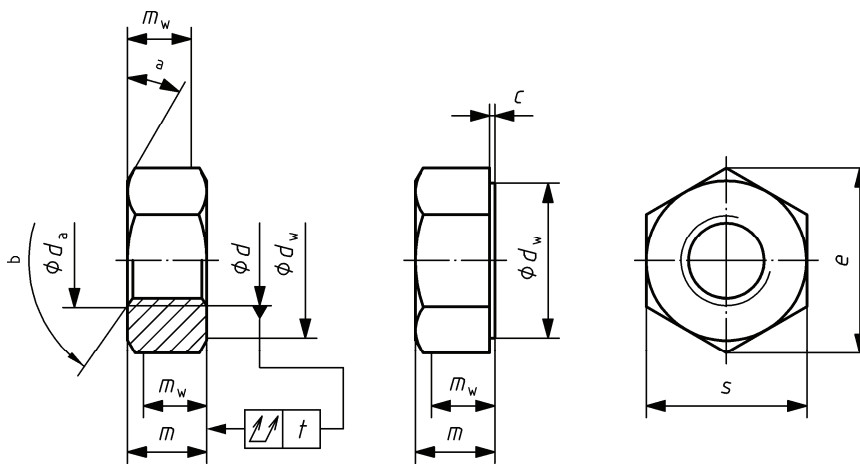
**5 Muttern**

ANMERKUNG Diese Mutter ist identisch mit der in EN 14399-3 festgelegten Mutter.

**5.1 Maße der Muttern**

Siehe Bild 3 und Tabelle 4.

Zulässige alternative Ausführung



a 15° bis 30°  
 b 110° bis 130°

**Bild 3 — Maße der Muttern**

Tabelle 4 — Maße der Muttern<sup>a</sup>

Maße in Millimeter

Gewinde $d$	M12	(M14) <sup>b</sup>	M16	(M18) <sup>b</sup>	M20	M22	M24	M27	M30	M36	
$P^c$	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	
$d_a$	max.	13	15,1	17,3	19,5	21,6	23,7	25,9	29,1	32,4	38,9
	min.	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
$d_w$	max.	d	d	d	d	d	d	d	d	d	
	min.	20,1	21,86	24,9	27,70	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6	55,9
$e$	min.	23,91	27,12	29,56	32,95	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
$m$	max.	10,8	12,8	14,8	15,8	18	19,4	21,5	23,8	25,6	31
	min.	10,37	12,1	14,1	15,1	16,9	18,1	20,2	22,5	24,3	29,4
$m_w$	min.	8,3	9,7	11,3	12,1	13,5	14,5	16,2	18,1	19,5	22,4
$c$	max.	0,8	0,8	0,8	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	0,4	0,4	0,4
$s$	max.	22	24	27	30	32	36	41	46	50	60
	min.	21,16	23,16	26,16	29,16	31	35	40	45	49	58,8
$t$		0,38	0,42	0,47	0,52	0,58	0,63	0,72	0,80	0,87	1,05

<sup>a</sup> Für feuerverzinkte Muttern gelten die obigen Maße vor dem Feuerverzinken.

<sup>b</sup> Möglichst zu vermeidende Abmessungen.

<sup>c</sup>  $P$  ist die Steigung des Gewindes.

<sup>d</sup>  $d_w \text{ max.} = s_{\text{ist}}$

## 5.2 Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen

Tabelle 5 — Technische Lieferbedingungen für Muttern und Bezugsnormen

Werkstoff		Stahl
Allgemeine Anforderungen		EN 14399-1 <sup>a</sup>
Gewinde	Toleranz	6H oder 6AZ
	Internationale Normen	ISO 261, ISO 965-2, ISO 965-5
Mechanische Eigenschaften	Festigkeitsklasse	8 <sup>b</sup> oder 10 <sup>b</sup>
	Europäische Norm	EN 20898-2
Grenzabmaße, Form und Lagetoleranzen	Produktklasse	B außer Maße <i>m</i> und <i>d</i>
	Internationale Norm	EN ISO 4759-1 <sup>c</sup>
Oberflächenzustand	normal	wie hergestellt <sup>d</sup>
	feuerverzinkt	EN ISO 10684
	sonstige	zu vereinbaren <sup>e</sup>
Oberflächenfehler		Grenzwerte für Oberflächenfehler sind in EN ISO 6157-2 festgelegt.
Annahmeprüfung		Für die Annahmeprüfung gilt EN ISO 3269.

<sup>a</sup> Zurzeit verweist EN 14399-1 nur auf EN 14399-3 und EN 14399-4 hinsichtlich Maße und mechanische Eigenschaften der Komponenten und Gebrauchseigenschaften von Garnituren. Diese Verweisungen müssen auch für EN 14399-7 gelten.

<sup>b</sup> Werte für die Prüfkraft sind in 4.3 angegeben. Alle anderen mechanischen Eigenschaften entsprechen EN 20898-2.

<sup>c</sup> Ausgenommen Planauftoleranz *t* der Auflagefläche, die in Tabelle 4 festgelegt ist.

<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.



### 5.3 Prüfkräfte für Muttern

Tabelle 6 — Prüfkräfte für Muttern

Gewinde <i>d</i>	Nennspannungsquerschnitt des Prüfdorns <i>A<sub>s</sub></i>  mm <sup>2</sup>	Festigkeitsklasse	
		8	10
		Toleranzklasse 6H oder 6AZ	Toleranzklasse 6H oder 6AZ
		Prüfkraft ( <i>A<sub>s</sub></i> × <i>S<sub>p</sub></i> ), N	
M12	84,3	84 300	97 800
(M14)	115	115 000	133 400
M16	157	157 000	182 100
(M18)	192	192 000	222 700
M20	245	245 000	284 200
(M22)	303	303 000	351 200
M24	353	353 000	409 500
(M27)	459	459 000	532 400
M30	561	561 000	650 800
M36	817	817 000	947 700

Die Werte für die Prüfkraft wurden mit den folgenden Prüfspannungen berechnet:

- für Muttern der Festigkeitsklasse 8: 1 000 MPa;
- für Muttern der Festigkeitsklasse 10: 1 160 MPa.

Falls Muttern auf der Grundlage von Härtewerten angenommen werden, gelten die Grenzwerte nach Tabelle 7.

Tabelle 7 — Härtewerte für Muttern, falls festgelegt

Mutter	Grenzwerte für Härte
Festigkeitsklasse 8, Toleranzklasse 6H	wie in EN 20898-2 für die Festigkeitsklasse 8 angegeben
Festigkeitsklasse 10, Toleranzklasse 6H oder 6AZ	wie in EN 20898-2 für die Festigkeitsklasse 10 angegeben
Festigkeitsklasse 8, Toleranzklasse 6AZ, feuerverzinkt	260 HV bis 353 HV (24 HRC bis 36 HRC)

### 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, die diesem Teil dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen die folgende Kennzeichnung aufweisen:

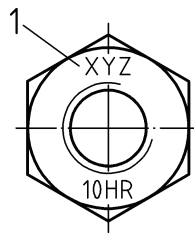
- a) Kennzeichen der Festigkeitsklasse in Übereinstimmung mit EN 20898-2 und die Buchstaben HR.

BEISPIEL 1 10 HR

- b) Das Zeichen des Herstellers der Garnituren.

Die Kennzeichnung muss bei gefasteten Muttern entweder auf der Ober- oder der Unterseite vertieft und bei Muttern mit Telleransatz auf der Gegenseite der Auflagefläche erhöht oder vertieft angebracht sein.

BEISPIEL 2 Kennzeichnung von Muttern (siehe Bild 4):



### Legende

1 Zeichen des Herstellers der Garnituren

**Bild 4 — Beispiel für die Kennzeichnung einer Mutter**

## 6 Bezeichnung der Garnituren aus Senkschraube und Mutter

BEISPIEL 1 Bezeichnung einer Garnitur für eine hochfeste vorspannbare Schraubverbindung für den Metallbau, System HR, bestehend aus einer Senkschraube mit Gewinde M16, Nennlänge  $l = 80$  mm und Festigkeitsklasse 10.9 und einer Sechskantmutter mit großer Schlüsselweite, Gewinde M16 und Festigkeitsklasse 10:

Garnitur Senkschraube/Mutter EN 14399-7 — M16 × 80 — 10.9/10 — HR

Falls ein anderer Oberflächenzustand als „wie hergestellt“ gewünscht wird, muss die entsprechende Bezeichnung des Überzuges ergänzt werden.

Falls Senkschrauben nach diesem Teil der Europäischen Norm für andere Zwecke gewünscht werden, dürfen diese getrennt bestellt werden und müssen dann folgendermaßen bezeichnet werden:

BEISPIEL 2 Bezeichnung einer Senkschraube mit Gewinde M16, Nennlänge  $l = 80$  mm und Festigkeitsklasse 10.9:

Senkschraube EN 14399-7 — M16 × 80 — 10.9 — HR

## 7 Zugehörige Scheiben

Garnituren aus Schrauben und Muttern, die diesem Teil dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen mit Scheiben nach EN 14399-5 oder nach EN 14399-6 verbaut werden.

## 8 Gebrauchseigenschaften der Garnitur Schraube/Mutter/Scheibe

### 8.1 Allgemeines

Bei der Prüfung in Übereinstimmung mit EN 14399-2 müssen die Gebrauchseigenschaften der Garnitur Schraube/Mutter/Scheibe nach 8.2 bis 8.5 erreicht werden. Zum Prüfen von Senkschrauben muss unter dem Schraubenkopf ein wie in Tabelle 8, Bild 5 und Bild 6 gezeigter Adapter verwendet werden.

Vier volle Gewindegänge (zusätzlich zum Gewindeauslauf) müssen zwischen der Auflagefläche der Mutter und dem gewindefreien Schaft der Schraube vorhanden sein.

ANMERKUNG Weitere Hintergrundinformationen zu diesen Gebrauchseigenschaften werden in EN 14399-2 gegeben.

Tabelle 8 — Eigenschaften der Adapter

Gewinde- nenndurchmesser	Lochdurchmesser	Außendurchmesser	Härte der Adapter	Parallelität
$M12 \leq d \leq M24$	$d + 2 \text{ mm}$	Nicht kleiner als $3d$ und ausreichend, um die Last angemessen auf der Vorrichtung zu verteilen.	45 HRC bis 50 HRC durchgehärtet	$\leq 1 \%$
$d > M24$	$d + 3 \text{ mm}$			

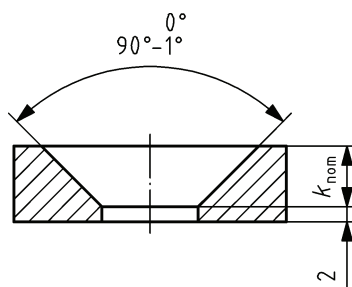
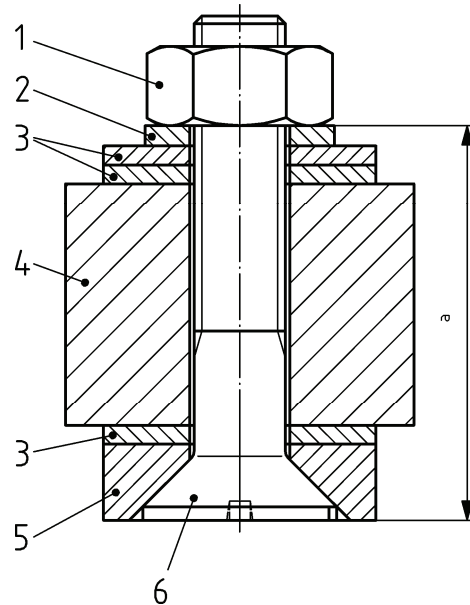


Bild 5 — Adapter

Es muss genügend geeigneter Schmierstoff auf den Muttern oder auf den Schrauben und Scheiben im Anlieferungszustand vorhanden sein, um sicherzustellen, dass kein Fressen im Gewinde eintritt, wenn die Verbindung angezogen wird, und dass die gewünschte Vorspannung erreicht wird, siehe Bild 6.



**Legende**

- 1 Mutter (beim Anziehen gedreht)
- 2 Scheibe der Garnitur (am Drehen gehindert)
- 3 Unterlegscheibe(n)
- 4 kalibrierte Schraubenkraft-Messeinrichtung
- 5 Adapter
- 6 Schraubenkopf (falls notwendig, durch Schraubendreherkerbe am Drehen gehindert)

<sup>a</sup> Klemmlänge  $\Sigma l$

**Bild 6 — Prüfanordnung**

**8.2 Individueller Wert der maximalen Schraubenkraft während der Verschraubungsprüfung ( $F_{bi \max.}$ )**

Es gilt Folgendes:

$$F_{bi \max.} \geq 0,9 f_{ub} \times A_s \quad (1)$$

Dabei ist

- $f_{ub}$  die Nennzugfestigkeit ( $R_m$ );
- $A_s$  der Nennspannungsquerschnitt der Schraube;
- $F_{bi \max.}$  der individuelle Wert der maximalen Schraubenkraft während der Verschraubungsprüfung.

**8.3 Winkel, um den die Mutter ausgehend von der Vorspannkraft  $0,7 f_{ub} \times A_s$  weitergedreht werden muss, bevor  $F_{bi \max.}$  erreicht wird ( $\Delta\theta_1$ )**

Die in Tabelle 9 festgelegten Werte sind nur zur Information.

Tabelle 9 — Werte für  $\Delta\theta_1$

Klemmlänge $\Sigma t^a$	$\Delta\theta_1$ min.
$\Sigma t < 2,5 d$	90°
$2,5 d \leq \Sigma t < 6 d$	120°
$6 d \leq \Sigma t \leq 10 d$	150°

<sup>a</sup> Die Klemmlänge  $\Sigma t$  ist die Gesamtdicke der verspannten Bauteile, einschließlich der Scheibe und des Adapters.

**8.4 Winkel, um den die Mutter ausgehend von der Vorspannkraft  $0,7 f_{ub} \times A_s$  weitergedreht werden muss, bevor  $F_{bi}$  den Wert  $0,7 f_{ub} \times A_s$  wieder unterschreitet ( $\Delta\theta_2$ )**

Es gelten die Werte für  $\Delta\theta_2$  in Tabelle 10.

Tabelle 10 — Werte für  $\Delta\theta_2$

Klemmlänge $\Sigma t^a$	$\Delta\theta_2$ min.
$\Sigma t < 2,5 d$	210°
$2,5 d \leq \Sigma t < 6 d$	240°
$6 d \leq \Sigma t \leq 10 d$	270°

<sup>a</sup> Die Klemmlänge  $\Sigma t$  ist die Gesamtdicke der verspannten Bauteile, einschließlich der Scheibe und des Adapters.

**8.5 Individuelle Werte des  $k$ -Faktors ( $k_i$ ), Mittelwert des  $k$ -Faktors ( $k_m$ ) und Variationskoeffizient des  $k$ -Faktors ( $V_k$ )**

**8.5.1 Individuelle Werte des  $k$ -Faktors ( $k_i$ ) für  $k$ -Klasse K1**

Wenn  $k_i$ -Werte gefordert werden, müssen sie im Bereich von  $0,10 \leq k_i \leq 0,16$  liegen.

**8.5.2 Mittelwert des  $k$ -Faktors ( $k_m$ ) und Variationskoeffizient des  $k$ -Faktors ( $V_k$ ) für  $k$ -Klasse K2**

Für den Mittelwert des  $k$ -Faktors gilt:

$$k_m = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{n} \quad (2)$$

mit

$$k = \frac{M_i}{F_p \times d} \quad (3)$$

Dabei ist

$M_i$  das aufgebrachte Anziehdrehmoment;

$F_p$  die Mindestvorspannkraft;

$d$  der Gewinde-Nenndurchmesser.

Für den Variationskoeffizienten des  $k$ -Faktors ( $V_k$ ) gilt:

$$V_k = \frac{s_k}{k_m} \quad (4)$$

Dabei ist

$$s_k \text{ die Standardabweichung } \left( s_k = \sqrt{\frac{\sum (k_i - k_m)^2}{n - 1}} \right) \quad (5)$$

Wenn  $k_m$  und  $V_k$  gefordert werden, gelten folgende Werte:

$$0,10 \leq k_m \leq 0,23$$

$$V_k \leq 0,10$$

## Literaturhinweise

- [1] prEN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*