

Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen

Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkräften

Regelgewinde (ISO 898-2 : 1992)

Deutsche Fassung EN 20 898-2 : 1993

DIN**EN 20 898**

Teil 2

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **ISO 898-2**

Mechanical properties of fasteners;
Part 2: Nuts with specified proof load values;
Coarse thread; (ISO 898-2 : 1992);
German version EN 20 898-2 : 1993

Ersatz für DIN ISO 898 Teil 2/03.81
und DIN 267 Teil 4/08.83

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation;
Partie 2: Écrous avec charges d'épreuve spécifiées;
Filetages à pas gros; (ISO 898-2 : 1992);
Version allemande EN 20 898-2 : 1993

Die Europäische Norm EN 20 898-2 : 1993 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Nach der Veröffentlichung der Folgeausgabe der Internationalen Norm ISO 898-2 wurde eine entsprechende Anpassung der Europäischen Norm EN 20 898-2 vorgenommen. Die Übernahme von EN 20 898-2 in das deutsche Normenwerk konnte, entsprechend den gültigen Regeln, nur in Form einer DIN-EN-Norm geschehen. Die Norm DIN EN 20 898 Teil 2 gilt in allen Fällen, wo in Produktnormen auf DIN ISO 898 Teil 2 verwiesen wird.

Zur vorliegenden Norm war der Norm-Entwurf DIN ISO 898 Teil 2 veröffentlicht worden.

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

ISO 272 siehe DIN ISO 272
ISO 3506 siehe DIN ISO 3506
ISO 6157-2 siehe DIN EN 493

Fortsetzung Seite 2
und 13 Seiten EN

Normenausschuß Mechanische Verbindungselemente (FMV) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Zitierte Normen

— in der Deutschen Fassung:

Siehe Abschnitt 2

— in nationalen Zusätzen:

DIN ISO 272 Mechanische Verbindungselemente; Schlüsselweiten für Sechskantschrauben und -muttern

DIN ISO 3506 Verbindungselemente aus nichtrostenden Stählen; Technische Lieferbedingungen; Identisch mit ISO 3506: 1979

DIN EN 493 Verbindungselemente, Oberflächenfehler; Muttern; Deutsche Fassung EN 493: 1992

Frühere Ausgaben

DIN 266: 03.31

DIN 589: 07.31, 01.34

DIN kr 550: 03.36

DIN 267 Teil 1 und Teil 2: 04.37

DIN 267: 06.40, 01.43, 01.54, 12.60

DIN 267 Teil 4: 05.68, 10.71, 08.83

DIN 267 Teil 8: 04.68, 10.71

DIN ISO 898 Teil 2: 03.81

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 898 T 2/03.81 und DIN 267 T 4/08.83 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Änderungen gegenüber DIN ISO 898 T 2/03.81:

- a) Die Norm-Nummer wurde geändert.
- b) Anwendungsbereich überarbeitet.
- c) Für die Festigkeitsklassen 4, 5 und 6 wurde der Phosphorgehalt P_{\max} geändert.
- d) Härten und Prüfkräfte bei Festigkeitsklasse 8 (Typ 1) geändert.
- e) Härten und Prüfkräfte für Festigkeitsklasse 8 (Typ 2) aufgenommen.
- f) Prüfkräfte für Festigkeitsklasse 12 (Typ 1) aufgenommen.
- g) Kennzeichnung für alle Festigkeitsklassen vorgeschrieben.

Änderungen gegenüber DIN 267 T 4/08.83:

- a) Festlegungen für Muttern mit Feingewinde sind entfallen. (Hierfür gilt DIN EN 20 898 T 6.)
- b) Die Festigkeitsklassen wurden geändert und ergänzt.
- c) Die chemische Zusammensetzung wurde geändert.
- d) Die Kennzeichnung des Automatenstahls ist entfallen.
- e) Die Härtewerte wurden geändert.
- f) Die Prüfspannungen wurden geändert.
- g) Für 0,5 D hohe Muttern wurden Abstreiffestigkeiten festgelegt.

Internationale Patentklassifikation

F 16 B 037/00

F 16 B 029/00

F 16 B 031/00

F 16 B 033/00

F 16 B 035/00

DK 621.882.3

Ersatz für
EN 20898-2 : 1991

Deskriptoren: Verbindungselement, Mutter, Regelgewinde, Spezifikationen, mechanische Eigenschaft, Prüfung, Bezeichnung, Kennzeichnung

Deutsche Fassung

Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen

Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkräften

Regelgewinde

(ISO 898-2 : 1992)

Mechanical properties of fasteners —
Part 2: Nuts with specified proof load
values — Coarse thread (ISO 898-2 : 1992)

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation — Partie 2: Écrous avec charges d'épreuve spécifiées — Filetages à pas gros (ISO 898-2 : 1992)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1993-12-16 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Vorwort

Die Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 185 "Mechanische Verbindungselemente mit und ohne Gewinde und Zubehör" aus der Arbeit des ISO/TC 2 der International Organization for Standardization (ISO) übernommen.

Der Text wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren (UAP) vorgelegt und als Europäische Norm angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 20898-2 : 1991.

ANMERKUNG: Die Internationale Norm ISO 6157-2 "Surface discontinuities of nuts" (siehe Abschnitt 8.3) liegt noch nicht vor. Bis zum Vorliegen dieser Norm wird auf EN 493 Bezug genommen.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 1994, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 1994 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm 898-2 : 1992 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG: Die normativen Verweisungen auf internationale Publikationen werden in Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm enthält Festlegungen über die mechanischen Eigenschaften von Muttern mit festgelegten Prüfkräften für Prüfung bei Raumtemperatur (siehe ISO 1). Die Eigenschaften ändern sich bei höherer oder niedrigerer Temperatur.

Sie gilt für Muttern

- mit Nenndurchmesser bis 39 mm,
- mit ISO-Gewinde mit Durchmessern und Steigungen nach ISO 68 und ISO 262 (Regelgewinde),
- mit Durchmesser/Steigungs-Kombinationen nach ISO 261 (Regelgewinde),
- mit Gewindetoleranzen 6H nach ISO 965-1 und ISO 965-2,
- mit festgelegten mechanischen Eigenschaften,
- mit Schlüsselweiten nach ISO 272 oder gleichwertigen Ausführungen,
- mit Nennhöhen größer oder gleich $0,5 D^*$,
- hergestellt aus unlegiertem oder legiertem Stahl.

Sie gilt nicht für Muttern mit speziellen Anforderungen wie

- Sicherungseigenschaften (siehe ISO 2320),
- Schweißbarkeit,
- Korrosionsbeständigkeit (siehe ISO 3506),
- Warmfestigkeit über +300 °C und Kaltzähigkeit unter -50 °C.

ANMERKUNG 1: Muttern aus Automatenstahl sollten bei Temperaturen über +250 °C nicht verwendet werden.

ANMERKUNG 2: Für spezielle Produkte, wie Muttern für hochfeste Schraubenverbindungen im Stahlbau und Muttern mit großem positivem Grundabmaß im Gewinde für feuerverzinkte Schraubenverbindungen, sind in den einzelnen Produktnormen besondere Festlegungen getroffen.

ANMERKUNG 3: Für Schraubenverbindungen mit Gewindepassungen mit größerem Spiel als 6H/6g ist das Risiko des Abstreifens der Mutter größer, siehe auch Tabelle 1.

ANMERKUNG 4: Bei anderen oder größeren Gewindetoleranzen als 6H muß mit geringeren Abstreiffestigkeiten gerechnet werden, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Verminderung der Abstreiffestigkeit

Gewinde		Prüfkraft in % Gewindetoleranzen		
über	bis	6H	7H	6G
—	M 2,5	100	—	95,5
M 2,5	M 7	100	95,5	97
M 7	M 16	100	96	97,5
M 16	M 39	100	98	98,5

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Bezugnahme zum Bestandteil dieses Teils der Norm ISO 898 werden. Die angegebenen Ausgaben sind die beim Erscheinen dieser Internationalen Norm gültigen. Da Normen von Zeit zu Zeit überarbeitet werden, wird dem Anwender dieses Teils der Norm ISO 898 empfohlen, immer auf die jeweils neueste Fassung der zitierten Normen zurückzugreifen. IEC- und ISO-Mitglieder haben Verzeichnisse der jeweils gültigen Ausgabe der Internationalen Normen.

ISO 1 : 1975	Normbezugstemperaturen für industrielle Längenmessungen
ISO 68 : 1973	ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung — Grundprofil

*) D = Nenndurchmesser von Innengewinden nach ISO 724

ISO 261 : 1973	Metrisches ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung — Übersicht
ISO 262 : 1973	Metrisches ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung — Gewindeauswahlreihen für Schrauben und Muttern
ISO 272 : 1982	Verbindungselemente — Sechskantprodukte — Schlüsselweiten
ISO 286-1 : 1988	ISO-System für Toleranzen und Passungen — Teil 1: Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen
ISO 724 : 1978	Metrisches ISO-Schraubengewinde — Grundmaße
ISO 965-1 : 1980	Metrisches ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung — Toleranzen — Teil 1: Grundlagen
ISO 965-2 : 1980	Metrisches ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung — Toleranzen — Teil 2: Grenzabmaße für handelsübliche Schrauben- und Muttergewinde — Toleranzklasse "mittel"
ISO 4964 : 1984 ISO 6157-2 ¹⁾	Härtevergleichsschaubilder für Stahl Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 2: Muttern mit Gewinden M5 bis M39
ISO 6506 : 1981	Metallische Werkstoffe — Härteprüfung — Prüfung nach Brinell
ISO 6507-1 : 1982	Metallische Werkstoffe — Härteprüfung — Prüfung nach Vickers — Teil 1: HV 5 bis HV 100
ISO 6508 : 1986	Metallische Werkstoffe — Härteprüfung — Prüfung nach Rockwell — Verfahren A, B, C, D, E, F, G, H, K

¹⁾ Z. Z. Entwurf

3 Bezeichnungssystem

3.1 Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,8 D$ (effektive Gewindehöhe $\geq 0,6 D$)

Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,8 D$ (effektive Gewindehöhe $\geq 0,6 D$) werden bezeichnet mit einer Zahl entsprechend der höchsten Schraubenklasse, mit der die Mutter gepaart werden darf.

Ein Versagen von Schraubenverbindungen aufgrund von zu starkem Anziehen kann durch Bruch der Schraube oder durch Abstreifen des Gewindes der Mutter und/oder der Schraube auftreten. Der Bruch einer Schraube tritt plötzlich ein und ist leicht festzustellen. Das Abstreifen des Gewindes tritt allmählich ein, ist daher schwierig festzustellen und führt zu der Gefahr, daß teilweise unbrauchbar gewordene Teile in Verbindungen verbleiben.

Es ist daher wünschenswert, Schraubenverbindungen so auszulegen, daß ein Versagen nur durch Bruch im Schaft (oder Gewindeteil) auftritt. Aufgrund zahlreicher Parameter, denen die Abstreiffestigkeit unterliegt (z. B. Werkstoff-Festigkeit von Schraube und Mutter, Gewindespiel, Schlüsselweiten usw.), müßten die Muttern unannehmbar hoch sein, um diese Art des Versagens bei Überbeanspruchung in allen Fällen zu gewährleisten.

Eine Schraube mit Gewinde M5 bis M39, die mit einer Mutter der entsprechenden Festigkeitsklasse nach Tabelle 2 gepaart wird, ergibt eine Verbindung, die bis zu der für die Schraube festgelegten Prüfkraft belastet werden kann, ohne daß ein Abstreifen des Gewindes auftritt.

Sollte jedoch die Verbindung über die Prüfkraft der Schraube hinaus angezogen werden, muß die Mutter so ausgelegt sein, daß bei mindestens 10% der zu stark angezogenen Verbindungen ein Versagen durch Bruch der Schraube eintritt. Dadurch wird der Verbraucher darauf aufmerksam gemacht, daß seine Art des Einbaus nicht geeignet ist.

ANMERKUNG 5: Weitere Informationen über die Belastbarkeit von Schraubenverbindungen siehe Anhang A.

Tabelle 2: Bezeichnungssystem für Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,8 D$

Festigkeitsklasse der Mutter	Zugehörige Schraube		Mutter	
	Festigkeitsklasse	Gewindebereich	Typ 1	Typ 2
4	3.6 4.6 4.8	> M 16	> M 16	—
5	3.6 4.6 4.8	\leq M 16	\leq M 39	—
	5.6 5.8	\leq M 39		
6	6.8	\leq M 39	\leq M 39	—
8	8.8	\leq M 39	\leq M 39	> M 16 \leq M 39
9	9.8	\leq M 16	—	\leq M 16
10	10.9	\leq M 39	\leq M 39	—
12	12.9	\leq M 39	\leq M 16	\leq M 39

ANMERKUNG: Im allgemeinen können Muttern der höheren Festigkeitsklasse anstelle von Muttern der niedrigen Festigkeitsklasse verwendet werden. Dies ist ratsam für eine Schraube-Mutter-Verbindung mit Belastungen oberhalb der Streckgrenze oder oberhalb der Prüfspannung.

3.2 Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,5 D$, jedoch $< 0,8 D$

(effektive Gewindehöhen $\geq 0,4 D$, jedoch $< 0,6 D$)

Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,5 D$, jedoch $< 0,8 D$ (effektive Gewindehöhen $\geq 0,4 D$, jedoch $< 0,6 D$), werden mit einer zweistelligen Zahl gekennzeichnet. Die erste Ziffer weist darauf hin, daß die Belastbarkeit einer mit einer solchen Mutter gebildeten Schraubenverbindung geringer ist als die Belastbarkeit der Mutter auf einem gehärteten Prüfdorn und auch geringer als die Belastbarkeit von Schraubenverbindungen mit Muttern nach Abschnitt 3.1. Die zweite Ziffer gibt die Nennprüfspannung an, bezogen auf einen gehärteten Prüfdorn.

Die tatsächliche Tragfähigkeit dieser Muttern wird nicht nur durch ihre Härte und durch die effektive Gewindehöhe bestimmt, sondern auch durch die Festigkeit der Schrauben, mit der sie gepaart werden.

Tabelle 3 enthält das Bezeichnungssystem und die Prüfspannungen. Die Prüfkraft zeigt Tabelle 6. Tabelle 7 gibt Richtwerte für die zu erwartende Mindest-Abstreifspannung der Verbindung bei der Kombination dieser Muttern mit Schrauben verschiedener Festigkeitsklassen.

Tabelle 3: Bezeichnungssystem und Prüfspannungen für Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,5 D$, jedoch $< 0,8 D$

Festigkeitsklasse der Mutter	Nennprüfspannung N/mm ²	Tatsächliche Prüfspannung N/mm ²
04	400	380
05	500	500

4 Werkstoffe

Muttern müssen aus Stahl mit einer chemischen Zusammensetzung nach Tabelle 4 hergestellt werden.

Tabelle 4: Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung

Festigkeitsklasse		Chemische Zusammensetzung als Massenanteile in % (Stückanalyse)			
		C max.	Mn min.	P max.	S max.
4 ¹⁾ , 5 ¹⁾ , 6 ¹⁾	—	0,50	—	0,060	0,150
8, 9	04 ¹⁾	0,58	0,25	0,060	0,150
10 ²⁾	05 ²⁾	0,58	0,30	0,048	0,058
12 ²⁾	—	0,58	0,45	0,048	0,058

¹⁾ Muttern dieser Festigkeitsklassen dürfen aus Automatenstahl hergestellt werden, wenn nicht zwischen Besteller und Lieferer andere Vereinbarungen getroffen sind. Bei Verwendung von Automatenstahl sind folgende maximale Schwefel-, Phosphor- und Bleianteile zulässig:

Schwefel 0,34 %
Phosphor 0,11 %
Blei 0,35 %

²⁾ Bei diesen Festigkeitsklassen dürfen gegebenenfalls Legierungselemente hinzugefügt werden, um die mechanischen Eigenschaften der Muttern zu erreichen.

Muttern der Festigkeitsklassen 05, 8 (Typ 1 über M 16), 10 und 12 müssen vergütet werden.

5 Mechanische Eigenschaften

Bei Prüfung nach den Verfahren in Abschnitt 8 müssen die Muttern die in Tabelle 5 festgelegten mechanischen Eigenschaften aufweisen.

Tabelle 5: Mechanische Eigenschaften

Gewinde über bis		Festigkeitsklasse														
		04				05				4						
		Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV		Mutter		Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV		Mutter		Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV		Mutter	
min.	max.		Zu-stand	Typ	min.	max.		Zu-stand	Typ	min.	max.		Zu-stand	Typ		
—	M 4	380	188	302	nicht vergütet	niedrig	500	272	353	vergütet	niedrig	—	—	—	—	—
M 4	M 7															
M 7	M 10															
M 10	M 16															
M 16	M 39															

(fortgesetzt)

Tabelle 5 (abgeschlossen)

Gewinde		Festigkeitsklasse 5 ¹⁾						Festigkeitsklasse 6						Festigkeitsklasse 8					
		über	bis	Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV min.	Vickershärte HV max.	Mutter Zu- stand	Mutter Typ	Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV min.	Vickershärte HV max.	Mutter Zu- stand	Mutter Typ	Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV min.	Vickershärte HV max.	Mutter Zu- stand	Mutter Typ	
—	M4	520						600					800	180					
M4	M7	580	130					670	150				855	200	302				
M7	M10	590		302		nicht ver- güet	1	680					870				nicht ver- güet	1	
M10	M16	610						700					880						
M16	M39	630	146					720	170				920	233	353		ver- güet		2
Gewinde		Festigkeitsklasse 9						Festigkeitsklasse 10						Festigkeitsklasse 12					
		über	bis	Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV min.	Vickershärte HV max.	Mutter Zu- stand	Mutter Typ	Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV min.	Vickershärte HV max.	Mutter Zu- stand	Mutter Typ	Prüfspannung S _p N/mm ²	Vickershärte HV min.	Vickershärte HV max.	Mutter Zu- stand	Mutter Typ	
—	M4	900	170					1040					1140						
M4	M7	915						1040					1140	295	353				
M7	M10	940	188	302		nicht ver- güet	2	1040	272	353		1	1140				ver- güet	1	
M10	M16	950						1050					1170						
M16	M39	920						1060					—	—	—		—	—	2

1) Die maximale Härte bei Schrauben der Festigkeitsklassen 5.6 und 5.8 wird bei der nächsten Überarbeitung der Norm ISO 898-1 : 1988 auf 220 HV verringert, weil dies die maximale Härte im tragenden Teil des Gewindes ist und nur die Gewindeenden eine maximale Härte von 250 HV haben können. Deshalb wurden die Prüfspannungen auf der Grundlage einer maximalen Schraubenhärte von 220 HV festgelegt.

ANMERKUNG: Die Mindesthärten sind nur verbindlich für Muttern, bei denen ein Prüfkraftversuch nicht durchgeführt werden kann, und bei vergüteten Muttern. Für alle anderen Muttern gelten die Mindesthärten nur als Richtwerte. Bei nicht vergüteten Muttern darf die Mindesthärte nicht Grund zur Zurückweisung sein, sofern der Prüfkraftversuch bestanden wird.

Tabelle 6: Prüfkraften; Regelgewinde

Gewinde	Gewinde- steigung	Nenn- spannungs- querschnitt des Prüfdorns A_s	Festigkeitsklasse											
			04	05	4	5	6	8	9	10	12			
			Typ 1		Typ 1		Typ 1		Typ 1		Typ 1		Typ 1	
			Prüfkraft ($A_s \times S_p$), N											
M3	0,5	5,03	—	—	—	2 600	3 000	4 000	—	4 500	5 200	5 700	5 800	
M3,5	0,6	6,78	1 910	2 500	—	3 550	4 050	5 400	—	6 100	7 050	7 700	7 800	
M4	0,7	8,78	3 340	4 400	—	4 550	5 250	7 000	—	7 900	9 150	10 000	10 100	
M5	0,8	14,2	5 400	7 100	—	8 250	9 500	12 140	—	13 000	14 800	16 200	16 300	
M6	1	20,1	7 640	10 000	—	11 700	13 500	17 200	—	18 400	20 900	22 900	23 100	
M7	1	28,9	11 000	14 500	—	16 800	19 400	24 700	—	26 400	30 100	32 900	33 200	
M8	1,25	36,6	13 900	18 300	—	21 600	24 900	31 800	—	34 400	38 100	41 700	42 500	
M10	1,5	58,0	22 000	29 000	—	34 200	39 400	50 500	—	54 500	60 300	66 100	67 300	
M12	1,75	84,3	32 000	42 200	—	51 400	59 000	74 200	—	80 100	88 500	98 600	100 300	
M14	2	115	43 700	57 500	—	70 200	80 500	101 200	—	109 300	120 800	134 600	136 900	
M16	2	157	59 700	78 500	—	95 800	109 900	138 200	—	149 200	164 900	183 700	186 800	
M18	2,5	192	73 000	96 000	97 900	121 000	138 200	176 600	170 900	176 600	203 500	—	230 400	
M20	2,5	245	93 100	122 500	125 000	154 400	176 400	225 400	218 100	225 400	259 700	—	294 000	
M22	2,5	303	115 100	151 500	154 500	190 900	218 200	278 800	269 700	278 800	321 200	—	363 600	
M24	3	353	134 100	176 500	180 000	222 400	254 200	324 800	314 200	324 800	374 200	—	423 600	
M27	3	459	174 400	229 500	234 100	289 200	330 500	422 300	408 500	422 300	486 500	—	550 800	
M30	3,5	561	213 200	280 500	286 100	353 400	403 900	516 100	499 300	516 100	594 700	—	673 200	
M33	3,5	694	263 700	347 000	353 900	437 200	499 700	638 500	617 700	638 500	735 600	—	832 800	
M36	4	817	310 500	408 500	416 700	514 700	588 200	751 600	727 100	751 600	866 000	—	980 400	
M39	4	976	370 900	488 000	497 800	614 900	702 700	897 900	868 600	897 900	1 035 000	—	1 171 000	

6 Prüfkräfte

Prüfkräfte sind in Tabelle 6 angegeben.

Der Nenn-Spannungsquerschnitt wird wie folgt berechnet:

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Hierin bedeuten:

$d_2^*)$ Flankendurchmesser des Außengewindes (Nennmaß)

d_3 Kerndurchmesser des Fertigungsprofils des Außengewindes (Nennmaß)

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$$

mit

d_1 Kerndurchmesser des Grundprofils des Außengewindes

H Höhe des Profildreiecks des Gewindes

7 Abstreiffestigkeit für Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,5 D$, jedoch $< 0,8 D$

Die Richtwerte für Abstreiffestigkeits nach Tabelle 7 beziehen sich auf die angegebenen Festigkeitsklassen.

Ein Abstreifen des Bolzengewindes kann erwartet werden, wenn die Muttern mit niedrigeren Festigkeitsklassen gepaart werden, während bei Paarung mit höheren Festigkeitsklassen ein Abstreifen des Gewindes der Mutter eintreten dürfte.

Tabelle 7: Mindest-Abstreiffestigkeits

Festigkeitsklasse der Mutter	Prüfspannung der Mutter N/mm ²	Mindestspannung in der Schraube vor dem Abstreifen in N/mm ² bei Paarung mit Schrauben der Festigkeitsklasse			
		6.8	8.8	10.9	12.9
04	380	260	300	330	350
05	500	290	370	410	480

8 Prüfverfahren

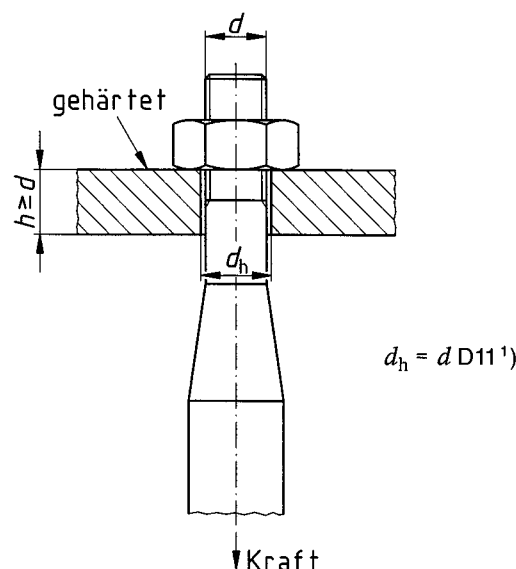
8.1 Prüfkraftversuch

Der Prüfkraftversuch muß immer dann angewendet werden, wenn dies aufgrund der Prüfeinrichtungen möglich ist. Für Größen $\geq M5$ gilt er als Schiedsverfahren.

Die Mutter wird entsprechend Bild 1 oder Bild 2 auf einen gehärteten Prüfdorn aufgeschraubt. In Zweifelsfällen gilt der axiale Zugversuch.

Die Prüfkraft muß axial zur Mutter aufgebracht und 15 Sekunden gehalten werden. Die Mutter muß dieser Prüfkraft standhalten, ohne daß sie abgestreift wird oder bricht. Sie muß nach dem Entlasten auf dem Prüfdorn von Hand beweglich sein. Wird das Gewinde des Prüfdorns beim Versuch beschädigt, gilt dieser Versuch nicht. (Es kann notwendig sein, ein handbetätigtes Schraubwerkzeug zu verwenden, um die Bewegung der Mutter einzuleiten. Ein solches Losdrehen ist zulässig, vorausgesetzt, daß es auf eine halbe Umdrehung beschränkt ist und daß die Mutter anschließend von Hand weitergedreht werden kann.)

*) Siehe ISO 724



1) D11 nach ISO 286-2

Bild 1: Axialer Zugversuch

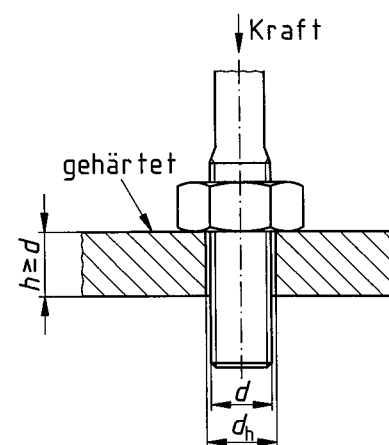


Bild 2: Axialer Druckversuch

Die Härte des Prüfdorns muß mindestens 45 HRC betragen.

Das Gewinde des Prüfdorns muß innerhalb der Toleranz 5h6g liegen, mit Ausnahme des Außendurchmessers, der im unteren Viertel des Toleranzfeldes 6g liegen muß.

8.2 Härteprüfung

Für Routineprüfungen muß die Härte an einer Auflagefläche der Mutter gemessen werden. Hierbei gilt der Mittelwert aus drei Messungen, wobei die Meßstellen jeweils 120° gegeneinander versetzt sein müssen. In Zweifelsfällen gilt die Härteprüfung an einem Längsschliff zur Achse der Mutter, wobei der Eindruck so nahe wie möglich am Außendurchmesser des Muttergewindes angebracht sein muß.

Die Härteprüfung nach Vickers gilt als die entscheidende Prüfung. Wo immer möglich, muß die Prüflast HV 30 angewendet werden.

Falls die Härte nach Brinell oder Rockwell geprüft wird, ist für die Umrechnung die Norm ISO 4964 zu verwenden.

Für die Härteprüfung nach Vickers gilt ISO 6507-1.

Für die Härteprüfung nach Brinell gilt ISO 6506.

Für die Härteprüfung nach Rockwell gilt ISO 6508.

8.3 Prüfung des Oberflächenzustandes

Für die Prüfung des Oberflächenzustandes von Muttern gilt ISO 6157-2.

9 Kennzeichnung

9.1 Symbole

Die Symbole für die Kennzeichnung sind in den Tabellen 8 und 9 angegeben.

9.2 Identifizierung

Sechskantmuttern mit Gewinde $\geq M5$ aller Festigkeitsklassen müssen nach dem im Abschnitt 3 aufgeführten Bezeichnungssystem auf der Auflagefläche oder einer Schlüsselfläche vertieft oder auf der Fase erhöht gekennzeichnet werden (siehe Bild 3 und Bild 4). Erhöhte Kennzeichen dürfen nicht über die Auflagefläche der Mutter hinausragen.

BEISPIELE:

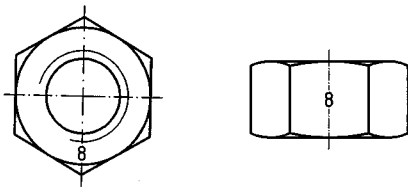


Bild 3: Beispiel für eine Kennzeichnung mit der Kennzahl der Festigkeitsklasse

Der Kennzeichnungspunkt darf durch das Herstellerzeichen ersetzt werden

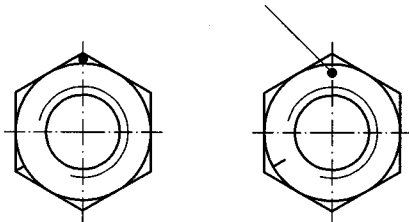


Bild 4: Beispiel für eine Kennzeichnung mit dem Symbol der Festigkeitsklasse (Uhrzeigersystem)

9.3 Kennzeichnung von Muttern mit Linksgewinde

Muttern mit Linksgewinde müssen entsprechend Bild 5 auf einer Auflagefläche vertieft gekennzeichnet sein.

Die Kennzeichnung ist für Muttern mit Gewinde $\geq M5$ vorgeschrieben.

Wahlweise kann auch eine Kennzeichnung nach Bild 6 vorgesehen werden.

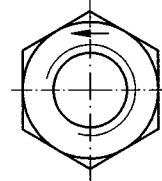


Bild 5: Kennzeichnung für Linksgewinde

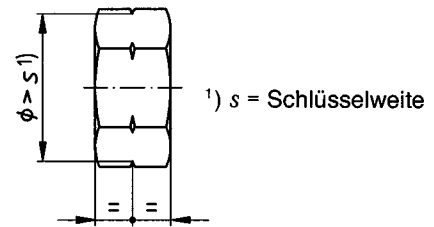


Bild 6: Alternative Kennzeichnung für Linksgewinde

9.4 Wahlweise Kennzeichnung

Die wahlweise Kennzeichnung nach den Abschnitten 9.1 bis 9.3 bleibt dem Hersteller freigestellt.

9.5 Kennzeichen der Herkunft

Alle Muttern, für die eine Kennzeichnung der Festigkeitsklasse festgelegt ist, müssen auch mit dem Herstellerzeichen gekennzeichnet sein, sofern nicht technische Gründe dies ausschließen.

Packungen jedoch müssen in jedem Fall gekennzeichnet sein.

Tabelle 8: Kennzeichnung (Symbole) für Muttern mit Festigkeitsklassen nach Abschnitt 3.1

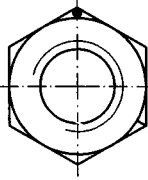
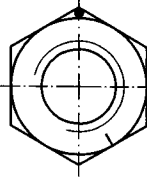
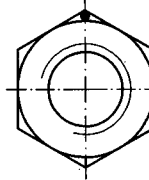
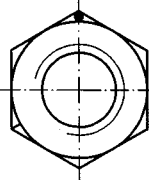
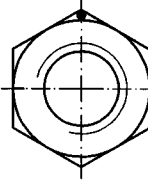
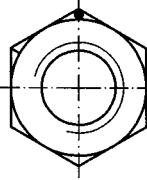
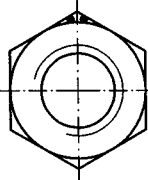
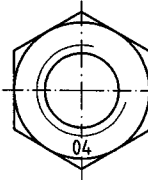
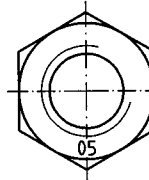
Festigkeitsklasse	4	5	6	8
wahlweise entweder Kennzeichen der Festigkeitsklasse	4	5	6	8
wahlweise oder Symbol der Festigkeitsklasse (Uhrzeigersystem)				
Festigkeitsklasse	9	10	12 *)	
wahlweise entweder Kennzeichen der Festigkeitsklasse	9	10	12	
wahlweise oder Symbol der Festigkeitsklasse (Uhrzeigersystem)				
*) Der Kennzeichnungspunkt kann nicht durch das Herstellerzeichen ersetzt werden.				

Tabelle 9: Kennzeichnung für Muttern mit Festigkeitsklassen nach Abschnitt 3.2

Festigkeitsklasse	04	05
Kennzeichen der Festigkeitsklasse		

Anhang A (informativ)

Belastbarkeit von Schraubenverbindungen

Erläuterungen zu den Festlegungen des ISO/TC 2 über Mutterfestigkeit und Muttergestaltung

Im Jahre 1969 ist ergänzend zu der bereits bestehenden ISO-Empfehlung über Festigkeitsklassen für Schrauben (ISO/R 898-1:1968) eine ISO-Empfehlung über Festigkeitsklassen für Muttern (ISO/R 898-2:1969) erschienen. Beide ISO-Empfehlungen brachten zusammen ein neues System für die Festigkeitsklassen von Schrauben und Muttern, welches auch von der Kennzeichnung her eine klare Aussage über die Belastbarkeit einer Schraube-Mutter-Verbindung ergab. Die Kennzeichen nannten

- bei Schrauben
die Mindestzugfestigkeit und das Streckgrenzenverhältnis

BEISPIEL:

Festigkeitsklasse 8.8

erste Zahl ("8" in 8.8) = $1/100$ der Mindestzugfestigkeit in N/mm^2 ,

zweite Zahl ("8" in 8.8) = 10fache des Streckgrenzenverhältnisses (0,8)

Multiplikation beider Zahlen ($8 \times 8 = 64$) = $1/10$ der Mindeststreckgrenze in N/mm^2

b) bei Muttern

Kennzahl = $1/100$ der Mindestzugfestigkeit in N/mm^2 einer Schraube, die bei Paarung mit der Mutter bis zu der Mindeststreckgrenze belastet werden kann.

BEISPIEL:

Schraube 8.8 — Mutter 8, Verbindung bis zu der Mindeststreckgrenze der Schraube belastbar.

In den Jahren nach dem Erscheinen beider ISO-Empfehlungen wurde dieses Festigkeitsklassensystem weltweit eingeführt und hat sich bewährt.

Im Jahre 1973 begann das Unterkomitee SC 1 des ISO/TC 2 aufgrund der bis dahin vorliegenden Erfahrungen mit einer Überprüfung der ISO-Empfehlungen, wobei gleichzeitig die Absicht bestand, beide Empfehlungen in ISO-Normen umzuwandeln. Im Jahre 1974 konnte zu den Festigkeitsklassen für Schrauben ein Entwurf ISO/DIS 898-1 veröffentlicht werden, der einige Modifizierungen und Ergänzungen brachte, die aber das System der Festigkeitsklassen nicht grundsätzlich veränderten. Dieser ISO-Entwurf wurde dann nochmals überarbeitet. Ein zweiter Entwurf wurde während des Jahres 1977 erstellt und von der großen Mehrheit der ISO-Mitglieds Körperschaften angenommen. Die Arbeiten an dem Entwurf über Festigkeitsklassen für Schrauben gestalteten sich zwar schwierig, doch konnten alle Schwierigkeiten letztlich zur Zufriedenheit der interessierten Länder im Unterkomitee SC 1 des ISO/TC 2 überwunden und das Dokument von der ISO angenommen werden. Weitaus umfangreicher und bis an die Substanz der Festlegungen gehend, waren die Arbeiten für eine Neufassung der ISO-Empfehlung ISO/R 898-2 und deren Umwandlung in eine ISO-Norm über Festigkeitsklassen für Muttern.

Erfahrungen hatten gezeigt, daß das Konzept der Festigkeitsklassen für Muttern in Verbindung mit einer Nennhöhe von $0,8 D$ zwar einfach und unkompliziert war, daß aber Schwierigkeiten in der Praxis entstanden. Erstens war es manchmal schwierig oder unmöglich, vorgeschriebene Mutterneigenschaften mit den wirtschaftlichen Werkstoffen und Verfahren zu erreichen, wie z. B. bei Feingewinde oder bestimmten Größen des Regelgewindes. Zweitens gab die Übereinstimmung mit den Anforderungen nicht unbedingt die Sicherheit, daß beim Anziehen der Verbindung kein Gewindeabstreifen auftrat. Bisher war es als ausreichend betrachtet worden, wenn die Prüflast der Mutter der Mindestzugfestigkeit der Schraube entsprach. Durch die streckgrenzengesteuerten Anziehverfahren und das vergrößerte Wissen über die Wechselwirkung zwischen Schrauben- und Muttergewinde wurde offenbar, daß die Muttern neu ausgelegt werden mußten, um die Abstreiffestigkeit sowohl des Außen- als auch des Innengewindes zu erhöhen.

Die tatsächliche Zugfestigkeit einer Schraube 8.8 kann z. B. für Größen bis M 16 zwischen 800 N/mm^2 und (über die maximale Härte umgerechnet) etwa 965 N/mm^2 liegen. Die Mindeststreckgrenze darf dementsprechend bei einem Streckgrenzenverhältnis von 80% zwischen 640 N/mm^2 und etwa 772 N/mm^2 variieren. Bei streckgrenzengesteuertem Anziehen nähert sich die Anziehspannung der Prüfspannung. Außerdem haben neuere Untersuchungen gezeigt, daß eine mit einem gehärteten Dorn geprüfte Mutter bis zum Abstreifen des Gewindes höher belastet werden kann als eine mit einer Schraube der entsprechenden Festigkeitsklasse geprüfte Mutter. Eine Mutter der Festigkeitsklasse 8 kann z. B., wenn sie mit einem Dorn der Härte 45 HRC geprüft wird, um ungefähr 10% höher belastet werden, als wenn sie mit einer Schraube der Festigkeitsklasse 8.8 mit gleichen Abmessungen geprüft wird. Daher wird eine Mutter, die mit einem gehärteten Prüfdorn gerade eine Prüfspannung von 800 N/mm^2 erreicht, nur mit ungefähr 720 N/mm^2 belastet werden können, wenn sie mit einer Schraube der Festigkeitsklasse 8.8 gepaart wird. Wenn diese Anziehspannung überschritten wird, kann ein Abstreifen des Gewindes auftreten, und unter Berücksichtigung der mechanischen Eigenschaften der Schrauben könnte dies bei streckgrenzengesteuertem Anziehen häufig der Fall sein. Man könnte jedoch argumentieren, daß sich die Zugfestigkeit der Schraube unter Anziehbelastung um

ungefähr 15% verringert, doch sollte aber ebenfalls klar sein, daß sich auch die Abstreiffestigkeit der Verbindung unter Anziehbelastung um fast den gleichen Wert verringert. Zu der Einführung der streckgrenzengesteuerten Anziehverfahren kam noch hinzu, daß in einigen ISO-Normen Veränderungen vorgenommen werden sollten, die diese Neigung zum Abstreifen ebenfalls erhöhen würden. Darunter befand sich der Vorschlag, die mechanischen Eigenschaften der Schrauben und Muttern — wie in Tabelle A.1 (Auszug aus einer Tabelle in ISO 898-1) gezeigt — zu erhöhen, mit der Absicht, die für die Festigkeitsklassen 4.8, 5.8, 8.8 (über M 16), 10.9 und 12.9 üblichen Werkstoffe festigkeitsmäßig voll auszunutzen. Ein weiterer Vorschlag zu diesem Zeitpunkt war, die Schlüsselweite bestimmter Größen von Sechskantprodukten zu verringern, um durch optimale Nutzung der Werkstoffe wirtschaftlicher zu arbeiten. Aufgrund dieser und anderer Faktoren führten einige Mitglieds Körperschaften (Kanada, Deutschland, Niederlande, Schweden, Vereinigtes Königreich, USA) des ISO/TC 2/SC 1 ausgedehnte Forschungs- und Versuchsarbeiten an Schraubenverbindungen durch. Die Versuche wurden an einer vollständigen Reihe von Größen, Festigkeitsstufen und Werkstoffen durchgeführt. Im allgemeinen wurden typische Befestigungselemente aus üblichen Werkstoffen verwendet. Die Abmessungen und die Werkstofffestigkeit der Prüfteile wurden genau ermittelt, so daß eine angemessene statistische Auswertung der Daten möglich war. Kanada wertete die Ergebnisse der verschiedenen Länder aus und stellte fest, daß sie gut übereinstimmten. Dies führte zu einer allgemeinen Formelreihe, die zur Vorausberechnung der Festigkeit von Schraubenverbindungen mit dem Grundgewindeprofil nach ISO 68 verwendet werden konnte. Diese neuen Erkenntnisse wurden im Unterkomitee SC 1 sowie auch in den verschiedenen nationalen Komitees sehr eingehend diskutiert.

Trotz der zunächst deutlich gemachten Vorbehalte des Komitees gegen jede Änderung bestehender Festlegungen bewies das Versuchsprogramm unverkennbar, daß die Abstreiffestigkeit der Verbindungen unzureichend war, und zwar hauptsächlich herbeigeführt durch die verbesserten Anziehverfahren und die Anhebung der mechanischen Eigenschaften. Das Problem bestand sowohl aus dem Abstreifen des Mutter- sowie des Schraubengewindes. Daraus wurde geschlossen, daß die beste Lösung dieses Problems darin bestand, die Nennhöhe $0,8 D$ der Mutter, wo notwendig, zu erhöhen. An dieser Stelle sollen nicht die durchgeführten Versuche und die daraus abgeleitete Berechnung für die Gestaltung von Muttern im Detail erläutert werden. Hierzu wird auf die folgende Veröffentlichung verwiesen, die eine Zusammenfassung der Ergebnisse und das verwendete Verfahren enthält: "Analysis and Design of Threaded Assemblies", E. M. Alexander, 1977 SAE Transactions, Paper number 77 04 20.

Der Berechnung der Muttern der Festigkeitsklasse 4 bis 6 nach der Alexander-Theorie wurde nicht die in ISO 898-1 festgelegte maximale Schraubenhärte von 250 HV, siehe Tabelle A.1, zugrunde gelegt, da es sich dabei um eine Härte handelt, die nur am Schraubenende oder am Kopf auftreten kann. Daher wurde beschlossen, die Berechnungen auf der Grundlage der wirksamen maximalen Härten durchzuführen, die innerhalb des tragenden Gewindeteils auftreten und in Tabelle A.2 angegeben sind.

Ähnlich gestufte Härtewerte waren in der ISO/R 898-1 : 1968 festgelegt.

Die oben aufgeführte Arbeit ergab, daß eine Vielzahl von Faktoren die Abstreiffestigkeit der Gewinde beeinflusst, z. B. Toleranzen, Steigung, Ausbrüche am Gewindekern-durchmesser der Mutter, Größe der Senkung in der Mutter, relative Festigkeit des Muttergewindes zum Schrau-

bengewinde, Eingriffslänge, Schlüsselweite und Form der Mutter (z. B. Sechskant mit Flansch), Reibungskoeffizient, Anzahl der Gewindegänge im Eingriff usw. Die auf dieser Basis durchgeführte Untersuchung der verschiedenen Größen von Verbindungselementen ergab, daß eine festgelegte Nennhöhe der Mutter, wie z. B. bisher $0,8 D$, nicht angebracht ist, sondern daß es besser wäre, jede Standardverbindung so auszulegen, daß eine ausreichende Abstreiffestigkeit erreicht wird. Die in der Tabelle A.3 aufgeführten Mutterhöhen sind das Ergebnis dieser Untersuchung.

In der Tabelle sind zwei Muttertypen enthalten; Typ 2 ist ungefähr 10% höher als Typ 1. Die Höhe von Typ 1 ist für die Festigkeitsklassen 4, 5, 6, 8, 10 und 12 (bis zu M16) in Verbindung mit geeigneten mechanischen Eigenschaften gedacht, während die Abmessungen von Typ 2 für die Festigkeitsklassen 8, 9 und 12 ebenfalls mit geeigneten mechanischen Eigenschaften vorgesehen sind. Der höhere Typ wurde hauptsächlich für eine wirtschaftliche, kaltgeformte Mutter zur Paarung mit Schrauben der Festigkeitsklasse 9.8 entwickelt, kann aber gleichzeitig von den Maßen her für eine härtbare Mutter mit guter Zähigkeit zur Paarung mit Schrauben der Festigkeitsklasse 12.9 verwendet werden. Die für die zwei Muttertypen vorgesehenen Verwendungen sind in Tabelle 5 aufgeführt, aus der ebenfalls ersichtlich wird, daß dieser zusätzliche Muttertyp nicht bedeutet, daß zukünftig beide nebeneinander geführt werden müssen.

Praktisch bestehen nur in zwei Fällen Überschneidungen zwischen Typ 1 und Typ 2. Die Festigkeitsklasse 8 gestattet die Verwendung unvergüteter Muttern (kaltumgeformt aus niedrig gekohltem Stahl) bei Typ 1 nur bis einschließlich M16; über M16 muß die Mutter Typ 1 vergütet werden. Man kann aber über M16 auch auf den höheren unvergüteten Typ 2 ausweichen. Dies ist letztlich eine Kostenfrage. Bei der Festigkeitsklasse 12 ist die Verwendung von Muttern Typ 1 über M16 hinaus nicht sinnvoll. Wegen der erforderlichen Prüfkräfte müßte die Härte der Mutter soweit angehoben werden, daß ihre von der Funktion her notwendige Zähigkeit nicht mehr sichergestellt ist. Hier sind deshalb vergütete höhere Muttern Typ 2 erforderlich. Deren Verwendung könnte gegebenenfalls auf Größen über M16 eingeschränkt werden, so daß dann auch in der Klasse 12 keine Überschneidung zwischen Typ 1 und Typ 2 gegeben wäre.

Nachdem die Maße der Muttern auf der Basis der Festigkeitskriterien der Verbindung festgelegt waren, wurden die Prüfkräfte dieser Muttern mit einem gehärteten Prüfdorn bestimmt. Das Ergebnis war, daß die Prüfspannungen nicht für jede Festigkeitsklasse der Muttern konstant waren, sondern sich mit deren Größe veränderten. Die Tabelle 5 enthält entsprechende Prüfspannungen und Härtewerte für Muttern. Die Festigkeitsklassen 04 und 05 (bisher 06) für niedrige Sechskantmuttern mit der sich

daraus ergebenden verringerten Belastbarkeit sind ebenfalls in dieser Tabelle enthalten. Diese Muttern wurden außerdem nicht im Hinblick auf Abstreiffestigkeit ausgelegt und basieren einfach auf einer festgelegten Höhe von $0,6 D$.

Die in der Tabelle 5 enthaltenen Prüfspannungen gelten für die Toleranz von 6H, deren Verwendung bei Muttern für mechanische Verbindungselemente üblich ist. Bei Verwendung einer größeren Toleranz oder Abweichung sollten diese Spannungen mit einem Faktor umgerechnet werden, wie in Tabelle 1 gezeigt.

Die Werte der Tabelle 5 beziehen sich nur auf Muttern mit Regelgewinde. Dies gilt auch für die Prüfkräfte in Tabelle 1. Für Muttern mit Feingewinde gilt ISO 898-6.

Die in Tabelle 1 enthaltenen Kräfte basieren auf einem Prüfdorn mit einer Mindesthärte von 45 HRC und der Gewindetoleranz 5h6g (Außendurchmesser im unteren Viertel von 6g).

Mit ISO 898-1 und ISO 898-2 über mechanische Eigenschaften von Schrauben und Muttern, ISO 4014 bis ISO 4018 über Sechskantschrauben und ISO 4032 bis ISO 4036 über Sechskantmuttern sind Normen erstellt worden, in denen die überarbeiteten mechanischen Eigenschaften, die Korrekturen der Mutterhöhen und der Schlüsselweiten (Schlüsselweiten für M10, M12, M14 und M22, von 17, 19, 22 und 32 mm geändert in 16, 18, 21 und 34 mm), wie in ISO/TC 2 befürwortet, aufgeführt sind.

Die vorliegende Internationale Norm ermöglicht die folgende Aussage über die Festigkeitsklassen für Muttern mit voller Belastbarkeit:

Eine Schraube einer bestimmten Festigkeitsklasse und eine Mutter, deren Festigkeitsklasse nach Tabelle 2 passend gewählt wurde, bilden eine Verbindung, die ohne Gefahr des Gewindeabstreifens bis zu einer Schraubenspannung angezogen werden kann, die der Prüfkraft oder Streckgrenze der Schraube entspricht. Darüber hinaus sind Form und mechanische Eigenschaften der Muttern so festgelegt, daß im Größenbereich bis M39 bei allen Festigkeitsklassen und bei der Gewindetoleranz 6H auch dann ein hohes Maß an Abstreiffestigkeit vorhanden ist (mindestens 10% aus jedem Los versagen durch Abreißen der Schraube, selbst bei Paarung der dünnsten Schraube mit der weitesten Mutter), wenn die Schraubenverbindung versehentlich zu stark angezogen wird. Der Anwender erhält dadurch einen Hinweis auf die mangelnde Eignung seines Anziehverfahrens.

Einige Anwender der hier angeführten Normen konnten an der detaillierten Erarbeitung der Normen nicht teilnehmen. Es wird der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß die vorliegenden Erläuterungen zum Verständnis dieses relativ komplizierten Themenbereichs beitragen.

Tabelle A.1: Festigkeitsklassen für Schrauben

Festigkeitsklasse		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9
								≤ M16	> M16			
Zugfestigkeit R_m N/mm ²	Nennwert	300	400	400	500	500	600	800	800	900	1000	1200
	min.	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
Vickershärte HV	max.	250	250	250	250	250	250	320	335	360	380	435

Tabelle A.2: Wirksame maximale Härte im tragenden Gewindeteil der Schraube

Festigkeitsklasse	Maximale Härte
3.6	158 HV
4.6 und 4.8	180 HV
5.6 und 5.8	220 HV
6.8	250 HV

Tabelle A.3: Höhen von Sechskantmuttern

Gewinde	Schlüssel- weite mm	Mutterhöhe <i>m</i>					
		min. mm	Typ 1 max. mm	<i>m/D</i>	min. mm	Typ 2 max. mm	<i>m/D</i>
M 5	8	4,4	4,7	0,94	4,8	5,1	1,02
M 6	10	4,9	5,2	0,87	5,4	5,7	0,95
M 7	11	6,14	6,5	0,93	6,84	7,2	1,03
M 8	13	6,44	6,8	0,85	7,14	7,5	0,94
M 10	16	8,04	8,4	0,84	8,94	9,3	0,93
M 12	18	10,37	10,8	0,90	11,57	12,0	1,00
M 14	21	12,1	12,8	0,91	13,4	14,1	1,01
M 16	24	14,1	14,8	0,92	15,7	16,4	1,02
M 18	27	15,1	15,8	0,88	16,9	17,6	0,98
M 20	30	16,9	18,0	0,90	19,0	20,3	1,02
M 22	34	18,1	19,4	0,88	20,5	21,8	0,93
M 24	36	20,2	21,5	0,90	22,6	23,9	1,00
M 27	41	22,5	23,8	0,88	25,4	26,7	0,99
M 30	46	24,3	25,6	0,85	27,3	28,6	0,95
M 33	50	27,4	28,7	0,87	30,9	32,5	0,98
M 36	55	29,4	31,0	0,86	33,1	34,7	0,96
M 39	60	31,8	33,4	0,86	35,9	37,5	0,96

Anhang B (informativ)

Bibliographie

- [1] ISO 3506 : 1979 Verbindungselemente aus nichtrostenden Stählen — Technische Lieferbedingungen
- [2] ISO 4014 : 1988 Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklassen A und B
- [3] ISO 4015 : 1979 Sechskantschrauben mit Schaftdurchmesser ≈ Flankendurchmesser — Produktklasse B
- [4] ISO 4016 : 1988 Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklasse C
- [5] ISO 4017 : 1988 Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklassen A und B
- [6] ISO 4018 : 1988 Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklasse C
- [7] ISO 4032 : 1986 Sechskantmuttern, Typ 1 — Produktklassen A und B
- [8] ISO 4033 : 1979 Sechskantmuttern, Typ 2 — Produktklassen A und B
- [9] ISO 4034 : 1986 Sechskantmuttern — Produktklasse C
- [10] ISO 4035 : 1986 Niedrige Sechskantmuttern, mit Fase — Produktklassen A und B
- [11] ISO 4036 : 1979 Niedrige Sechskantmuttern, ohne Fase — Produktklasse B

Anhang ZA (normativ)**Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen**

Diese Europäische Norm enthält datierte oder undatierte Verweisungen, Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
ISO 1	1975	Standard reference temperature for industrial length measurements	—	—
ISO 68	1973	ISO general purpose screw threads — Basic profile	—	—
ISO 261	1973	ISO general purpose metric screw threads — General plan	—	—
ISO 262	1973	ISO general purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts	—	—
ISO 272	1982	Fasteners — Hexagon products — Widths across flats	—	—
ISO 286-2	1988	ISO system of limits and fits — Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for holes and shafts	EN 20286-2	1993
ISO 724	1978	ISO metric screw threads — Basic dimensions	—	—
ISO 965-1	1980	ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 1: Principles and basic data	—	—
ISO 965-2	1980	ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 2: Limits of sizes for general purpose bolt and nut threads — Medium quality	—	—
ISO 4964	1984	Steel — Hardness conversions	—	—
ISO 6157-2		Fasteners — Surface discontinuities — Part 2: Nuts with threads M5 to M39	—	—
ISO 6506	1981	Metallic materials — Hardness test — Brinell test	—	—
ISO 6507-1	1982	Metallic materials — Hardness test — Vickers test — Part 1: HV 5 to HV 100	—	—
ISO 6508	1986	Metallic materials — Hardness test — Rockwell test (scales A-B-C-D-E-F-G-H-K)	—	—

