

Werkstoffe

Für den Anwender ist die Belastbarkeit der Verbindungsteile und damit ihre mechanischen Eigenschaften entscheidend. Diese Eigenschaften werden nicht nur durch den verwendeten Werkstoff bestimmt, sondern auch durch den Herstellungsprozess, bei dem sich die Materialeigenschaften verändern können.

Der Drahtabschnitt des Vormaterials hat andere Eigenschaften als die fertige Schraube, die kaltumgeformt und vergütet ist.

**Der Hersteller wählt den Werkstoff innerhalb der Normvorgaben aus, mit dem er bei dem fertigen Teil die geforderten Eigenschaften erreicht und liefert.
(Verantwortung des Herstellers bzw. Lieferanten)**

**Der Anwender wählt die Festigkeitsklasse aus, die für seinen Anwendungsfall die richtigen mechanischen Eigenschaften hat.
(Verantwortung des Konstrukteurs)**

Schrauben aus Stahl

Für Schrauben werden 10 Festigkeitsklassen unterschieden.

Festigkeitsklassen	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

Diese Festigkeitsklassen werden mit zwei Zahlen bezeichnet.

Die erste Zahl ist die Mindestzugfestigkeit in N/mm^2 :100.

Die zweite Zahl ist das Verhältnis der unteren Streckgrenze (oder 0,2 Dehngrenze) zur Zugfestigkeit :10.



Kennzeichnung der Festigkeitsklasse auf dem Schraubenkopf

Mechanische und physikalische Eigenschaften

Mechanische und physikalische Eigenschaften		Festigkeitsklassen										
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 <small>d ≤ 16 mm d > 16 mm</small>		10.9	12.9	
Nennzugfestigkeit R_m <small>Nenn</small>	N/mm ²	300	400		500		600	800	800	1000	1200	
Mindestzugfestigkeit R_m <small>min</small>	N/mm ²	330	400	420	500	520	600	800	830	1040	1220	
Vickershärte HV	min.	95	120	130	155	160	190	250	255	320	385	
$F \geq 98$ N	max.	220					250	320	335	380	435	
Brinellhärte HB	min.	90	114	124	147	152	181	238	242	304	366	
$F = 30 D^2$	max.	209					238	304	318	361	414	
Rockwellhärte HR	min.	HRB	52	67	71	79	82	89	-	-	-	-
		HRC	-	-	-	-	-	-	22	23	32	39
	max.	HRB	95,0				99,5	-	-	-	-	
		HRC	-				-	32	34	39	44	
Oberflächenhärte HV 0,3	max.	-										
untere Streckgrenze	Nennwert	180	240	320	300	400	480	-	-	-	-	
R_{eL} in N/mm ²	min.	190	240	340	300	420	480	-	-	-	-	
0,2 %-Dehnungsgrenze	Nennwert	-					640	640	900	1080		
$R_{p0.2}$ in N/mm ²	min.	-					640	660	940	1100		
Spannung unter	S_p/R_{eL} o. $S_p/R_{p0.2}$	0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,88	0,88	
Prüfkraft	S_p	180	225	310	280	380	440	580	600	830	970	
Bruchdrehmoment, M_B	N m min.	-					siehe ISO 898-7					
Bruchdehnung, A in %	min.	25	22	-	20	-	-	12	12	9	8	
Brucheinschnürung, Z	% min.	-					52	48	44			
Festigkeit unter Schräg- zugbelastung	Die Werte unter Schrägzugbelastung für ganze Schrauben (nicht Stiftschrauben) dürfen die angegebenen Mindestzugfestigkeiten nicht unterschreiten.											
Kerbschlagarbeit, KU	J min.	-			25	-		30	30	20	15	
Kopfschlagzähigkeit	kein Bruch											
Mindesthöhe der nicht entkohlten Gewindezone E		-					$\frac{1}{2} H_1$		$\frac{2}{3} H_1$	$\frac{3}{4} H_1$		
Maximale Tiefe der Auskohlung G	mm	-					0,015					
Härte nach Wiederanlassen		-					Härteabfall max. 20 HV					
Oberflächenzustand		in Übereinstimmung mit ISO 6157-1 oder ISO 6157-3, soweit zutreffend										

Auszug aus DIN EN ISO 898-1

Kennzeichnung für Schrauben aus Stahl

<p>Sechskantschrauben und Außensechsrund (Torx) alle Festigkeitsklassen ab Gewindedurchmesser M5 mit Hersteller (a) und Festigkeitsklasse (b)</p>												
<p>Zylinderschrauben mit Innensechskant und Innensechsrund für 8.8 und höher ab Gewinde- durchmesser M5 mit Hersteller und Festigkeitsklasse</p>												
<p>Stiftschrauben 5,6, 8,8 und höher ab Gewindedurchmesser M5 mit Hersteller und Festigkeitsklasse oder Kennzeichen</p>												
	<table border="1"> <tr> <td>Festigkeitsklasse</td> <td>5.6</td> <td>8.8</td> <td>9.8</td> <td>10.9</td> <td>12.9</td> </tr> <tr> <td>Kennzeichen</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>+</td> <td>□</td> <td>△</td> </tr> </table>	Festigkeitsklasse	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9	Kennzeichen	—	○	+	□
Festigkeitsklasse	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9							
Kennzeichen	—	○	+	□	△							
<p>Flachrundschrauben mit Vierkantansatz 8.8 und höher ab Gewindedurchmesser M5 mit Hersteller und Festigkeitsklasse</p>												
<p>Kleine Schrauben und andere Kopfformen Kennzeichnung nach dem Uhrzeigersystem 12-Uhr-Position durch einen Punkt oder das Herstellerzeichen (a). Die Festigkeitsklasse ist durch einen Strich (b) gekennzeichnet</p>												
<p>Schrauben mit Linksgewinde sind mit einem Pfeil auf dem Kopf oder am Gewindeende oder mit Einkerbungen am Sechskant markiert</p>												

aus DIN EN ISO 898-1

Werk-
stoffe

Muttern aus Stahl

Bei den Festigkeitsklassen für Muttern wird nur eine Kennzahl angegeben. Diese Zahl gibt ca.1/100 der Prüfspannung in N/mm² an. Das entspricht der Mindestzugfestigkeit der dazugehörigen Schraube.

Eine Schraube der Festigkeitsklasse 8.8 wird mit einer Mutter der Festigkeitsklasse 8 (oder höher) gepaart. Die Schraube kann in dieser Verbindung bis zur Streckgrenze belastet werden.

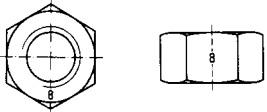
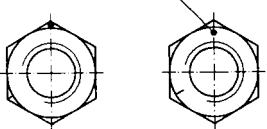
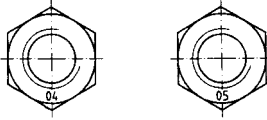
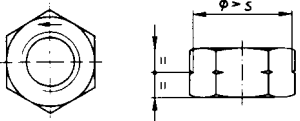
Das ist bei Muttern mit eingeschränkter Belastbarkeit (z. B. 05), für Muttern mit Härteangaben (z. B. 14 H) und für Muttern nach DIN 934 (I8I) nicht der Fall. (Hinweis: siehe nächste Seite)

Prüfkkräfte für Muttern ISO 4032 mit Regelgewinde

Gewinde	Gewindesteigung	Nennspannungsquerschnitt des Prüfdorns A _S	Festigkeitsklasse							
			4	5	6	8	10	12	Prüfkraft (A _S x S _p), N	
			Typ 1	Typ 1	Typ 1	Typ 1	Typ 2	Typ 1	Typ 1	Typ 2
M 3	0,5	5,03	-	2600	3000	4000	-	5200	5700	5800
M 3,5	0,6	6,78	-	3550	4050	5400	-	7050	7700	7800
M 4	0,7	8,78	-	4550	5250	7000	-	9150	10000	10100
M 5	0,8	14,2	-	8250	9500	12140	-	14800	16200	16300
M 6	1	20,1	-	11700	13500	17200	-	20900	22900	23100
M 7	1	28,9	-	16800	19400	24700	-	30100	32900	33200
M 8	1,25	36,6	-	21600	24900	31800	-	38100	41700	42500
M 10	1,5	58,0	-	34200	39400	50500	-	60300	66100	67300
M 12	1,75	84,3	-	51400	59000	74200	-	88500	98600	100300
M 14	2	115	-	70200	80500	101200	-	120800	134600	136900
M 16	2	157	-	95800	109900	138200	-	164900	183700	186800
M 18	2,5	192	97900	121000	138200	176600	170900	203500	-	230400
M 20	2,5	245	125000	154400	176400	225400	218100	259700	-	294000
M 22	2,5	303	154500	190900	218200	278800	269700	321200	-	363600
M 24	3	353	180000	222400	254200	324800	314200	374200	-	423600
M 27	3	459	234100	289200	330500	422300	408500	486500	-	550800
M 30	3,5	561	286100	353400	403900	516100	499100	594700	-	673200
M 33	3,5	694	353900	437200	499700	638500	617700	735600	-	832800
M 36	4	817	416700	514700	588200	751600	727100	888000	-	980400
M 39	4	976	497800	614900	702700	897900	868600	1035000	-	1171000

Auszug aus DIN EN 20898-2

Kennzeichnung für Muttern mit Festigkeitsklassen

<p>Sechskantmuttern aller Festigkeitsklassen ab Gewindedurchmesser M5 auf der Auflage- oder Schlüsselfläche</p>	
<p>Kennzeichnung nach dem Uhrzeigersystem. Die 12-Uhr-Position wird durch einen Punkt oder das Herstellerzeichen festgelegt, die Festigkeitsklasse durch einen Strich.</p>	
<p>Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,5 D$ jedoch $< 0,8 D$ werden mit einer zweistelligen Zahl gekennzeichnet. Die Belastbarkeit dieser Muttern ist eingeschränkt.</p>	
<p>Muttern mit Linksgewinde werden mit einem Pfeil auf der Auflagefläche vertieft gekennzeichnet oder mit Kerben.</p>	

aus DIN EN ISO 20898-2

Muttern mit eingeschränkter Belastbarkeit

Muttern nach **DIN 934** (mit Nennhöhen von ca. $0,8 d$) sind nicht mit Sicherheit bis zur Streckgrenze der dazugehörigen Schraube belastbar. Zur Unterscheidung wird die Kennzeichnung der Festigkeitsklasse durch zwei senkrechte Balken vor und hinter der Kennzahl ergänzt, z. B. I8I statt 8.

Muttern mit Nennhöhen $\geq 0,5 D$, jedoch $< 0,8 d$ werden mit den Festigkeitsklassen 04 und 05 gekennzeichnet. Für diese flachen Muttern sind in DIN EN 20898-2 Prüfkräfte und Abstreiffestigkeits festgelegt.

Werk-
stoffe

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

aus DIN EN ISO 20898-2

Diese Muttern werden mit den Zahlen der Festigkeitsklassen gekennzeichnet, also mit 04 oder 05.

Für **Muttern mit Härteklassen** sind keine Prüfkräfte festgelegt. Die Festigkeitsklassen werden nach der Mindesthärte benannt. Die Zahlen geben 1/10 der Mindesthärte nach Vickers HV 5 an.

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

aus DIN 267-24

Gewindestifte

Gewindestifte und ähnliche nicht auf Zug beanspruchte Gewindeteile aus Kohlenstoffstahl und aus legiertem Stahl sind nach DIN EN ISO 898 Teil 5 genormt. Die Festigkeitsklassen orientieren sich an den Härten nach Vickers.



Gewindestift mit Schlitz und Kegelkuppe



Gewindestift mit Innensechskant und Kegelkuppe

Festigkeitsklasse	14 H	22 H	33 H	45 H
Vickershärte HV min.	140	220	330	450

aus DIN EN ISO 898-5

Eine Kennzeichnung mit der Festigkeitsklasse ist für diese Teile nicht vorgeschrieben.

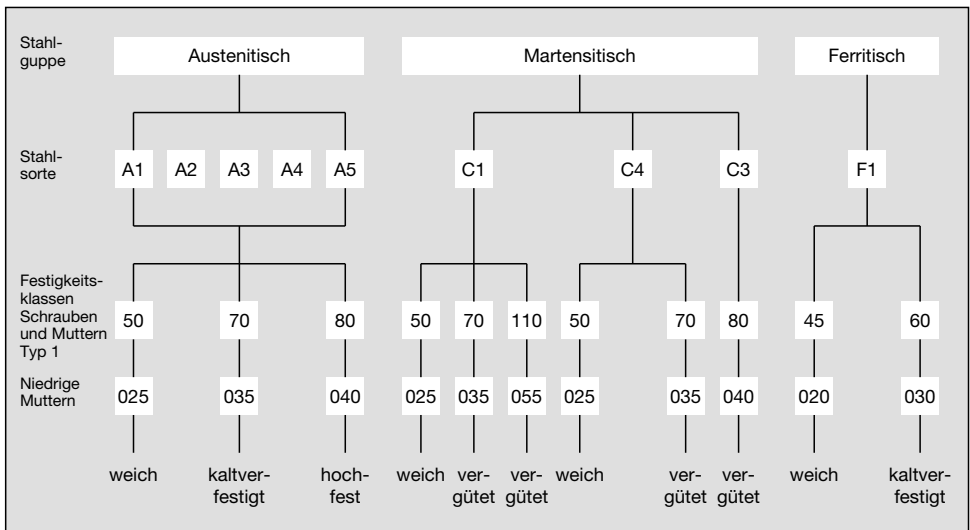
Schrauben und Muttern aus nichtrostenden Stählen

Neben den üblichen Festigkeitsklassen werden häufig Verbindungselemente aus nichtrostendem Stahl eingesetzt. Dieses Material hat eine hohe Funktionssicherheit und eine lange Lebensdauer.

Bei niedriglegierten Stählen bildet sich auf der Oberfläche Eisenoxyd (Rost). Bei legierten Stählen mit einem Chromanteil ab 12 % bildet sich Chromoxyd. Diese Verbindung schützt die Oberfläche vor Korrosion. Der Stahl ist rostbeständig.

Die rost- und säurebeständigen Verbindungselemente werden nach DIN EN ISO 3506 Teil 1 in Stahlgruppen, Stahlsorten und Festigkeitsklassen eingeteilt.

Bezeichnungssysteme für nichtrostende Schrauben



aus DIN EN ISO 3506-1

Ferritische Stähle F1 sind magnetisch. Martensitische Stähle C1, C3 und C4 sind härtbar, aber nur begrenzt korrosionsbeständig.

Austenitische Stähle mit den Bezeichnungen A2 und A4 werden am häufigsten eingesetzt.

A steht für **Austenitischen Chrom-Nickel-Stahl** mit einem Legierungsbestandteil von 15–20 % Chrom und 5 – 15 % Nickel.

- A1** Für spanabhebende Bearbeitung mit ca. 2 % Kupferanteil.
Hat eine geringere Korrosionsbeständigkeit.
- A2** Häufig eingesetzte Stahlsorte mit ca. 18 % Chrom und ca. 8 % Nickel.
Gute Rostbeständigkeit.
Nicht geeignet für salz- und chlorhaltiges Wasser.
- A3** Eigenschaften wie A2.
Stabilisiert mit Ti, Nb oder Ta, dadurch auch bei hohen Temperaturen keine Chromkarbidbildung.
- A4** Häufig eingesetzter Werkstoff.
Säurebeständig durch 2-3 % Molybdänanteil.
- A5** Eigenschaften wie A4, jedoch stabilisiert wie A3.

Schrauben aus diesen Stahlsorten werden in die Festigkeitsklassen 50, 70 und 80 eingeteilt. Diese Zahlen geben 1/10 der Mindestzugfestigkeit in N/mm² an.

Mechanische Eigenschaften von Schrauben aus austenitischen Stählen

Stahlgruppe	Stahlsorte	Festigkeits- klasse	Durchmesser- bereich	Zugfestigkeit R_m ¹⁾ N/mm ² min.	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0.2}$ ¹⁾ N/mm ² min.	Bruch- dehnung A ²⁾ mm min.
Austenitisch	A1, A2, A3, A4, A5	50	≤ M 39	500	210	0,6 <i>d</i>
		70	≤ M 24 ³⁾	700	450	0,4 <i>d</i>
		80	≤ M 24 ³⁾	800	600	0,3 <i>d</i>

¹⁾ Die Zugspannung ist bezogen auf den Spannungsquerschnitt berechnet

²⁾ Die Bruchdehnung ist an der jeweiligen Länge der Schraube und nicht an abgedrehten Proben zu bestimmen. *d* ist der Nenndurchmesser

³⁾ Für Verbindungselemente mit Gewinde-Nenndurchmessern *d* > 24 mm müssen die mechanischen Eigenschaften zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden. Sie müssen mit der Stahlsorte und Festigkeitsklasse nach dieser Tabelle gekennzeichnet werden.


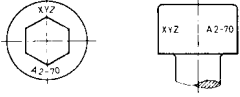
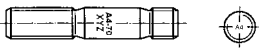
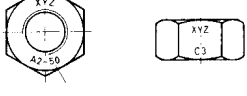

aus DIN EN ISO 3506 - 1-3

Austenitische Chrom-Nickel-Stähle sind nicht härtbar.

Die höheren Festigkeitsklassen 70 und 80 werden durch die Pressdrücke bei der Kaltumformung erreicht. Obwohl diese Stahlsorten nicht magnetisch sind, können die Teile durch die Kaltumformung schwach magnetisch werden.

Warmumgeformt oder spanabhebend gefertigt werden die Teile in der Festigkeitsklasse 50 geliefert.

Kennzeichnungen für Schrauben und Muttern aus rost- und säurebeständigen Stählen

<p>Sechskantschrauben ab Gewindedurchmesser M5 auf dem Kopf mit Hersteller, Stahlsorte und Festigkeitsklasse</p>	
<p>Innensechskantschrauben ab Gewindedurchmesser M5 auf oder am Kopf mit Hersteller, Stahlsorte und Festigkeitsklasse</p>	
<p>Stiftschrauben ab M6 auf dem gewindefreien Teil mit Hersteller, Stahlsorte und Festigkeitsklasse oder mit der Stahlsorte auf der Kuppe des Muttergewindes</p>	
<p>Sechskantmuttern ab Gewindedurchmesser M5 mit Hersteller, Stahlsorte und Festigkeitsklasse</p>	
<p>Sechskantmuttern alternativ bei spanabhebender Fertigung A2 mit einer Kerbe A4 mit zwei Kerben</p>	

aus DIN EN ISO 3506 - 1 + 2

Schrauben und Muttern aus warmfesten und kaltzähen Stählen

Für den Einsatz bei sehr hohen und sehr niedrigen Temperaturen werden für Schrauben und Muttern in DIN 267 Teil 13 geeignete Werkstoffe empfohlen.

Für diese Anwendungsfälle gibt es keine Festigkeitsklassen. Der Konstrukteur legt den Werkstoff fest, der für die Betriebsbedingungen geeignet ist und den technischen Vorschriften entspricht.

Warmfeste Werkstoffe über + 300° C

Kurzname	Werkstoff			Anhalt für die übliche obere Grenze der Anwendungstemperaturen im Dauerbetrieb
	Werkstoffnummer	nach	Kennzeichen	
C 35 N ¹⁾ oder C 35 V ¹⁾	1.0501	DIN 17240	Y	+ 350° C
Ck 35	1.1181		YK	+ 350° C ²⁾
35 B 2 ³⁾	1.5511	DIN 1654 Teil 4 VdTÜV WB 490	YB	+ 350° C ²⁾
24 CrMo 5	1.7258	DIN 17240	G	+ 400° C
21 CrMoV 5 7	1.7709		GA	+ 540° C
40 CrMoV 4 7	1.7711		GB	+ 500° C ⁴⁾
X 22 CrMoV 12 1	1.4923		V ³⁾ VH ⁴⁾	+ 580° C
X 19 CrMoVNbN 11 1	1.4913		VW	+ 580° C
X 8 CrNiMoBNb 16 16	1.4986		S	+ 650° C
X 5 NiCrTi 26 15	1.4980	VdTÜV WB 435/3	SD	+ 650° C
NiCr20TiAl	2.4952	DIN 17240	SB	+ 700° C

¹⁾ Nur für Muttern

²⁾ Für Muttern kann die übliche obere Grenze der Temperatur im Dauerbetrieb um 50° C höher sein

³⁾ Kennzeichen V für Werkstoff X 22 CrMoV 12 1 nach DIN 17240 mit der 0,2 % Dehngrenze $R_{p0,2} \geq 600 \text{ N/mm}^2$

⁴⁾ Kennzeichen VH für Werkstoff X 22 CrMoV 12 1 nach DIN 17240 mit der 0,2 % Dehngrenze $R_{p0,2} \geq 700 \text{ N/mm}^2$

⁵⁾ Eigenschaften bei hohen Temperaturen siehe VdTÜV Werkstoffblatt 490. In DIN 1654 Teil 4 sind für diesen Werkstoff z. Zt. nur mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur festgelegt

⁶⁾ Temperatur gegenüber DIN 17240 geändert, da die Zeitstandfestigkeit bei hohen Temperaturen in DIN 17240 zu hoch angesetzt ist

aus DIN 267-13

Festigkeitsklassen für Anwendungstemperaturen von – 10° bis + 300° C

Festigkeitsklasse		Kennzeichen	
Schrauben nach DIN EN 20898 Teil 1	Muttern nach DIN ISO 898 Teil 2	Schrauben nach DIN EN 20898 Teil 1	Muttern nach DIN ISO 898 Teil 2
5.6	5-2 ¹⁾	5.6	5-2 ¹⁾
8.8	8	8.8	8

¹⁾ Durch den Zusatz „-2“ zum Kennzeichen der Festigkeitsklasse werden Thomasstahl und Automatenstahl ausgeschlossen.

aus DIN 267-13

Werkstoffe für Anwendungstemperaturen von – 200° C bis unter – 10° C

Kurzname	Werkstoff- nummer	Werkstoff		Anhalt für die übliche untere Grenze der Anwendungs- temperaturen im Dauerbetrieb ¹⁾	
		nach	Kennzeichen		
26 CrMo 4	1.7219	DIN 17280	KA	- 60° C	
12 Ni 19	1.5680		KB	-120° C	
X 5 CrNi 18 10	1.4301	DIN 17 440 DIN ISO 3506 bzw. AD-W 10	A2 ²⁾	- 200° C	
X 5 CrNi 18 12	1.4303		A2 ²⁾	- 200° C	
X 6 CrNiTi 18 10	1.4541		A2 ²⁾	- 200° C	
X 5 CrNiMo 17 122	1.4401		A2 ²⁾	³⁾	- 200° C
				⁴⁾	- 200° C
X 6 CrNiMoTi 17 122	1.4571		A4 ²⁾	³⁾	- 60° C
			⁴⁾	- 200° C	

¹⁾ Siehe hierzu auch AD-Merkblatt W 10

²⁾ Den Kennzeichen A2 und A4 ist die Kennziffer für die gewünschte Festigkeitsklasse anzufügen, z. B. A2-70 (siehe DIN ISO 3506), sofern dies aus Platzgründen möglich ist. Wird ein bestimmter Werkstoff gewünscht, so ist an Stelle der Stahlgruppe nach DIN ISO 3506 der Kurzname des Werkstoffes oder die Werkstoffnummer anzugeben. Dies gilt auch für Teile mit Gewinde über M 39.

³⁾ Schrauben mit Kopf

⁴⁾ Schrauben ohne Kopf

aus DIN 267-13

Schrauben und Muttern aus Nichteisenmetallen

Bei Nichteisenmetallen (NE) ist der Eisengehalt nicht höher als 50 %. Hierbei werden Leichtmetalle und Schwermetalle unterschieden.

Schwermetalle Kupfer und Kupferlegierungen, wie Messing, Koproduct u. a.
Nickel und Nickellegierungen wie Monel

Leichtmetalle Aluminium und Aluminiumlegierungen
Titan und Titanlegierungen

Mechanische Eigenschaften für Schrauben aus Nichteisenmetallen

Werkstoff			Gewinde- Nenn Durchmesser <i>d</i>	Zug- festigkeit <i>R_m</i> min.	0,2 %- Dehngrenze <i>R_{p0.2}</i> min.	Bruch- dehnung <i>A</i> min.
Kenn- zeichen	Kurzzeichen	W-Nr.		N/mm ²	N/mm ²	%
CU1	Cu-ETP oder Cu-FRHC	2.0060	$d \leq M 39$	240	160	14
CU2	CuZn37 (alt Ms 63)	2.0321	$d \leq M 6$ $M 6 < d \leq M 39$	440 370	340 250	11 19
CU3	CUZn39Pb3 (alt Ms 58)	2.0401	$d \leq M 6$ $M 6 < d \leq M 39$	440 370	340 250	11 19
CU4	CuSn6	2.1020	$d \leq M 12$ $M 12 < d \leq M 39$	470 400	340 200	22 33
CU5	CuNi1Si	2.0853	$d \leq M 39$	590	540	12
CU6	CuZn40Mn1Pb	2.0580	$M 6 < d \leq M 39$	440	180	18
CU7	CuAl10 (Koproduct)	2.0966	$M 12 < d \leq M 39$	640	270	15
AL1	AlMg3	3.3535	$d \leq M 10$ $M 10 < d \leq M 20$	270 250	230 180	3 4
AL2	AlMg5	3.3555	$d \leq M 14$ $M 14 < d \leq M 36$	310 280	205 200	6 6
AL3	AlSi1MgMn	3.2315	$d \leq M 6$ $M 6 < d \leq M 39$	320 310	250 260	7 10
AL4	AlCu4MgSi	3.1325	$d \leq M 10$ $M 10 < d \leq M 39$	420 380	290 260	6 10
AL5	AlZnMgCu 0,5	3.4345	$d \leq M 39$	460	380	7
AL6	AlZn5,5MgCu	3.4365	$d \leq M 39$	510	440	7

aus DIN EN 28839

Mechanische Eigenschaften

Beim **Zugversuch** wird eine Schraube oder ein Probestab auf einer Prüfmaschine bis zum Bruch belastet. Unter der Belastung wird die Probe erst elastisch länger. Bei Entlastung geht das Teil in die ursprüngliche Länge zurück.

Bei einer größeren Belastung dehnt sich die Probe dauerhaft, das Teil wird plastisch verformt.

Wird die Belastung weiter erhöht bricht die Schraube oder der Probestab.



Zugversuch im akkreditierten Labor in Bielefeld

Beim Zugversuch werden folgende Werte ermittelt:

- Re** Die **Streckgrenze** ist der Übergang von der elastischen in die plastische Verformung.
ReL ist die untere Streckgrenze
ReH ist die obere Streckgrenze

Rp 0,2 Die 0,2 **Dehngrenze** wird für hochfeste Schrauben ab Festigkeitsklasse 8.8 an Stelle der Streckgrenze gemessen.

Es ist auch hier der Übergang von der elastischen in die bleibende (plastische) Verformung bei 0,2 % Längenveränderung.

Für die Berechnung der Schraubenbelastung ist dieser Wert entscheidend.

Rm Mit dem Erreichen der **Zugfestigkeit** hat die Probe die höchste Belastung aufgenommen.

Danach lässt der Widerstand nach, und die Probe reißt.

Bei Schrauben darf der Bruch nicht unter dem Kopf eintreten, sondern im Gewinde oder im Schaft.

A Die **Bruchdehnung** ist die bleibende Verlängerung in % bezogen auf die Ausgangslänge.

Die Bruchdehnung wird an abgedrehten Probestäben ermittelt.



Zugversuch mit einer Schraube

Härteprüfungen

Bei der Härteprüfung wird der Widerstand gemessen, den der Werkstoff einem eingedrückten Prüfkörper entgegensetzt.

- HB** Härteprüfung nach **Brinell** für weiche bis mittelharte Werkstoffe. Eine gehärtete Kugel wird in den Werkstoff eingedrückt. Der Eindruckdurchmesser wird gemessen.
- HV** Härteprüfung nach **Vickers** für weiche bis harte Werkstoffe. Der Eindruck erfolgt mit einer Diamant-Pyramide. Die Diagonalen des Eindrucks werden gemessen.
- HR** Härteprüfungen nach **Rockwell**. Gemessen wird die Differenz zwischen einer Vorkraft und der Prüfkraft. Die Messung kann direkt am Gerät abgelesen werden. HRC und HRA sind Prüfungen mit einem Diamantkegel für harte Werkstoffe. HRB und HRF sind Prüfungen mit einer gehärteten Stahlkugel für weiche Werkstoffe.



Härteprüfung im Labor in Bielefeld