

**DIN EN 14399-9**

ICS 21.060.01

**Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau –****Teil 9: System HR oder HV –****Direkte Kraftanzeiger für Garnituren aus Schrauben und Muttern;  
Deutsche Fassung EN 14399-9:2009**

High-strength structural bolting assemblies for preloading –

Part 9: System HR or HV –

Direct tension indicators for bolt and nut assemblies;

German version EN 14399-9:2009

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

Partie 9: Système HR ou HV –

Rondelles indicatrices de précontrainte pour les boulons;

Version allemande EN 14399-9:2009

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).

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

### **Literaturhinweise**

DIN ISO 2859-1, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) — Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen*

ICS 21.060.01

**Deutsche Fassung**

**Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für  
den Metallbau —  
Teil 9: System HR oder HV —  
Direkte Kraftanzeiger für Garnituren aus Schrauben und Muttern**

High-strength structural bolting assemblies  
for preloading —  
Part 9: System HR or HV —  
Direct tension indicators for bolt and nut assemblies

Boulonnerie de construction métallique à haute résistance  
apte à la précontrainte —  
Partie 9: Système HR ou HV —  
Rondelles indicatrices de précontrainte pour les boulons

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 .....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich .....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Direkte Kraftanzeiger.....	7
3.1 Maße.....	7
3.2 Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen.....	9
3.3 Leistungsprüfung der direkten Kraftanzeiger .....	9
3.4 Prüfverfahren für die Messung der Druckbelastung (alle Oberflächenausführungen) von direkten Kraftanzeigern.....	10
3.4.1 Allgemeines.....	10
3.4.2 Prüfeinrichtung .....	10
3.4.3 Druckbelastungssystem .....	10
3.4.4 Auflageblöcke .....	11
3.4.5 Lagerblöcke.....	12
3.4.6 Kalibrierung.....	12
3.4.7 Durchführung der Prüfung .....	12
3.5 Kennzeichnung des direkten Kraftanzeigers.....	14
3.6 Bezeichnung des direkten Kraftanzeigers .....	14
4 Mutterseitige und schraubenkopfseitige Scheiben .....	15
4.1 Maße.....	15
4.2 Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen für mutterseitige und schraubenkopfseitige Scheiben.....	17
4.3 Kennzeichnung .....	17
4.3.1 Mutterseitige Scheiben .....	17
4.3.2 Schraubenkopfseitige Scheiben .....	17
4.4 Bezeichnung.....	18
4.4.1 Mutterseitige Scheiben .....	18
4.4.2 Schraubenkopfseitige Scheiben .....	18
5 Gebrauchseigenschaften.....	18
5.1 Garnituren.....	18
5.2 Gebrauchseigenschaften der direkten Kraftanzeiger in der Garnitur.....	19
5.3 Gebrauchseigenschaften der Garnitur aus Schraube, Mutter, Scheibe(n) und direktem Kraftanzeiger .....	20
5.3.1 Allgemeines.....	20
5.3.2 Durchführung der Prüfung .....	20
Anhang A (informativ) Besondere Prüfbedingungen und -abläufe.....	21
Literaturhinweise .....	22
<b>Bilder</b>	
Bild 1 — Maße des verformbaren scheibenförmigen direkten Kraftanzeigers (Beispiel mit sechs Überständen).....	8
Bild 2 — Auflageblock.....	11
Bild 3 — Maße des Auflageblocks .....	11
Bild 4 — Schritte zur Bestimmung der Druckbelastung.....	13
Bild 5 — Maße von mutterseitigen Scheiben.....	15
Bild 6 — Maße der schraubenkopfseitigen Scheiben.....	16
Bild 7 — Anziehen der Verbindung durch Drehen der Mutter .....	18
Bild 8 — Anziehen der Verbindung durch Drehen des Schraubenkopfes.....	19
Bild 9 — Überprüfen des Spaltes des direkten Kraftanzeigers (Beispiel mit sechs Überständen) .....	20

**Tabellen**

<b>Tabelle 1 — Systeme für Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabelle 2 — Maße von verformbaren scheibenförmigen direkten Kraftanzeigern .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabelle 3 — Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabelle 4 — Anzeigerdrucklasten beim entsprechenden Spalt (siehe Tabelle 9).....</b>	<b>10</b>
<b>Tabelle 5 — Maße des Auflageblocks .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabelle 6 — Maße von mutterseitigen Scheiben.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabelle 7 — Maße der schraubenkopfseitigen Scheiben.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabelle 8 — Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabelle 9 — Dicke der Fühllehre .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabelle 10 — Anforderungen an die Fühllehre.....</b>	<b>19</b>

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN 14399-9:2009) 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

Dieses Dokument ist Teil von EN 14399, Teile 1 bis 10, in denen hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau festgelegt werden; der vorliegende Teil gehört zu beiden Systemen, HR und HV. Direkte Kraftanzeiger (früher als lastanzeigende Scheiben bekannt) bilden zusammen mit schraubenkopfseitigen bzw. mutterseitigen Scheiben lastanzeigende Einrichtungen, die unter dem Schraubenkopf oder unter der Mutter angeordnet werden. Die direkten Kraftanzeiger weisen auf einer Seite Überstände auf, die unter Lasteinwirkung zusammengedrückt werden, und können auf diese Weise eingesetzt werden, um die Größe der Vorspannung in der Verbindung anzuzeigen.

Direkte Kraftanzeiger sind ausschließlich für den Verkauf als Bestandteil einer vollständigen Garnitur aus Schrauben und Muttern vorgesehen, die darüber hinaus EN 14399-3, -4, -7 oder -8 entspricht. Die Systeme für Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben sind in Tabelle 1 angegeben.

**Tabelle 1 — Systeme für Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben**

	Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben System HR		Garnituren aus Schrauben, Muttern und Scheiben System HV
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	EN 14399-1		
<b>Garnitur aus Schraube und Mutter</b>	EN 14399-3 oder EN 14399-7		EN 14399-4 oder EN 14399-8
<b>Kennzeichnung</b>	HR		HV
<b>Festigkeitsklasse</b>	8.8/8 oder 8.8/10	10.9/10	10.9/10
<b>Scheiben</b>	EN 14399-5 oder EN 14399-6		EN 14399-5 oder EN 14399-6
<b>Kennzeichnung</b>	H		H
<b>Direkter Kraftanzeiger</b>	EN 14399-9		
<b>Kennzeichnung</b>	H8	H10	H10
<b>Mutterseitige / schraubenkopfseitige Scheibe</b>	EN 14399-9		
<b>Kennzeichnung</b>	HB/HN		HB/HN
<b>Prüfung der Eignung zum 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 Feuerverzinken oder Aufbringen von sonstigen Überzügen 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 der Durchschnittswert des nach dem Anziehen verbleibenden Spalts (zusammengedrückte Überstände) unterhalb der in dieser Norm festgelegten Werte bleibt, sofern die Verbindung nach einem geeigneten Verfahren angezogen wird. Das in dieser Norm angegebene Prüfverfahren wurde entwickelt, um die Eignung der Komponenten zum Vorspannen nachzuweisen.

## **1 Anwendungsbereich**

Dieses Dokument legt gemeinsam mit EN 14399-1 die Anforderungen an Garnituren aus hochfesten Schrauben und Muttern für den Metallbau mit großer Schlüsselweite der Systeme HR oder HV einschließlich der Anforderungen an die allgemeinen Maße, Toleranzen, Werkstoffe und die Leistungsmerkmale für zwei Klassen, H8 und H10, von verformbaren scheibenförmigen direkten Kraftanzeigern sowie mutter- und schraubenkopfseitigen Scheiben fest, die für vorgespannte Verbindungen geeignet sind. Die Garnituren umfassen die Gewindenenngrößen M12 bis M36 und die Festigkeitsklassen 8.8/8, 8.8/10 und 10.9/10.

Die Garnituren aus Schrauben 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 1993-1-8:2005 (Eurocode 3) zulassen und dass sie ihr Verformungsvermögen vorwiegend durch plastische Verlängerung der Schraube für das System HR nach EN 14399-3 oder durch plastische Verformung der gepaarten Gewinde für das System HV nach EN 14399-4 erreichen; ebenso Senkkopf- und Passschrauben nach EN 14399-7 bzw. -8.

Garnituren aus Schrauben und Muttern nach diesem Dokument können Scheibe(n) nach EN 14399-6 oder EN 14399-5 (nur unter der Mutter) enthalten.

Der Zweck des direkten Kraftanzeigers besteht darin zu zeigen, dass in der Schraube eine bestimmte Vorspannung erreicht wird. Der direkte Kraftanzeiger kann allein oder mit schraubenkopf- oder mutterseitigen Scheiben nach dieser Norm angewendet werden. In beiden Fällen ist es notwendig, dass die direkten Kraftanzeiger als Teil einer Garnitur nach EN 14399-1 eingesetzt werden.

Um der EN 14399-1 zu entsprechen ist es notwendig, dass die Garnituren von einem Hersteller geliefert werden und Schrauben, Muttern, Scheiben und direkte Kraftanzeiger umfassen.

ANMERKUNG 1 Es wird darauf hingewiesen, dass zufriedenstellende Ergebnisse nur dann erzielt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Garnituren sachgerecht eingesetzt werden.

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

Eine Anleitung zur Anwendung von verformbaren scheibenförmigen direkten Kraftanzeigern ist in EN 1090-2 enthalten.

ANMERKUNG 2 Verformbare scheibenförmige direkte Kraftanzeiger sind auch als lastanzeigende Scheiben bekannt.

## **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 13811, *Sherardisieren — Zink-Diffusionsüberzüge auf Eisenwerkstoffen — Anforderungen*

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

---

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

EN 14399-4, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 4: System HV — 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*

EN 14399-7, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 7: System HR — Garnituren aus Senkschrauben und Muttern*

EN 14399-8, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 8: System HV — Garnituren aus Sechskant-Passschrauben und Muttern*

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

EN ISO 4759-3, *Toleranzen für Verbindungselemente — Teil 3: Flache Scheiben für Schrauben und Muttern — Produktklassen A und C (ISO 4759-3:2000)*

EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1:2005)*

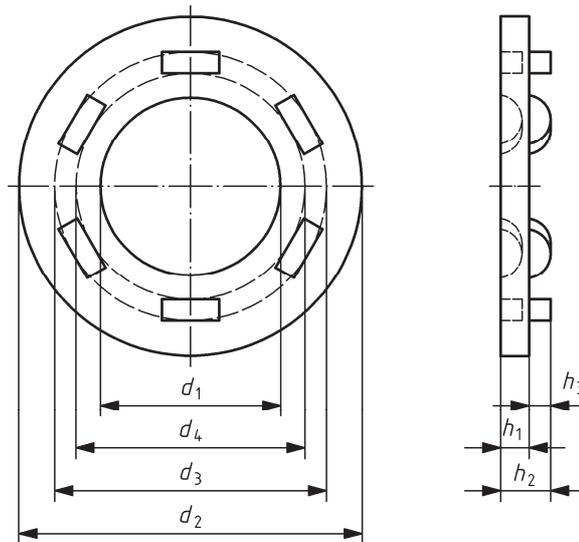
EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (ISO 6508-1:2005)*

EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen - Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung*

### **3 Direkte Kraftanzeiger**

#### **3.1 Maße**

Vor dem Einbau müssen die Maße und Toleranzen von verformbaren scheibenförmigen direkten Kraftanzeigern Tabelle 2 und Bild 1 entsprechen. Die Größe und Anzahl von Überständen an den direkten Kraftanzeigern muss ausreichen, um die Leistungsanforderungen nach 3.3 zu erfüllen, und ihre Anzahl darf vier nicht unterschreiten. Die Überstände an einem direkten Kraftanzeiger müssen in gleichen Winkelabständen voneinander entfernt sein. Die Form der Überstände darf vom Hersteller bestimmt werden.



**Legende**

- $d_1$  Innendurchmesser
- $d_2$  Außendurchmesser
- $d_3$  Tangentialdurchmesser des Überstands
- $d_4$  Innendurchmesser des Überstands
- $h_1$  Werkstoffdicke
- $h_2$  Höhe über den Überständen
- $h_3$  Höhe der Überstände

**Bild 1 — Maße des verformbaren scheibenförmigen direkten Kraftanzeigers (Beispiel mit sechs Überständen)**

**Tabelle 2 — Maße von verformbaren scheibenförmigen direkten Kraftanzeigern**

Maße in Millimeter

Zur Verwendung mit Schrauben der Bezeichnung	Innendurchmesser		Außendurchmesser		Werkstoffdicke	Höhe über den Überständen	Höhe der Überstände	Tangentialdurchmesser des Überstands	Innendurchmesser des Überstands
	$d_1$		$d_2$						
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
<b>M12</b>	12,75	12,85	26,0	32,5	2,50	5,50	0,80	20	13,85
<b>M16</b>	16,75	16,85	35,0	36,8	3,00	6,00	0,80	25	17,85
<b>M20</b>	20,95	21,05	41,0	46,0	3,50	6,50	0,80	29	22,05
<b>M22</b>	23,05	23,15	46,5	50,6	4,00	7,00	0,80	33	24,15
<b>M24</b>	25,15	25,25	50,0	55,2	4,00	7,00	0,80	38	26,25
<b>M27</b>	28,30	28,40	54,0	62,1	4,00	7,00	0,80	43	29,40
<b>M30</b>	31,45	31,55	59,0	69,0	4,00	7,00	0,80	46,5	32,55
<b>M36</b>	37,75	37,85	78,0	83,0	4,00	7,50	0,80	56	38,85

### 3.2 Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen

Die Technischen Lieferbedingungen und Bezugsnormen sind in Tabelle 3 angegeben.

**Tabelle 3 — Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen**

<b>Werkstoff</b>	Stahl	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	EN 14399-1	
<b>Wärmebehandlung</b>	vergütet oder kontrolliert gewalzt und angelassen	
<b>Maximale Härte</b>	380 HV	
<b>Oberflächenausführung<sup>a</sup></b>	normal	wie hergestellt <sup>c</sup>
	sherardisiert <sup>b</sup>	EN 13811
	weitere	zu vereinbaren <sup>d</sup>
<b>Zugehörige Schrauben und Muttern</b>	EN 14399-3, EN 14399-4, EN 14399-7 oder EN 14399-8	
<b>Zugehörige Scheiben</b>	EN 14399-5 oder EN 14399-6	
<b>Annahmeprüfung</b>	Für die Annahmeprüfung siehe EN ISO 3269:2000 <sup>e</sup> .	
<p><sup>a</sup> Die direkten Kraftanzeiger dürfen nicht galvanisiert oder einem sonstigen Prozess unterzogen werden, der zu Wasserstoffversprödung führen könnte.</p> <p><sup>b</sup> Sherardisieren wird als gleichwertiger Korrosionsschutz zur Feuerverzinkung angesehen.</p> <p><sup>c</sup> „Wie hergestellt“ entspricht dem üblichen Zustand der Oberfläche mit einem leichten Ölfilm, der sich aus der Herstellung ergibt.</p> <p><sup>d</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> <p><sup>e</sup> Hinsichtlich der Annahmekriterien ist 0,65 AQL, Ac Nr. 0, anzuwenden; siehe EN ISO 3269:2000, Tabellen 5 und 6.</p>		

### 3.3 Leistungsprüfung der direkten Kraftanzeiger

Die direkten Kraftanzeiger müssen mit Hilfe einer kalibrierten Lastmeseinrichtung geprüft werden; siehe 3.4 für das Prüfverfahren. Werden die direkten Kraftanzeiger auf die in Tabelle 9 angegebenen durchschnittlichen Spalte zusammengedrückt, müssen die Lastanforderungen nach Tabelle 4 erfüllt werden.

Proben von direkten Kraftanzeigern müssen durch den Hersteller im Anschluss an den abschließenden Fertigungsprozess einschließlich der Oberflächenbehandlung, sofern dies zutrifft, geprüft werden. An Stelle der erforderlichen fünf Prüfungen nach EN 14399-1:2005, 6.2.5.2, muss die Mindestanzahl geprüfter direkter Kraftanzeiger je Herstellungslos acht betragen, und alle Proben müssen die Prüfung bestehen.

Tabelle 4 — Anzeigerdrucklasten beim entsprechenden Spalt (siehe Tabelle 9)

Last in kN

Zur Verwendung mit Schrauben der Bezeichnung	Druckbelastung			
	Bezeichnung H8		Bezeichnung H10	
	min.	max.	min.	max.
M12	47	56	59	71
M16	88	106	110	132
M20	137	164	172	206
M22	170	204	212	254
M24	198	238	247	296
M27	257	308	321	385
M30	314	377	393	472
M36	458	550	572	688

Diese Mindestwerte entsprechen  $0,7 f_{ub} \times A_s$  nach EN 1993-1-1:2005.

### 3.4 Prüfverfahren für die Messung der Druckbelastung (alle Oberflächenausführungen) von direkten Kraftanzeigern

#### 3.4.1 Allgemeines

Dieses Prüfverfahren dient zur Messung der mit den direkten Kraftanzeigern entwickelten Druckbelastung. Das Verfahren umfasst einen Press-/Abplatt-Vorgang, um durch den Herstellungsprozess bedingte Schwankungen auszugleichen, gefolgt von Messungen der Druckbelastung, während die Überstände bis zum festgelegten Spalt verformt werden.

#### 3.4.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss ein Druckbelastungssystem, obere und untere Lagerblöcke sowie Auflageblöcke umfassen, die es ermöglichen, dass jeder direkte Kraftanzeiger mit Hilfe einer direkt ablesbaren Lehre gemessen wird.

Die Prüfeinrichtung muss EN ISO 7500-1 entsprechen und mindestens zu Klasse 1 gehören.

Die direkt ablesbare Lehre der Prüfeinrichtung muss in der Lage sein, die Schwankung im Spalt auf 0,012 5 mm zu messen.

ANMERKUNG Aufgrund der zulässigen Schwankungen bei den Schraubenmaßen und den Eigenschaften des Überzugs können Schrauben nicht zur Lehrgang der durch den direkten Kraftanzeiger gemessenen Mindest- und Höchstbelastung eingesetzt werden.

#### 3.4.3 Druckbelastungssystem

Das Druckbelastungssystem muss eine Druckbelastung von der Prüfeinrichtung axial auf den direkten Kraftanzeiger übertragen. Der untere Lagerblock des Belastungssystems muss in der Lage sein, die zylindrischen Überstände der Auflageblöcke des direkten Kraftanzeigers aufzunehmen.

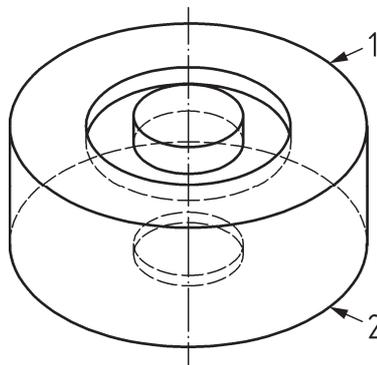
### 3.4.4 Auflageblöcke

Auflageblöcke müssen auf einer Seite eine Ringnut aufweisen, sodass die direkt ablesbare Lehre auf null gesetzt werden kann, ohne die Überstände des direkten Kraftanzeigers zusammenzudrücken (siehe Bild 2). Auf diese Weise wird die genaue Dicke des zu prüfenden direkten Kraftanzeigers berücksichtigt, und die flache Oberfläche der Seite des direkten Kraftanzeigers, die die Überstände aufweist, entspricht genau dem Nullpunkt der Lehre, die im Mittelpunkt des Auflageblocks des direkten Kraftanzeigers reagieren muss.

Auflageblöcke müssen eine Rockwell-Härte von mindestens 50 HRC aufweisen.

Auflageblöcke müssen den Maßen nach Bild 3 und Tabelle 5 entsprechen und müssen einen Minstdurchmesser von 75 mm aufweisen und größer sein als der Außendurchmesser des direkten Kraftanzeigers.

Die Oberflächen von Auflageblöcken müssen über den Durchmesser der Blöcke auf 0,005 mm parallel sein.

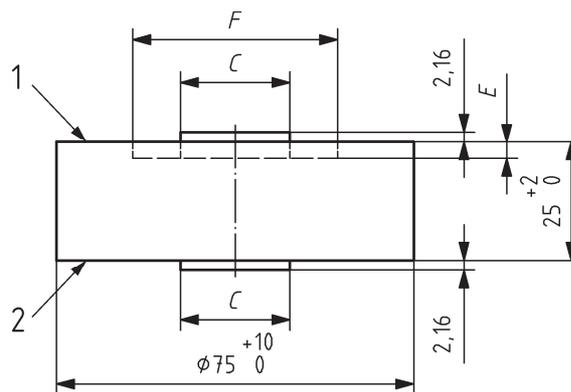


#### Legende

- 1 Seite A
- 2 Seite B

Bild 2 — Auflageblock

Maße in Millimeter



#### Legende

- 1 Seite A
- 2 Seite B

Bild 3 — Maße des Auflageblocks

Tabelle 5 — Maße des Auflageblocks

Maße in Millimeter

Zur Verwendung mit Schrauben der Bezeichnung	C		E	F	
	min.	max.	min.	min.	max.
M12	10,5	11	3	23	23,5
M16	15	15,5	3	30	30,5
M20	19	19,5	3	34	34,5
M22	21	21,5	3	38	38,5
M24	23	23,5	3	43	43,5
M27	26	26,5	3	49	49,5
M30	29	29,5	3	53,5	54
M36	35	35,5	3,5	63	63,5

ANMERKUNG Höhe des Vorsprungs = 2,16 mm ± 0,012 5 mm mit einem Höhenunterschied von nicht mehr als 0,005 mm zwischen Seite „A“ und Seite „B“.

### 3.4.5 Lagerblöcke

Der obere Lagerblock muss einen Mindestdurchmesser von 75 mm aufweisen und größer sein als der Außendurchmesser des direkten Kraftanzeigers.

Lagerblöcke müssen eine Rockwell-Härte von mindestens 50 HRC aufweisen.

Die obere und die untere Oberfläche des Lagerblocks müssen über die Breite des Blocks auf 0,012 5 mm parallel sein.

### 3.4.6 Kalibrierung

Die Prüfeinrichtung und deren direkt ablesbare Lehre müssen mindestens einmal im Jahr kalibriert werden.

Die kalibrierten Prüfdaten müssen aufbewahrt werden.

### 3.4.7 Durchführung der Prüfung

#### 3.4.7.1 Allgemeines

Die Prüfung muss in einem Umgebungstemperaturbereich von 10 °C bis 35 °C durchgeführt werden.

Der Auflageblock muss entsprechend der Größe und dem Typ des zu prüfenden direkten Kraftanzeigers ausgewählt werden.

#### 3.4.7.2 Auf null gesetzte direkt ablesbare Lehre

Siehe Schritt 1 von Bild 4.

Der direkte Kraftanzeiger muss gegen die Seite A (siehe Bild 2) des Auflageblocks gelegt werden, wobei die Überstände nach unten in die Nut des Auflageblocks weisen.

Der Auflageblock und der direkte Kraftanzeiger müssen so in die Prüfeinrichtung gegeben werden, dass Seite B des Auflageblocks auf dem unteren Lagerblock der Prüfeinrichtung aufliegt.

Die Spindel der direkt ablesbaren Lehre muss während der Prüfung mit dem Mittelpunkt des Auflageblocks des direkten Kraftanzeigers in Kontakt stehen (siehe Bild 4).

Es muss eine Druckbelastung aufgebracht werden, die der für die Größe und den Typ des zu prüfenden direkten Kraftanzeigers mindestens geforderten Belastung entspricht (siehe Tabelle 4); während diese Last aufgebracht wird, muss die direkt ablesbare Lehre auf null gesetzt werden.

Die Last muss zurückgenommen werden, und der Auflageblock und der direkte Kraftanzeiger müssen aus der Prüfeinrichtung genommen werden.

Der Auflageblock muss umgedreht werden, so dass die Seite A mit der Nut nach unten weist.

### 3.4.7.3 Messen der Druckbelastung

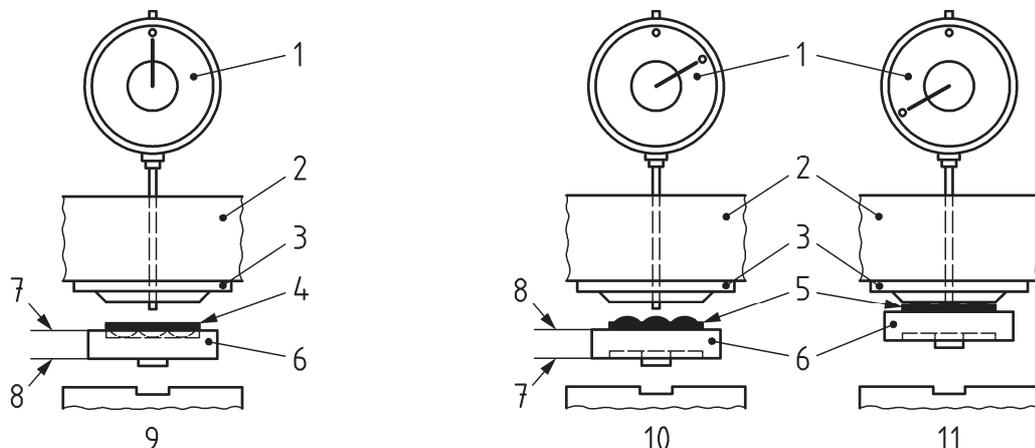
Siehe Schritt 2 von Bild 4.

Die flache Oberfläche desselben direkten Kraftanzeigers muss so gegen die Seite B des Auflageblocks gelegt werden, dass die Überstände nach oben weisen.

Der Auflageblock und der direkte Kraftanzeiger müssen so in die Prüfeinrichtung gegeben werden, dass Seite A des Auflageblocks auf dem unteren Lagerblock der Prüfeinrichtung aufliegt.

Die Spindel der direkt ablesbaren Lehre muss während der Prüfung mit dem Mittelpunkt des Auflageblocks des direkten Kraftanzeigers in Kontakt stehen (siehe Bild 4).

Die Druckbelastung muss solange aufgebracht werden, bis der Ablesewert der Lehre dem Spalt von 0,40 mm entspricht. Die Druckbelastung muss mit einer Geschwindigkeit aufgebracht werden, durch die der direkte Kraftanzeiger innerhalb von 30 s ab dem Zeitpunkt, zu dem die Druckbelastung zuerst aufgebracht wurde, auf den 0,40 mm-Spalt zusammengedrückt wird.



a) Schritt 1

Auf null gesetzte direkt ablesbare Lehre

b) Schritt 2

Direkter Kraftanzeiger ist umzudrehen und auf den Prüfspalt zusammenzudrücken, und die Druckbelastung ist abzulesen

#### Legende

- |   |                                |    |   |
|---|--------------------------------|----|---|
| 1 | direkt ablesbare Lehre         | 7  | Seite A                                     |
| 2 | Prüfrahm                       | 8  | Seite B                                     |
| 3 | Lagerblock                     | 9  | unterer Lagerblock                          |
| 4 | nach unten weisender Überstand | 10 | unterer Lagerblock vor dem Zusammendrücken  |
| 5 | nach oben weisender Überstand  | 11 | unterer Lagerblock nach dem Zusammendrücken |
| 6 | Auflageblock                   |    |   |

Bild 4 — Schritte zur Bestimmung der Druckbelastung

#### **3.4.7.4 Ablesung und Aufzeichnung**

Die dem Spalt von 0,40 mm entsprechende Druckbelastung muss abgelesen werden, und die Ergebnisse müssen aufgezeichnet werden.

#### **3.5 Kennzeichnung des direkten Kraftanzeigers**

Direkte Kraftanzeiger müssen mit dem Kennzeichen des Herstellers der Garnitur sowie je nach Zutreffen mit H8 bzw. H10 gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung muss vertieft auf der Seite des direkten Kraftanzeigers angebracht sein, auf der sich die Überstände befinden.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, Losnummern auf die Oberfläche des direkten Kraftanzeigers zu stempeln.

#### **3.6 Bezeichnung des direkten Kraftanzeigers**

Bei der Bezeichnung zum Zweck einer Anfrage oder Bestellung müssen die folgenden Informationen angegeben werden:

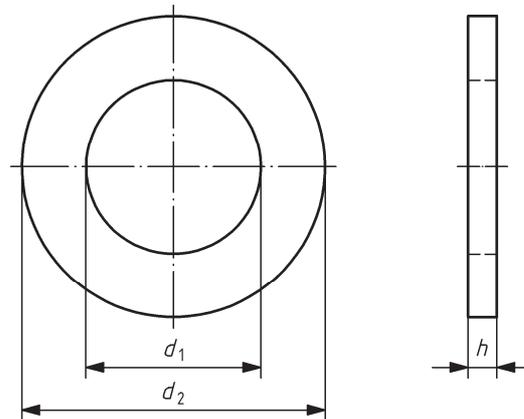
- a) allgemeine Produktbeschreibung, d. h. direkter Kraftanzeiger;
- b) die zugehörigen Schraubennennendurchmesser (M12 usw.);
- c) H8 oder H10, je nach Zutreffen;
- d) die Nummer dieser Europäischen Norm EN 14399-9;
- e) Einzelheiten zum Überzug (sofern erforderlich) und die entsprechende Europäische Norm.

BEISPIEL Direkter Kraftanzeiger, M12, H8 nach EN 14399-9, sherardisiert nach EN 13811 – Klasse 30.

## 4 Mutterseitige und schraubenkopfseitige Scheiben

### 4.1 Maße

Die Maße und Toleranzen der mutterseitigen und schraubenkopfseitigen Scheiben müssen den Tabellen 6 und 7 sowie den Bildern 5 und 6 entsprechen.



#### Legende

- $d_1$  Innendurchmesser
- $d_2$  Außendurchmesser
- $h$  Dicke

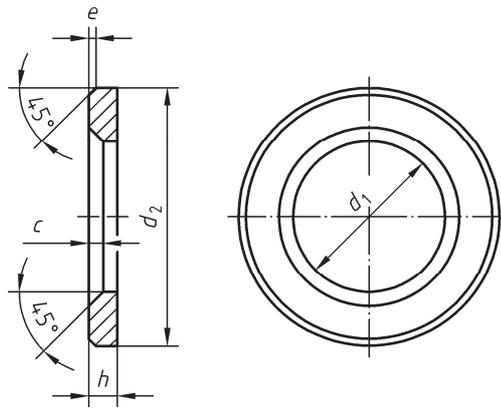
Bild 5 — Maße von mutterseitigen Scheiben

Tabelle 6 — Maße von mutterseitigen Scheiben

Maße in Millimeter

Zur Verwendung mit Schrauben der Bezeichnung	Innendurchmesser $d_1$		Außendurchmesser $d_2$		Dicke $h$	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<b>M12</b>	12,1	12,35	22,7	24	2,7	4,3
<b>M16</b>	16,1	16,35	27,7	29	3,7	4,3
<b>M20</b>	20,1	20,40	34,4	36	3,7	4,3
<b>M22</b>	22,3	22,60	37,4	39	3,7	4,3
<b>M24</b>	24,2	24,50	41,4	43	3,7	4,3
<b>M27</b>	27,2	27,55	46,4	48	4,4	5,6
<b>M30</b>	30,2	30,55	50,1	52	4,4	5,6
<b>M36</b>	36,2	36,55	60,1	62	5,4	6,6

ANMERKUNG Die Scheiben sind nur dafür vorgesehen, über den mit einem Gewinde versehenen Teil des Schaftes zu passen. In einigen Fällen liegt der Innendurchmesser der Scheiben,  $d_1$ , unter dem in EN 14399-3 und EN 14399-4 festgelegten größten Durchmesser des Schraubenschaftes.



**Legende**

- $d_1$  Innendurchmesser
- $d_2$  Außendurchmesser
- $h$  Dicke
- $c$  Innenfase
- $e$  Außenfase

**Bild 6 — Maße der schraubenkopfseitigen Scheiben**

**Tabelle 7 — Maße der schraubenkopfseitigen Scheiben**

Maße in Millimeter

Zur Verwendung mit Schrauben der Bezeichnung	Innen-durchmesser $d_1$		Außen-durchmesser $d_2$		Dicke $h$		Innenfase $c$		Außenfase $e$	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
	<b>M12</b>	13	13,27	23,48	24	2,7	3,3	1,6	1,9	0,50
<b>M16</b>	17	17,27	29,48	30	3,7	4,3	1,6	1,9	0,75	1,50
<b>M20</b>	21	21,33	36,38	37	3,7	4,3	2,0	2,5	0,75	1,50
<b>M22</b>	23	23,33	38,38	39	3,7	4,3	2,0	2,5	0,75	1,50
<b>M24</b>	25	25,33	43,38	44	3,7	4,3	2,0	2,5	0,75	1,50
<b>M27</b>	28	28,52	49	50	4,4	5,6	2,5	3,0	1,0	2,0
<b>M30</b>	31	31,62	54,80	56	4,4	5,6	2,5	3,0	1,0	2,0
<b>M36</b>	37	37,62	64,80	66	5,4	6,6	2,5	3,0	1,25	2,50

## 4.2 Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen für mutterseitige und schraubenkopfseitige Scheiben

Tabelle 8 — Technische Lieferbedingungen und Bezugsnormen

<b>Werkstoff</b>		Stahl
<b>Allgemeine Anforderungen</b>		EN 14399-1
<b>Wärmebehandlung</b>		vergütet
<b>Härtealternativen<sup>a</sup></b>	Rockwell-Härte	38 HRC bis 45 HRC
	Internationale Norm	EN ISO 6508-1
	Vickers-Härte	372 HV <sub>30</sub> bis 448 HV <sub>30</sub>
	Internationale Norm	EN ISO 6507-1
<b>Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen</b>	Produktklasse	C <sup>b</sup>
	Internationale Norm	EN ISO 4759-3
<b>Oberflächenausführung<sup>c</sup></b>	normal	wie hergestellt <sup>d</sup>
	sherardisiert	EN 13811
	sonstige	zu vereinbaren <sup>e</sup>
<b>Zugehörige Schrauben und Muttern</b>		EN 14399-3, EN 14399-4, EN 14399-7 oder EN 14399-8
<b>Zugehörige Scheiben</b>		EN 14399-5 oder EN 14399-6
<b>Annahmeprüfung</b>		Für die Annahmeprüfung siehe EN ISO 3269.
<p><sup>a</sup> Im Streitfall muss die Härteprüfung nach Vickers als Schiedsprüfung angewendet werden.</p> <p><sup>b</sup> Mit Ausnahme der abweichenden Festlegungen nach den Tabellen 6 und 7.</p> <p><sup>c</sup> Diese Scheiben dürfen nicht galvanisiert oder einem sonstigen Prozess unterzogen werden, der zu Wasserstoffversprödung führen könnte.</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>		

## 4.3 Kennzeichnung

### 4.3.1 Mutterseitige Scheiben

Mutterseitige Scheiben müssen mit dem Kennzeichen des Herstellers der Garnitur und den Buchstaben HN gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung muss vertieft auf einer Seite angebracht sein.

### 4.3.2 Schraubenkopfseitige Scheiben

Schraubenkopfseitige Scheiben müssen mit dem Kennzeichen des Herstellers der Garnitur und den Buchstaben HB gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung muss vertieft auf einer Seite angebracht sein.

#### 4.4 Bezeichnung

##### 4.4.1 Mutterseitige Scheiben

Eine sherardisierte mutterseitige Scheibe mit der Nenngröße  $d = 20$  mm für hochfeste Schraubenverbindungen für den Metallbau wird wie folgt bezeichnet:

**Scheibe HN, M20, EN 14399-9, sherardisiert nach EN 13811, Klasse 30**

##### 4.4.2 Schraubenkopfseitige Scheiben

Eine sherardisierte schraubenkopfseitige Scheibe mit der Nenngröße  $d = 20$  mm für hochfeste Schraubenverbindungen für den Metallbau wird wie folgt bezeichnet:

**Scheibe HB, M20, EN 14399-9, sherardisiert nach EN 13811, Klasse 30**

### 5 Gebrauchseigenschaften

#### 5.1 Garnituren

Garnituren aus Schrauben und Muttern nach diesem Dokument bestehen aus Schrauben und Muttern, die alle Anforderungen nach EN 14399-3, EN 14399-4, EN 14399-7 oder EN 14399-8 erfüllen müssen.

Die Gebrauchseigenschaften der Garnitur aus Schraube, Mutter und Scheibe(n) müssen bei Prüfung mit dem direkten Kraftanzeiger erreicht werden; die Garnitur darf Scheiben nach EN 14399-6 oder EN 14399-5 (nur unter der Mutter) und/oder mutter- oder schraubenkopfseitige Scheiben nach Abschnitt 4 umfassen.

Die Garniturkonfigurationen, die mit direkten Kraftanzeigern genutzt werden können, müssen den Bildern 7 und 8 entsprechen.

ANMERKUNG Nach EN 14399-7 kann der direkte Kraftanzeiger nur unter der Mutter der Garnitur angebracht werden.



a) Anbringung unter dem Schraubenkopf

b) Anbringung unter der Mutter

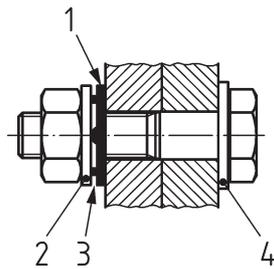
#### Legende

- 1 direkter Kraftanzeiger
- 2 schraubenkopfseitige Scheibe (für Festigkeitsklasse 8.8 nicht erforderlich)
- 3 Spalt
- 4 Scheibe nach EN 14399-5 oder -6

#### Legende

- 1 direkter Kraftanzeiger
- 2 mutterseitige Scheibe
- 3 Spalt
- 4 Scheibe nach EN 14399-6 (für Festigkeitsklasse 8.8 nicht erforderlich)

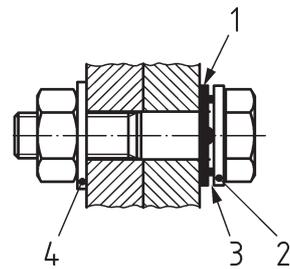
**Bild 7 — Anziehen der Verbindung durch Drehen der Mutter**



a) Anbringung unter der Mutter

**Legende**

- 1 direkter Kraftanzeiger
- 2 mutterseitige Scheibe
- 3 Spalt
- 4 Scheibe nach EN 14399-6



b) Anbringung unter dem Schraubenkopf

**Legende**

- 1 direkter Kraftanzeiger
- 2 schraubenkopfseitige Scheibe
- 3 Spalt
- 4 Scheibe nach EN 14399-5 oder -6 (für Festigkeitsklasse 8.8 nicht erforderlich)

**Bild 8 — Anziehen der Verbindung durch Drehen des Schraubenkopfes**

**5.2 Gebrauchseigenschaften der direkten Kraftanzeiger in der Garnitur**

Eine festgelegte Fühllehre, siehe Tabelle 9, muss angewendet werden, um zu bestimmen, ob die erforderliche Schraubenvorspannung durch die Garnitur erreicht wurde.

**Tabelle 9 — Dicke der Fühllehre**

Maße in Millimeter

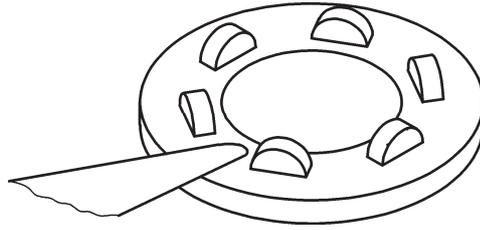
Lage des direkten Kraftanzeigers	Bezeichnung H8 und H10 Dicke der Fühllehre
Bei Drehung der Mutter: unter dem Schraubenkopf (Bild 7a)	0,40
Bei Drehung der Schraube: unter der Mutter (Bild 8a)	
Bei Drehung der Mutter: unter der Mutter (Bild 7b)	0,25
Bei Drehung der Schraube: unter dem Schraubenkopf (Bild 8b)	

**ANMERKUNG** Prüfungen haben gezeigt, dass bei Anwendung des direkten Kraftanzeigers unter der gedrehten Komponente die Notwendigkeit eines kleineren Spalts besteht. Direkte Kraftanzeiger, die entsprechend den Festlegungen angebracht wurden, führen zu denselben Lasten, wie sie entstehen, wenn die Schrauben auf die festgelegten Spalte angezogen werden.

Der mittlere festgelegte Spalt des direkten Kraftanzeigers muss mit Hilfe des folgenden Messverfahrens bestimmt werden; die Fühllehre ist als „Ausschuss-Prüfzeug“ anzuwenden. Die Fühllehre muss auf den Mittelpunkt der Schraube weisen (siehe Bild 9) und darf nicht in die in Tabelle 10 festgelegte Anzahl von Sperrweiten eindringen.

**Tabelle 10 — Anforderungen an die Fühllehre**

Anzahl der Überstände des direkten Kraftanzeigers	Mindestanzahl der Sperrweiten der Fühllehre
4	3
5	3
6	4
7	4
8	5
9	5



**Bild 9 — Überprüfen des Spaltes des direkten Kraftanzeigers (Beispiel mit sechs Überständen)**

### **5.3 Gebrauchseigenschaften der Garnitur aus Schraube, Mutter, Scheibe(n) und direktem Kraftanzeiger**

#### **5.3.1 Allgemeines**

Die Gebrauchseigenschaften der Garnitur aus Schraube, Mutter, Scheibe(n) und direktem Kraftanzeiger müssen bei der folgenden Prüfung erreicht werden.

Das Prüfprinzip besteht darin, die Garnitur aus Schraube, Mutter, Scheibe(n) und direktem Kraftanzeiger anzuziehen und während des Anziehens die folgenden Parameter zu messen:

- die relative Drehung zwischen Mutter und Schraube;
- die Schraubenkraft.

Dieses Prüfverfahren beruht auf den Anforderungen nach EN 14399-2 und enthält Anforderungen, die auf Garnituren anwendbar sind, die direkte Kraftanzeiger umfassen; sofern dies erforderlich ist, dürfen besondere Prüfbedingungen und -abläufe nach Anhang A angewendet werden.

#### **5.3.2 Durchführung der Prüfung**

##### **5.3.2.1 Prüfung der Eignung zum Vorspannen mit direktem Kraftanzeiger in einer Garnitur**

Direkte Kraftanzeiger nach EN 14399-9 sind nach EN 14399-2 geeignet, vorausgesetzt, sie werden in einer Garnitur angewendet, die Verbindungselemente nach EN 14399-3, -4, -7 oder -8 umfasst, die nach EN 14399-2 geprüft wurden, um die relative Drehung zwischen Schraube und Mutter zu bestimmen. Die Werte für die  $k$ -Klassen dürfen nicht für K1 oder K2 bestimmt werden und sind als K0 anzugeben.

Für direkte Kraftanzeiger unter dem Schraubenkopf und unter der Mutter sind jeweils getrennte Erstprüfungen durchzuführen. Die Erstprüfung muss angewendet werden, um nachzuweisen, dass  $\Delta\theta_2$  bei Messung mit Garnituren, die einen direkten Kraftanzeiger enthalten,  $\Delta\theta_{2, \min}$  um mindestens 10 % überschreitet.

##### **5.3.2.2 Prüfung der Eignung zur Feststellung der Schraubenkraft**

Die Prüfung muss in einer kalibrierten Kraftmessdose durchgeführt werden, wobei die Anforderungen im Allgemeinen den in EN 14399-2 festgelegten entsprechen. Sind Ausgleichsscheiben erforderlich, um die Länge zwischen Schraubenkopf und Mutter anzupassen, sind diese Ausgleichsscheiben nach EN 14399-2 anzuwenden. Während der Prüfung der Schraubenkraft ist die Steifigkeit der Prüfeinrichtung, auf der die Garnitur angebracht ist, nicht kritisch.

**ANMERKUNG** Hydraulische Messeinrichtungen sollten diese Anforderung erfüllen.

Die Garnitur muss nach Bild 7a horizontal zusammengebaut werden; die Schraubenkraft ( $F_{bi}$ ) muss nach 5.2 bestimmt werden und darf nicht unter der in Tabelle 4 festgelegten Mindestschraubenkraft liegen.

## Anhang A (informativ)

### Besondere Prüfbedingungen und -abläufe

Bei Übereinkunft zwischen dem Lieferer und dem Kunden dürfen die folgenden besonderen Bedingungen angewendet werden. Jedoch sind die auf diese Weise ermittelten Prüfergebnisse nicht mit den unter Standardprüfbedingungen erhaltenen vergleichbar.

a) Lange Schrauben:

Für die Bewertung von Schrauben mit einer Länge  $> 10d$  sollten besondere Bewertungskriterien für die Drehung oder die Verformung vereinbart werden.

b) Kurze Schrauben:

Wenn die Schrauben zu kurz sind, um die in EN 14399-2:2005, Abschnitt 8, festgelegten Prüfbedingungen zu erfüllen, darf eine der folgenden Möglichkeiten in Betracht gezogen werden:

- 1) die Schrauben dürfen geprüft werden, wenn nach dem Anziehen zwischen Schraubenende und unbelasteter Mutterstirnfläche ein Gewindegang verbleibt;
- 2) es dürfen längere Schrauben aus einem sonst gleichen Los unter Standardbedingungen geprüft werden; der Längenunterschied sollte so klein wie möglich sein.

c) Schmierung:

Die Schmierung im Anlieferungszustand darf verändert werden.

d) Anziehen:

- 1) die Anziehggeschwindigkeit darf verändert werden;
- 2) das Anziehen darf durch Drehen des Schraubenkopfes erfolgen;
- 3) es darf ein unterbrochenes Anziehen durchgeführt werden.

## Literaturhinweise

- [1] EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*
- [2] EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*
- [3] EN 1993-1-8, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*
- [4] EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*
- [5] ISO 2859-1, *Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*