

3.2. Mutterwerkstoffe allgemein

3.2.1. Übersicht der allgemein verwendeten Normen

EN 20898-2 enthält Festigkeitsklassen für Muttern mit voller und mit eingeschränkter Belastbarkeit und mit den international vereinbarten höheren Prüfkräften. Es handelt sich um die Festigkeitsklassen

- 4 5 6 8 10 12
für Muttern mit voller Belastbarkeit und
04 05 (bisher 06)
für Muttern mit eingeschränkter Belastbarkeit.

Die Festigkeitsklassen für Muttern mit voller Belastbarkeit gelten zunächst nur für sogenannte ISO-Muttern mit Regelgewinde und für solche Muttern, bei denen ausdrücklich auf DIN EN 20898-2 verwiesen ist.

DIN EN ISO 898 - 6 beinhaltet Muttern mit festgelegten Prüfkräften- und Feingewinde.

DIN 267 Teil 4 (zurückgezogen)
Mechanische Verbindungselemente; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen für Muttern (bisherige Klassen).

DIN 267 Teil 23 (zurückgezogen)
Mechanische Verbindungselemente; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen für Muttern mit Feingewinde (ISO-Klassen).

Diese Norm enthält Festigkeitsklassen für Muttern mit Feingewinde, wobei für die Festigkeitswerte (Prüfkräfte) die für Muttern mit Regelgewinde in DIN 898 Teil 2 geltende Basis zugrunde gelegt ist, d. h. für Muttern mit Feingewinde werden bezüglich ihrer Härte und Wärmebehandlung Mutterkörper verwendet, die für Regelgewinde-Muttern der nächst höheren Festigkeitsklasse vorgesehen sind.

DIN 267 Teil 24
Mechanische Verbindungselemente; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen für Muttern (Härteklassen).

Diese Norm enthält Festigkeitsklassen (Härteklassen) für Muttern, bei denen z. B. aufgrund ihrer Form und ihrer Maße keine Belastungswerte genannt werden können, sondern bei denen lediglich eine Klassifizierung nach ihrer Härte möglich ist und bei denen entsprechend gekennzeichnet wird.

Kennzeichen	11H	14H	17H	22H
Vickershärte min. HV	110	140	170	220

Festigkeitsklassen (Härteklassen) nach DIN 267 Teil 24 sind bisher international für Muttern nicht in Erwägung gezogen worden. National wurden jedoch diese Festigkeitsklassen gewünscht. Die Norm hat somit keine internationale Basis.

3.2.2. 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 uws.), müssten die Muttern unannehmbar hoch sein, um diese Art des Versagens bei Überbeanspruchung in allen Fällen zu gewährleisten.

Eine Schraube mit Gewinde M 5 bis M 39, 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.

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	> M16	-
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	> M16 \leq M39
9	9.8	\leq M 16	\leq M 16	\leq M16
10	10.9	\leq M 39	\leq M 39	-
12	12.9	\leq M 39	\leq M 39	\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.

3.2.3. 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 3.2.2. Die zweite Ziffer gibt die Nennprüfungsspannung 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.

Bezeichnungssystem und Prüfspannungen
Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,5 D$, jedoch $< 0,8 D$)

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

Festigkeitsklasse	Chemische Zusammensetzung als Massenanteile in % (Stückanalyse)				
	C max	Mn min	P max	S max	
4¹⁾, 5¹⁾, 6¹⁾	-	0,50	-	0,060	0,150
8,9	04¹⁾	0,58	0,25	0,060	0,150
10²⁾	05²⁾	0,58	0,30	0,048	0,058
12²⁾	-	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 0,5 8 (Typ 1 über M 16), 10 und 12 müssen vergütet werden.

3.2.4. Mechanische Eigenschaften

Gewinde		Festigkeitsklasse														
		04				05				4						
über	bis	Prüfspannung S_p N/mm ²	Vickershärte HV		Mutter		Prüfspannung S_p N/mm ²	Vickershärte HV		Mutter		Prüfspannung SP N/mm ²	Vickershärte HV		Mutter	
			min	max	Zustand	Typ		min	max	Zustand	Typ		min	max	Zustand	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	510	117	302	nicht vergütet	1										

Mechanische Eigenschaften

Gewinde	Prüfspannung S _N /mm ²	Festigkeitsklasse																	
		5)				6				8				8					
		Vickers-härte HV		Mutter		Prüfspannung S _N /mm ²		Vickers-härte HV		Mutter		Prüfspannung S _N /mm ²		Vickers-härte HV		Mutter			
über	bis	min.	max.	Zu-stand	Typ	min.	max.	Zu-stand	Typ	min.	max.	Zu-stand	Typ	min.	max.	Zu-stand	Typ		
-	M 4	520				600				800	180								
M 4	M 7	580	130	302	nicht ver-gü- tet	670	150	302	nicht ver-gü- tet	855	200	302	nicht ver-gü- tet	1	-	-	-	-	
M 7	M 10	590				680				870									
M 10	M 16	610				700				880									
M 16	M 39	630	146			720	170			920	233	353	ver-gü- tet		890	180	302	nicht ver-gü- tet	2

Gewinde	Prüfspannung S _N /mm ²	Festigkeitsklasse																
		9				10				12				12				
		Vickers-härte HV		Mutter		Prüfspannung S _N /mm ²		Vickers-härte HV		Mutter		Prüfspannung S _N /mm ²		Vickers-härte HV		Mutter		
über	bis	min.	max.	Zu-stand	Typ	min.	max.	Zu-stand	Typ	min.	max.	Zu-stand	Typ	min.	max.	Zu-stand	Typ	
-	M 4	900	170			1040				1140				1150				
M 4	M 7	915	188	302	nicht ver-gü- tet	1040	272	353	ver-gü- tet	1140	295	353	ver-gü- tet	1150	272	353	ver-gü- tet	2
M 7	M 10	940				1040				1140				1150				
M 10	M 16	950				1050				1170				1190				
M 16	M 39	920				1060				-				-				

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.

Prüfkraft: Regelgewinde

Gewinde	Gewinde- steigung mm	Nenn- spannungs- querschnitt des Prüfdorns A _s mm ²	Festigkeitsklasse											
			04	05	4	5	6	8	9	10	12			
			Prüfkraft (A _s x S _p), N											
			-	-	Typ 1	Typ 1	Typ 1	Typ 1	Typ 2	Typ 2	Typ 1	Typ 1	Typ 2	
M 3	0,5	5,03	1910	2500	-	2600	3000	4000	-	4500	5200	5700	5800	
M 3,5	0,6	6,78	2580	3400	-	3550	4050	5400	-	6100	7050	7700	7800	
M 4	0,7	8,78	3340	4400	-	4550	5250	7000	-	7900	9150	10000	10100	
M 5	0,8	14,2	5400	7100	-	8250	9500	12140	-	13000	14800	16200	16300	
M 6	1	20,1	7640	10000	-	11700	13500	17200	-	18400	20900	22900	23100	
M 7	1	28,9	11000	14500	-	16800	19400	24700	-	26400	30100	32900	33200	
M 8	1,25	36,6	13900	18300	-	21600	24900	31800	-	34400	38100	41700	42500	
M 10	1,5	58,0	22000	29000	-	34200	39400	50500	-	54500	60300	66100	67300	
M 12	1,75	84,3	32000	42200	-	51400	59000	74200	-	80100	86500	98600	100300	
M 14	2	115	43700	57500	-	70200	80500	101200	-	109300	120800	134600	136900	
M 16	2	157	59700	78500	-	95800	109900	138200	-	149200	164900	183700	186800	
M 18	2,5	192	73000	96000	97900	121000	138200	176600	170900	176600	203500	-	-	
M 20	2,5	245	93100	122500	125000	154400	176400	225400	218100	225400	259700	-	294000	
M 22	2,5	303	115100	151500	154500	190900	218200	278800	269700	278800	321200	-	363600	
M 24	3	353	134100	176500	180000	222400	254200	324800	314200	324800	374200	-	423600	
M 27	3	459	174400	229500	234100	289200	330500	422300	408500	422300	486500	-	-	
M 30	3,5	561	213200	280500	286100	353400	403900	516100	499300	516100	594700	-	673200	
M 33	3,5	694	263700	347000	353900	437200	499700	638500	617700	638500	735600	-	832800	
M 36	4	817	310500	408500	416700	514700	588200	751600	727100	751600	866000	-	980400	
M 39	4	976	370900	488000	497800	614900	702700	897900	868600	897900	1035000	-	1171000	

Festigkeitsklassen für Muttern in Feingewinde DIN 267 T. 23

Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,80$ (934)

Festigkeitsklasse der Mutter (Kennzahl)	Zugehörige Schraube	
	Festigkeitsklasse	Größe
6	3.6 4.6 4.8	alle
	5.6 5.8 6.8	alle
8	8.8	alle
10	10.9	alle
12	12.9	alle

Muttern mit $0,5 D \leq$ Nennhöhe $< 0,80$ (439/436)

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

Werkstoffe

Muttern sollen aus Stahl mit einer chemischen Zusammensetzung entsprechend nachfolgender Tabelle hergestellt werden.

Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung

Festigkeitsklasse (Kennzahl)		Chemische Zusammensetzung in Massenanteile in (Stückanalyse)			
		C max	Mn min	P max	S max
6 ¹⁾	-	0,50	-	0,110	0,150
8	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. Beim Verwenden von Automatenstahl sind folgende maximale Schwefel-, Phosphor- und Bleianteile zulässig:
 Schwefel 0,34 %
 Phosphor 0,12 %
 Blei 0,35%

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

Muttern der Festigkeitsklassen 0,5, 8, 10 und 12 müssen vergütet sein.

3.2.5. Festigkeitsklassen für Muttern (Härteklassen DIN 267 T. 24)

Bezeichnung

Die Festigkeitsklassen für Muttern nach dieser Norm werden mit einer Zahlen-Buchstabenkombination entsprechend folgender Tabelle bezeichnet. die Zahl nennt 1/10 der Mindesthärte nach Vickers, der Buchstabe H steht für Härte.

Kennzeichen

Kennzeichen der Festigkeitsklasse	11 H	14 H	17 H	22 H
Vickershärte HV 5 min.	110	140	170	220

Werkstoffe

Spanlose Formung

Die chemischen Zusammensetzung zeigt folgende Tabelle. Dies gilt auch für spanende Fertigung, wenn es sich nicht um Automatenstahl handelt.

Spanende Formung aus Automatenstahl

Chemische Zusammensetzung

Festigkeitsklasse	Chemische Zusammensetzung in Massenanteile in % (Stückanalyse) ¹⁾			
	C max.	Mn min.	P max.	S max.
11 H	0,50	-	0,110	0,150
14H	0,50	-	0,110	0,150
17H	0,58	0,30	0,060	0,150
22H	0,58	0,30	0,048	0,058

1) Späne für die Stückanalyse sind gleichmäßig aus dem gesamten Querschnitt zu entnehmen.

Chemische Zusammensetzung

Festigkeitsklasse	Chemische Zusammensetzung in Massenanteile in % (Stückanalyse) ¹⁾			
	C max.	P max.	Pb max.	S max.
11 H, 14 H, 17 H	0,50	0,12	0,35	0,34

1) Späne für die Stückanalyse sind gleichmäßig aus dem gesamten Querschnitt zu entnehmen.

Für die Festigkeitsklasse 22H ist Thomasstahl nicht zulässig. Bei den Festigkeitsklassen 14H und 17H muß dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse „- 2“ hinzugefügt werden, wenn Thomasstahl ausgeschlossen sein soll. Muttern der Festigkeitsklasse 22H müssen vergütet sein, um die mechanischen Eigenschaften zu erreichen. Ferner müssen gegebenenfalls legierte Stähle verwendet werden.

Mechanische Eigenschaften

Die in folgender Tabelle aufgeführten mechanischen Eigenschaften gelten für Prüfung bei Raumtemperatur.

Mechanische Eigenschaften

Mechanische Eigenschaft	Festigkeitsklasse				
		11 H	14 H	17 H	22 H
Vickersharte	min.	110	140	170	220
HV 5	max.	185	215	245	300
Brinellharte	min.	105	133	162	209
HB 30	max.	176	204	233	285

Härtewerte umgewertet nach DIN 50 150.

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

3.2.6. 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