

Mechanische Eigenschaften von Schrauben und Muttern

Mechanische Eigenschaften

ISO 898 Teil 1 legt die mechanischen Eigenschaften von Schrauben fest, und die ISO 898 Teil 2 legt die von ISO-Muttern fest. Weil die etwa 0,9 d hohen ISO-Muttern noch nicht in Gross-Serien hergestellt werden, wird in den deutschsprachigen Ländern zur Zeit noch DIN 267 Teil 4 für 0,8 d hohe DIN-Muttern angewendet.

Das Bezeichnungssystem für die Festigkeitsklassen von Schrauben ist nach ISO 898 Teil 1 so aufgebaut, dass die erste Zahl 1/100 der Nennzugfestigkeit R_m in N/mm^2 und die durch einen Punkt von der ersten Zahl getrennte zweite Zahl dem 10fachen des Verhältnisses der Nennstreckgrenze R_{eL} oder $R_{p0,2}$ Nennzugfestigkeit R_m entspricht.

Die Multiplikation beider Zahlen ergibt 1/10 der Nennstreckgrenze (R_{eL} oder $R_{p0,2}$) in N/mm^2 .

Das Bezeichnungssystem für die Festigkeitsklassen der Muttern ist so aufgebaut, dass die Kennzeichnungsziffer der Mutter ausweist, dass diese Mutter mit einer Schraube gepaart werden kann, deren erste Ziffer in der Festigkeitsklasse dieselbe ist und dass auch bei Überlastung kein Abstreifen des Gewindes eintritt.

Beispiel:

Schraube M 10 x 30 DIN 933-8.8

Mutter M 10 DIN 934-8

Schraube:

Zugfestigkeit R_m min. = $8 \times 100 = 800 N/mm^2$

Streckgrenze $R_{p0,2}$ min. = $8 \times 8 \times 10 = 640 N/mm^2$

Mechanische Spannung

Zugfestigkeit R_m (N/mm^2)

Die Zugfestigkeit einer Schraube ist die zum Bruch führende Höchstzugspannung. Der Bruch darf nicht im Übergang Kopf zum Schaft eintreten (ISO 898 Teil 1).

Für rost- und säurebeständige Schrauben A1 bis A4 siehe bitte ISO 3506.

Streckgrenze R_{eL} (N/mm^2)

Die im Zugversuch erreichte Streckgrenze beschreibt den Übergang vom elastischen in den plastischen Zustand.

Limite d'élasticité R_{eL} (N/mm^2)

La limite d'élasticité atteinte lors de l'essai de traction, décrit le passage discontinu de l'état élastique à l'état plastique.

Tabelle 1: Zugfestigkeit/Streckgrenze

Tableau 1: Résistance à la traction

Limite d'élasticité

Propriétés mécaniques des vis et écrous

Propriétés mécaniques

ISO 898 partie 1 détermine les propriétés mécaniques des vis. ISO 898 partie 2 détermine les propriétés mécaniques des écrous ISO. Parce que ces écrous ISO d'une épaisseur d'env. 0,9 d ne sont pas encore fabriqués en grandes séries, on utilise encore dans les pays de langue allemande DIN 267 partie 4 pour les écrous DIN d'une hauteur de 0,8 d.

Le système de désignation des classes de résistance des vis est conçu d'après la norme ISO 898 partie 1 de telle sorte que le premier nombre représente 1/100 de la résistance à la traction nominale (R_m in N/mm^2) et que le deuxième nombre, séparé du premier par un point, représente dix fois le rapport de la limite d'élasticité nominale R_{eL} ou $R_{p0,2}$ à la résistance à la traction nominale R_m .

En multipliant les deux nombres, on obtient 1/10 de la limite d'élasticité nominale (R_{eL} ou $R_{p0,2}$) en N/mm^2 .

Le système de désignation des classes de résistance d'écrous est conçu de telle sorte que le chiffre d'identification de l'écrou indique que celui-ci peut être utilisé avec une vis dont le premier chiffre caractérisant la classe de résistance est le même, et qu'en cas de surcharge, il n'y a pas de risque d'arrachage du filetage.

Exemple:

Vis M 10 x 30 DIN 933-8.8

Ecrous M 10 DIN 934-8

Vis:

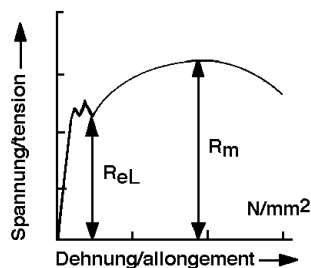
Résistance à la traction R_m min. = $8 \times 100 = 800 N/mm^2$

Limite d'élasticité $R_{p0,2}$ min. = $8 \times 8 \times 10 = 640 N/mm^2$

Contrainte mécanique

Résistance à la traction R_m (N/mm^2)

La résistance à la traction d'une vis est la force de traction maximale menant à la rupture. La rupture ne doit pas se produire au niveau de la jonction tête/tige (ISO 898 partie 1). Pour les vis en acier inoxydable et résistant aux acides A1 à A4 voir s.v.p. ISO 3506.



Mechanische Spannung

Dehngrenze $R_{p0,2}$ (N/mm²)

Die im Zugversuch erreichte Dehngrenze ($R_{p0,2}$) des Materials beschreibt den Übergang von elastischen in den plastischen Zustand bei 0,2 % Längenänderung.

Limite conventionnelle d'élasticité ($R_{p0,2}$ (N/mm²))

La limite conventionnelle d'élasticité ($R_{p0,2}$) atteinte lors de l'essai de traction, décrit le passage continu de l'état élastique à la zone plastique accompagné d'un allongement rémanent de 0,2 %.

Tabelle 2: Dehngrenze

Tableau 2: Limite conventionnelle d'élasticité

Härte

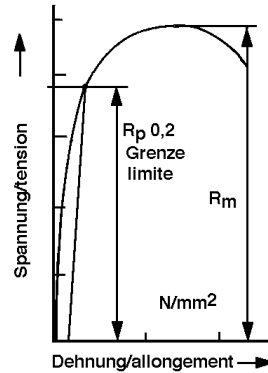
Härte ist der Widerstand, den der Werkstoff dem Eindringen eines Prüfkörpers unter Last entgegensetzt (ISO 898 Teil 1).

Vickershärte HV (ISO 6507): Pyramideneindruck

Brinellhärte HB (ISO 6506): Kugeldruck

Rockwellhärte HRC (ISO 6508): Kegeleindruck

Contrainte mécanique



Dureté

La dureté est la résistance que présente le matériau à la pénétration d'un corps d'essai sous une charge (ISO 898 partie 1).

Dureté Vickers HV (ISO 6507): empreinte d'une pointe pyramidale

Dureté Brinell HB (ISO 6506): empreinte d'une sphère

Dureté Rockwell HRC (ISO 6508): empreinte d'une pointe conique

Tabelle 3:
Mechanische Eigenschaften von
Schrauben nach ISO 898 Teil 1

Tableau 3:
Propriétés mécaniques des vis selon
ISO 898 partie 1

Abschnitt	Eigenschaft	Festigkeitsklasse												
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 ¹⁾		9.8 ³⁾	10.9	12.9		
							$d \leq 16 \text{ mm}^2$	$d > 16 \text{ mm}^2$						
5.1 und 5.2	Zugfestigkeit R_m in N/mm^2 ^{2), 5)}	Nennwert	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200	
		min.	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220	
5.3	Vickershärte HV $F \geq 98 \text{ N}$	min.	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
		max.			250				320	335	360	380	435	
5.4	Brinellhärte HB $F = 30 \text{ D}^2$	min.	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366	
		max.			238				304	318	342	361	414	
5.5	Rockwellhärte HR	min.	HRB	52	67	71	79	82	89	–	–	–	–	
			HRC	–	–	–	–	–	–	22	23	28	32	39
		max.	HRB	99,5						–	–	–	–	–
			HRC	–						32	34	37	39	44
5.6	Oberflächenhärte HV 0,3	max.	–						6)					
5.7	untere Streckgrenze ⁷⁾ R_{eL} in N/mm^2	Nennwert	180	240	320	300	400	480	–	–	–	–	–	
		min.	190	240	340	300	420	480	–	–	–	–	–	
5.8	0,2%-Dehngrenze $R_{p0.2}$ in N/mm^2	Nennwert	–					640	640	720	900	1080		
		min.	–					640	660	720	940	1100		
5.9	Spannung unter Prüfkraft S_p	S_p/R_{eL} oder $S_p/R_{p0.2}$	0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
		N/mm^2	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970	
5.10	Bruchdehnung A in %	min.	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8	
5.11	Festigkeit unter Schrägzugbelastung ⁵⁾	Die Werte unter Schrägzugbelastung für ganze Schrauben (nicht Stiftschrauben) dürfen die in Abschnitt 5.2 angegebenen Mindestzugfestigkeiten nicht unterschreiten.												
5.12	Kerbschlagarbeit KU in J	J min.	–			25	–		30	30	25	20	15	
5.13	Kopfschlagzähigkeit	kein Bruch												
5.14	Mindesthöhe der nicht entkohlten Gewindezone E	–					$\frac{1}{2} H$		$\frac{2}{3} H$	$\frac{1}{3} H$				
	Maximale Tiefe der Auskohlung G mm	–					0,015							

1) Bei Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 mit Gewindedurchmesser $d \geq 16 \text{ mm}$ besteht ein erhöhtes Abstreifrisiko für Muttern, wenn die Schraubenverbindung über die Prüfkraft der Schraube hinaus angezogen wird. Norm ISO 898-2 wird zur Beachtung empfohlen.

2) Für Stahlbauschrauben liegt die Grenze bei 12 mm.

3) Die Festigkeitsklasse 9.8 gilt nur für Gewinde-Nenn Durchmesser $d \leq 16 \text{ mm}$

4) Die Mindestzugfestigkeiten gelten für Schrauben mit Nennlängen $l \geq 2,5 d$. Die Mindest-Härten gelten für Schrauben mit Nennlängen $l < 2,5 d$ und für solche Produkte, die nicht im Zugversuch geprüft werden können (z. B. wegen der Kopfform).

5) Für die Prüfung an ganzen Schrauben müssen die in den Tabellen 6 bis 9 angegebenen Kräfte verwendet werden.

6) Die Oberflächenhärte darf am jeweiligen Produkt 30 Vickerspunkte der gemessenen Kernhärte nicht überschreiten, wenn beide Härtewerte mit HV 0,3 ermittelt werden. Für die Festigkeitsklasse 10.9 darf eine Oberflächenhärte von 390 HV nicht überschritten werden.

7) Falls die untere Streckgrenze R_{eL} nicht bestimmt werden kann, gilt die 0,2%-Dehngrenze $R_{p0.2}$.

Tabelle 4:
Mindestbruchkräfte – metrisches ISO-
Regelgewinde nach ISO 898 Teil 1

Tableau 4:
Forces de rupture minimales – filetage
standard ISO selon ISO 898 partie 1

Gewinde ¹⁾	Nenn-Spannungsquerschnitt A_s , Nenn mm ²	Festigkeitsklasse									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Mindestbruchkraft ($A_s \cdot R_m$) in N									
M 3	5,03	1660	2010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M 3,5	6,78	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M 4	8,78	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M 5	14,2	4 690	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M 6	20,1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M 7	28,9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M 8	36,6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M 10	58,0	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M 12	84,3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 ²⁾	75 900	87 700	103 000
M 14	115	38 000	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 ²⁾	104 000	120 000	140 000
M 16	157	51 800	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 ²⁾	141 000	163 000	192 000
M 18	192	63 400	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	—	200 000	234 000
M 20	245	80 800	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	—	255 000	299 000
M 22	303	100 000	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	—	315 000	370 000
M 24	353	116 000	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	—	367 000	431 000
M 27	459	152 000	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	—	477 000	560 000
M 30	561	185 000	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	—	583 000	684 000
M 33	694	229 000	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	—	722 000	847 000
M 36	817	270 000	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	—	850 000	997 000
M 39	976	322 000	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	—	1 020 000	1 200 000

¹⁾ Wenn in der Gewindebezeichnung keine Gewindesteigung angegeben ist, so gilt Regelgewinde (siehe ISO 261 und ISO 262).

²⁾ Für Stahlbauschrauben gilt 70 000, 95 500 bzw. 130 000 N.

Tabelle 5:
Mindestbruchkräfte – metrisches ISO-
Feingewinde nach ISO 898 Teil 1

Tableau 5:
Forces de rupture minimales – filetage
fin ISO selon ISO 898 partie 1

Gewinde	Nenn-Spannungsquerschnitt A_s , Nenn mm ²	Festigkeitsklasse									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Mindestbruchkraft ($A_s \cdot R_m$) in N									
M 8 × 1	39,2	12 900	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M 10 × 1	64,5	21 300	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M 12 × 1,5	88,1	29 100	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 500
M 14 × 1,5	125	41 200	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M 16 × 1,5	167	55 100	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M 18 × 1,5	216	71 300	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	—	225 000	264 000
M 20 × 1,5	272	89 800	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	—	283 000	332 000
M 22 × 1,5	333	110 000	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	—	346 000	406 000
M 24 × 2	384	127 000	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	—	399 000	469 000
M 27 × 2	496	164 000	194 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	—	516 000	605 000
M 30 × 2	621	205 000	248 000	261 000	310 000	310 000	373 000	515 000	—	646 000	758 000
M 33 × 2	761	251 000	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	632 000	—	791 000	928 000
M 36 × 3	865	285 000	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	—	900 000	1 055 000
M 39 × 3	1030	340 000	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	—	1 070 000	1 260 000

**Tabelle 6:
Werkstoffe und chemische Zusammen-
setzung nach ISO 898 Teil 1**

**Tableau 6:
Matières et analyse chimique selon
ISO 898 partie 1**

Festigkeits- klasse	Werkstoff und Wärmebehandlung	Chemische Zusammensetzung (Stückanalyse) %				Anlass- Temperatur °C min.
		C		P	S	
		min.	max.	max.	max.	
3.6 ¹⁾	Kohlenstoffstahl	—	0,2	0,05	0,06	—
4.6 ¹⁾		—	0,55	0,05	0,06	
5.6		—	0,55	0,05	0,06	
4.8 ¹⁾		0,15	0,55	0,05	0,06	
5.8 ¹⁾		—	0,55	0,05	0,06	
6.8 ¹⁾		—	0,55	0,05	0,06	
8.8 ²⁾	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z.B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen oder Kohlenstoffstahl, abgeschreckt und angelassen	0,15 ³⁾	0,4	0,035	0,035	425
		0,25	0,55	0,035	0,035	
9.8 ²⁾	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z.B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen oder Kohlenstoffstahl, abgeschreckt und angelassen	0,15 ³⁾	0,35	0,035	0,035	425
		0,25	0,55	0,035	0,035	
10.9 ²⁾	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z.B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen	0,15 ³⁾	0,35	0,035	0,035	340
10.9 ²⁾	Kohlenstoffstahl, abgeschreckt und angelassen oder Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z.B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen oder legierter Stahl, abgeschreckt und angelassen ⁷⁾	0,25	0,55	0,035	0,035	425
		0,2	0,55	0,035	0,035	
12.9 ²⁾ , ⁴⁾	Legierter Stahl, abgeschreckt und angelassen ⁷⁾	0,2	0,5	0,035	0,035	380

1) Für diese Festigkeitsklassen ist Automatenstahl mit folgenden maximalen Phosphor-, Schwefel- und Bleianteilen zulässig:
Schwefel 0,34 %, Phosphor 0,11 %, Blei 0,35 %

2) Für Nenndurchmesser über 20 mm kann es notwendig sein, einen für die Festigkeitsklassen 10.9 vorgesehenen Werkstoff zu verwenden, um eine ausreichende Härtebarkeit sicherzustellen.

3) Bei Kohlenstoffstählen mit Bor als Zusatz und einem Kohlenstoffgehalt unter 0,25% (Schmelzanalyse) muss ein Mangengehalt von mindestens 0,6% für Festigkeitsklasse 8.8 und 0,7% für Festigkeitsklasse 9.8 und 10.9 vorhanden sein.

4) Für Produkte aus diesen Stählen muss das Kennzeichen der Festigkeitsklasse unterstrichen sein (siehe Abschnitt 9).

5) Der Werkstoff für diese Festigkeitsklassen muss ausreichend härter sein um sicherzustellen, dass im Gefüge des Kernes im Gewindeteil ein Martensitanteil von ungefähr 90% in gehärtetem Zustand vor dem Anlassen vorhanden ist.

6) Für die Festigkeitsklasse 12.9 ist eine metallographisch feststellbare, mit Phosphor angereicherte weisse Schicht an Oberflächen, die auf Zug beansprucht werden, nicht zulässig.

7) Legierter Stahl muss mindestens einen der Legierungsbestandteile Chrom, Nickel, Molybdän oder Vanadium enthalten.

**Tabelle 7:
Mechanische Eigenschaften von
Muttern nach ISO 898 Teil 2**

**Tableau 7:
Propriétés mécaniques des écrous
selon ISO 898 partie 2**

Gewinde- Nenn- durch- messer	Festigkeitsklasse		Classe de résistance							
	04		05		4		5		6	
Diamètre nominal du file- tage bis/à M	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.
4	380	302	500	353	—	—	520	302	600	302
7	380	302	500	353	—	—	580	302	670	302
10	380	302	500	353	—	—	590	302	680	302
16	380	302	500	353	—	—	610	302	700	302
39	380	302	500	353	510	302	630	302	720	302

Gewinde- Nenn- durch- messer	Festigkeitsklasse		Classe de résistance					
	8		9		10		12	
Diamètre nominal du file- tage bis/à M	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.	Prüf- spannung Contrainte d'essai S _p N/mm ²	Vickers- härte Dureté Vickers HV max.
4	800	302	900	302	1040	353	1150	353
7	855	302	915	302	1040	353	1150	353
10	870	302	940	302	1040	353	1160	353
16	880	302	950	302	1050	353	1190	353
39	920	353	920	302	1060	353	1200	353

**Tabelle 8:
Kennzeichnung von Schrauben
nach ISO 898 Teil 1**

**Tableau 8:
Identification des vis selon
ISO 898 partie 1**

Festigkeitsklasse Classe de résistance	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Kennzeichen Symbole ¹⁾	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9 ²⁾	12.9

- 1) Der Punkt zwischen den beiden Zahlen des Kennzeichens kann entfallen.
- 2) Bei Verwendung von Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt bei Festigkeitsklasse 10.9 muss das Kennzeichen unterstrichen sein: **10.9**

- 1) Le point entre les deux points du symbole peut être omis.
- 2) En cas d'utilisation d'acier à faible teneur en carbone pour la classe de résistance 10.9, le symbole doit être souligné: **10.9**

Kennzeichnung von Schrauben nach ISO 898 Teil 1

Stiftschrauben: ab Qual. 8.8 Kennzeichen auf Kuppe des Mutterendes eingeschlagen.

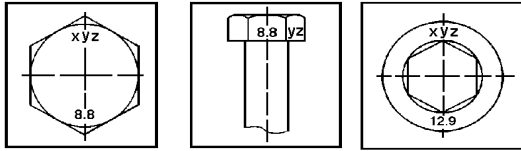
Kennzeichen: ○ = 8.8, □ = 10.9, △ = 12.9

Identification des vis selon ISO 898 partie 1

Goujons: dès la qual. 8.8, le symbole est frappé sur la calotte de l'extrémité de l'écrou.

Symbole: ○ = 8.8, □ = 10.9, △ = 12.9

Beispiele für die Kennzeichnung von Schrauben



Exemples d'identification des vis

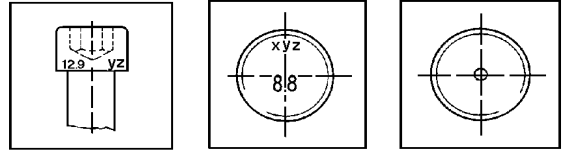


Tabelle 9:
Kennzeichnung von Muttern nach ISO 898 Teil 2

Tableau 9:
Identification des écrous selon ISO 898 partie 2

Festigkeitsklasse Classe de résistance	04	05	4	5	6
entweder Kennzeichen der Festigkeitsklasse oder Symbole im Uhrzeigersinn	04	05	4	5	6
soit le symbole de la classe de résistance ou le symbole selon système horaire					
Festigkeitsklasse Classe de résistance	8	9	10	12	
entweder Kennzeichen der Festigkeitsklasse oder Symbole im Uhrzeigersinn	8	9	10	12	
soit le symbole de la classe de résistance ou le symbole selon système horaire					

**Tabelle 10:
Kennzeichnung von Muttern nach
DIN 267 Teil 4**

Festigkeitsklasse	Kennzahl Chiffre d'identification	4	5	6	8	10	12
Classe de résistance	Kennzeichen Signe d'identification	4	5	6	8	10	12

Sechskantmuttern $d \geq 5$ mm Gewinde-Nenn Durchmesser müssen mit den Kennzeichen der Festigkeitsklasse auf der Auflagefläche oder einer Schlüssel­fläche gekennzeichnet sein. Erhöhte Kennzeichen dürfen nicht über die Auflagefläche der Mutter hinausragen.

Bei Muttern aus Automatenstahl (bis Festigkeitsklasse 6) ist als Kennzeichen zusätzlich eine Rille auf einer Fase der Mutter anzubringen.

**Tableau 10:
Identification des écrous selon
DIN 267 partie 4**

Les écrous ayant un diamètre nominal de filetage $d \geq 5$ mm doivent être marqués du symbole de la classe de résistance sur la face frontale ou sur une face latérale. Les symboles en relief ne doivent pas dépasser de la face d'appui de l'écrou.

Pour les écrous en acier de décolletage (jusqu'à la classe de résistance 6), on ajoutera en plus en tant que symbole une rainure sur un chanfrein de l'écrou.

**Tabelle 11:
Paarung von Schrauben und Muttern
nach ISO 898 Teil 2**

Festigkeitsklasse der Mutter	Zugehörige Schraube Vis correspondante	Mutter Ecrou	Mutter Ecrou
Classe de résistance de l'écrou	Festigkeitsklassen Classe de résistance	Typ 1 Type 1	Typ 2 Type 2
4	3.6 4.6 4.8	> M 16	—
5	3.6 4.6 4.8 5.6 5.8	≤ M 39	—
6	6.8	≤ M 39	—
8	8.8	≤ M 39	> M 16 ≤ M 39
9	8.8	—	≤ M 16
10	10.9	≤ M 39	—
12	12.9	≤ M 16	≤ M 39

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.

**Tableau 11:
Appareillement des vis et écrous
selon ISO 898 partie 2**

On peut utiliser en général des écrous de classe de résistance supérieure au lieu d'écrous de classe de résistance inférieure. C'est conseillé pour un assemblage vis-écrou présentant des charges au-dessus de la limite élastique ou de la tension d'essai.

Schrauben und Muttern aus rost- und säurebeständigen Stählen nach ISO 3506

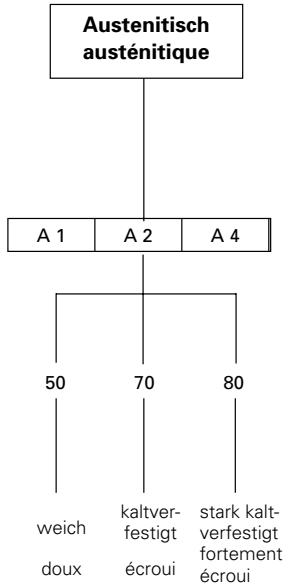
Mechanische Eigenschaften

Werkstoffgruppen
Groupes de composition

Stahlgruppen
Groupes d'acier

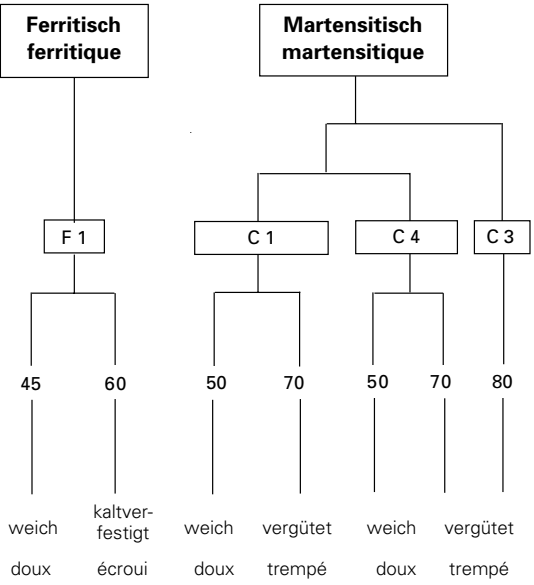
Festigkeitsklassen
Classe de résistance

Schrauben,
Muttern Typ 1
Vis, écrous type 1



Vis et écrous en acier inoxydable et résistant aux acides selon ISO 3506

Désignation des groupes d'acier selon ISO



Bedeutung der Kurzzeichen

A 4 – 80 als Beispiel

Kurzzeichen der Werkstoffgruppe

A = austenitischer Chrom-Nickel-Stahl

Kurzzeichen der Stahlgruppe

- 1 = Schwefelhaltiger Automatenstahl
- 2 = Stahl legiert mit Chrom und Nickel
- 3 = Stahl legiert mit Chrom und Nickel, stabilisiert mit Ti, Nb, Ta

4 = Stahl legiert mit Chrom, Nickel und Molybdän

Kurzzeichen der Festigkeitsklasse

50 = 1/10 der Zugfestigkeit (mind. 500 N/mm²)

70 = 1/10 der Zugfestigkeit (mind. 700 N/mm²)

80 = 1/10 der Zugfestigkeit (mind. 800 N/mm²)

Signification des abréviations

A 4 – 80 par exemple

Signification du groupe de matière

A = acier austénitique au chrome-nickel

Signification du groupe des aciers

1 = acier de décolletage allié au soufre

2 = acier allié au chrome-nickel

3 = acier allié au chrome-nickel, stabilisé avec Ti, Nb, Ta

4 = acier allié au chrome-nickel et molybdène

Symbole de la classe de résistance

50 = 1/10 à la traction (min. 500 N/mm²)

70 = 1/10 à la traction (min. 700 N/mm²)

80 = 1/10 à la traction (min. 800 N/mm²)

Tabelle 12:
Chemische Analyse für austenitische
Stähle ISO 3506

Stahlgruppe Groupe d'acier	Chemische Zusammensetzung in %				Analyse chimique en %			
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
A 1	0,12	1,0	2,0	0,20	0,15 - 0,35	17 - 19	0,6	8 - 10
A 2	0,08	1,0	2,0	0,05	0,03	17 - 20		8 - 13
A 4	0,08	1,0	2,0	0,05	0,03	16 - 18,5	2 - 3	10 - 14

Tableau 12:
Analyse chimique des aciers
austénitiques ISO 3506

Tabelle 13:
Chemische Zusammensetzung von
nichtrostenden Stählen (Auszug
aus ISO 683 Teil 13)

Tableau 13:
Analyse chimique des aciers
inoxydables (extrait de
l'ISO 683 partie 13)

Stahlart	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Andere Elemente %	Stahlgruppe
Ferritische Stähle										
8	0,10	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	≤ 0,50		F 1
8b	0,10	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	≤ 0,50	5 × % C ≤ Ti ≤ 0,80	F 1
9c	0,10	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	0,90 bis 1,30	—		F 1
Martensitische Stähle										
3	0,09 bis 0,15	1,0	1,0	0,040	0,030	11,5 bis 14,0	—	≤ 1,0		C 1
7	0,08 bis 0,15	1,0	1,5	0,060	0,15 bis 0,35	12,0 bis 14,0	0,60 max.	≤ 1,0		C 4
4	0,16 bis 0,25	1,0	1,0	0,040	0,030	12,0 bis 14,0	—	≤ 1,0		C 1
9	0,10 bis 0,20	1,0	1,0	0,040	0,030	15,0 bis 18,0	—	1,5 bis 3,0		C 3
9b	0,17 bis 0,25	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	1,5 bis 2,5		C 3
5	0,26 bis 0,35	1,0	1,0	0,040	0,030	12,0 bis 14,0	—	≤ 1,0		C 1
6	0,36 bis 0,45	1,0	1,0	0,040	0,030	12,5 bis 14,5	—	≤ 1,0		C 1
6a	0,42 bis 0,50	1,0	1,0	0,040	0,030	12,5 bis 14,5	—	≤ 1,0		C 1
Austenitische Stähle										
10	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0		A 2
11	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	8,0 bis 11,0		A 2
17	0,12	1,0	2,0	0,045	0,15 bis 0,35	17,0 bis 19,0	0,60 max.	8,0 bis 10,0		A 1
13	0,10	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	11,0 bis 13,0		A 2
15	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	5 × % C ≤ Ti ≤ 0,80	A 2
16	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	10 × % C ≤ Nb ≤ 1,0	A 2
19	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	11,0 bis 14,0		A 4
20	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0		A 4
21	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	5 × % C ≤ Ti ≤ 0,80	A 4
23	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	10 × % C ≤ Nb ≤ 1,0	A 4
19a	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,5 bis 14,5		A 4
20a	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5		A 4
21a	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5	5 × % C ≤ Ti ≤ 0,80	A 4
23a	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5	10 × % C ≤ Nb ≤ 1,0	A 4
1) Der Anhang A enthält nur eine vorläufige Liste von nichtrostenden Stählen und ist abhängig von der vorgesehenen Neufassung von ISO 683-13. Die Werte in der Tabelle sind Höchstwerte, soweit nichts anderes angegeben ist.										

Tabelle 14:
Mechanische Eigenschaften von
Verbindungselementen der austenitischen
Stahlgruppen nach ISO 3506

Tableau 14:
Propriétés mécaniques des éléments
d'assemblage en aciers austénitiques
selon ISO 3506

Werkstoff- gruppe	Stahl- gruppe	Festigkeits- klasse	Durchmesser- bereich	Schrauben			Muttern
				Zug- festigkeit R_m ¹⁾ N/mm ² min.	0,2%- Dehngrenze $R_{p0,2}$ ¹⁾ N/mm ² min.	Verlängerung nach dem Bruch A_L ²⁾ min.	Prüf- spannung S_p N/mm ²
Austenitisch	A 1, A 2 und A 4	50	≤ M39	500	210	0,6 <i>d</i>	500
		70	≤ M24	700	450	0,4 <i>d</i>	700
		80	≤ M24	800	600	0,3 <i>d</i>	800

1) Alle Werte sind berechnet und bezogen auf den Spannungsquerschnitt des Gewindes (siehe Anhang C).
2) Die Verlängerung nach dem Bruch wird bestimmt in Übereinstimmung mit den Prüfverfahren nach Abschnitt 6.4 an der jeweiligen Länge der Schraube und nicht an abgedrehten Proben mit einer Meßlänge von 5 *d* (siehe Anhang D).
3) Für Durchmesser über M24 müssen die Festigkeitswerte zwischen Besteller und Hersteller besonders vereinbart werden, weil andere Werte für die 0,2 %-Dehngrenze möglich sind.

Nichtrostende Stähle sind beständig gegen chemisch angreifende Stoffe. Sie haben im allgemeinen mehr als 12% Chrom und weniger als 0,12% Kohlenstoff.

Austenitische Chrom-Nickel-Stähle sind nichtrostende Stähle. Sie haben bei Raumtemperatur ein austenitisches Gefüge. Sie sind besonders zäh. Das bedeutet: hohe Dehnung und niedrige Streckgrenze. Nur eine Kaltumformung steigert ihre Festigkeit.

Dank der Kombination guter Korrosionsbeständigkeit und hoher Zugfestigkeit werden mit den Stahlgruppen A2 – A4 weit über 90% des Bedarfs an rostbeständigen Verbindungselementen abgedeckt.

Les aciers inoxydables sont résistants aux substances chimiques agressives. Ils ont généralement plus que 12% de chrome et moins que 0,12% de carbone.

Les aciers austénitiques au chrome-nickel sont des aciers inoxydables. Ils ont une structure austénitique à température ambiante. Ils sont particulièrement tenaces ce qui signifie: grand allongement et limite d'élasticité basse. Seule une déformation à froid peut augmenter la résistance à la traction.

Grâce à la combinaison d'une bonne résistance à la corrosion et d'une résistance à la traction élevée, les groupes d'aciers A2 – A4 couvrent bien plus que 90% des besoins en éléments de fixation inoxydables.

Tabelle 15:
Mindestbruchdrehmomente für Schrauben
bis M 16 nach ISO 3506

Tableau 15:
Couples de rupture minimaux pour vis
jusqu'à M 16 selon ISO 3506

Gewinde (Regelgewinde)	Mindestbruchdrehmomente (nur für austenitische Stahlgruppen)		
	Festigkeitsklasse 50 N m	Festigkeitsklasse 70 N m	Festigkeitsklasse 80 N m
M 1,6	0,15	0,2	0,24
M 2	0,3	0,4	0,48
M 2,5	0,6	0,9	0,96
M 3	1,1	1,6	1,8
M 4	2,7	3,8	4,3
M 5	5,5	7,8	8,8
M 6	9,3	13	15
M 8	23	32	37
M 10	46	65	74
M 12	80	110	130
M 16	210	290	330

Diese Werte gelten für Verbindungselemente und Längen bis $8 \times$ Gewinde- Nenndurchmesser ($8 \times d$) für A 1-, A 2- und A 4- 70 und 80 sowie F 1- 60. Diese Längenbegrenzung gilt nicht für Verbindungselemente der weichen und der durch Härten und Anlassen erzielten Festigkeitsklassen, z. B. A 1-, A 2-, A 4- 50, F 1- 45, C 1-, C 3-, C 4 - 50, 70 und 80. Für kalt umgeformte Verbindungselemente größerer Längen sind die Festigkeitswerte zwischen Besteller und Hersteller zu vereinbaren. Sie sind abhängig von der Stahlsorte und dem Herstellverfahren.

Mindestbruchdrehmomente für andere Stahlgruppen und Festigkeitsklassen sind zwischen Besteller und Hersteller zu vereinbaren.

Eine Kraft-Verlängerungskurve ist nach Bild 4 aufzuzeichnen.

Die Klemmlänge, aus der $R_{p0,2}$ zu berechnen ist, ist die Entfernung L_3 zwischen der Auflagefläche des Kopfes und der Einspannvorrichtung — siehe Bild 3 — (siehe auch Fußnote 2 unter Tabelle 3 und Tabelle 4).

Der 0,2% entsprechende Betrag von L_3 ist dann auf die horizontale (Verlängerungs-)Achse im Kraft-Verlängerungsdiagramm als OP und derselbe Wert horizontal vom oberen geradlinigen Abschnitt der Kraft-Verlängerungskurve als QR einzutragen.

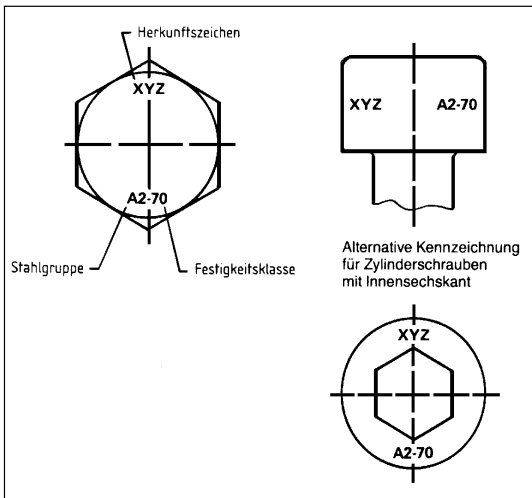
Kennzeichnung von Schrauben und Muttern nach ISO 3506

Sechskant- und Innensechskant-Schrauben ab M5 müssen gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muss die Stahlgruppe, die Festigkeitsklasse sowie das Herkunftszeichen enthalten.

Muttern ab M5 sind mit der Stahlgruppe, dem Herkunftszeichen und soweit erforderlich mit der Festigkeitsklasse zu kennzeichnen.

Stiftschrauben müssen am Schaft oder am Schraubenende gekennzeichnet sein. Eine Kennzeichnung von Stiftschrauben und anderen Verbindungselementen bleibt der Vereinbarung zwischen Besteller und Lieferer überlassen.

Nicht nach Norm gekennzeichnete Produkte entsprechen meist nur den Festigkeitsklassen A2 – 50 oder A4 – 50.



Beispiele für Sechskant- und Innensechskant-schrauben

Exemples des vis à tête six pans et six pans creux

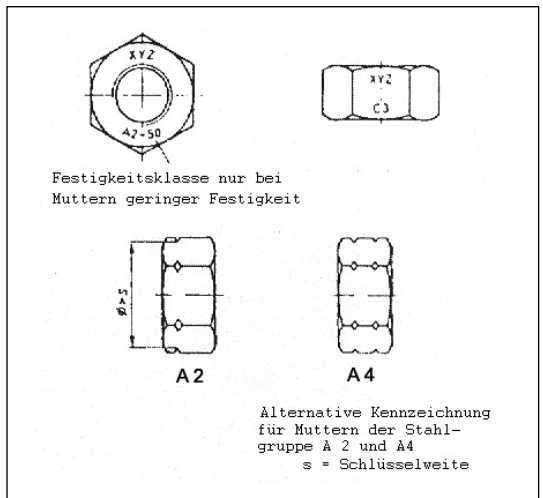
Marquage des vis et écrous selon ISO 3506

Les vis six pans et les vis à six pans creux à partir de M5 doivent être marquées du groupe d'acier, de la classe de résistance ainsi que du signe d'origine.

Les écrous à partir de M5 doivent être marqués du groupe d'acier, du signe d'origine et si c'est requis, de la classe de résistance.

Les goujons doivent être marqués à la tige ou au bout de la tige fileté. La marquage des goujons et des autres éléments de fixation peut être accordé entre le client et le fournisseur.

Les produits non marqués selon la norme correspondent la plupart du temps seulement aux classes de résistance A2 – 50 ou A4 – 50.



Beispiele für Sechskant-muttern

Exemples d'écrous à six pans

Sonderwerkstoffe

Stahlsorte Kurzname	Werkstoff- nummer	Anwendungsbereich und besonders hervorragende Eigenschaften
Monel 400/Silverin K-Monel/Silverin Al	2.4360 2.4375	Höhere Korrosionsbeständigkeit und Festigkeitseigenschaften. Auch für Press- und Schmiedeteile geeignet.
Inconel 600/625, Nicrofer 7216	2.4816/ 2.4856	Gute Festigkeitseigenschaften, geringe Wärmeleitfähigkeit, ausgezeichneter Korrosionswiderstand, hervorragende Oxydationsbeständigkeit bis ca. 1100 °C.
Inconel X 750/ Nimonic 80 A	2.4952	Hohe Zeitstandfestigkeit bis 850 °C, beachtenswerte Wechselfestigkeit bei hohen Temperaturen, sehr guter Oxydationswiderstand.
Incoloy 825 Nicrofer 4221	2.4858	Sehr gute Korrosionsbeständigkeit, auch gegen hochaktive Medien, wie heisse verdünnte Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Ätznatron etc.
Titan 992 Titan 993 Titan 994 Titan 995	3.7065 3.7055 3.7035 3.7025	Geeignet für gewichtsparende Konstruktionen mit hoher Beanspruchung, relativ gutes Dauerfestigkeitsverhalten, hohe Korrosionsbeständigkeit für die in der chemischen Industrie gebräuchlichen Agenzien, vorteilhaft gegen oxydierende Angriffsmittel. Seewasserbeständig.
Hastelloy B	2.4810	Hochkorrosionsbeständig, findet vorwiegend im chemischen Apparatebau bei reduzierten Angriffen Verwendung. Beständig gegenüber Salzsäure und gute Korrosionsbeständigkeit bei feuchtem Chlorwassergas, Schwefel- und Phosphorsäure, alkalischen Lösungen. Gegenüber oxydierenden und reduzierenden Gasen bis 800 °C ausreichend beständig.
Hastelloy C	2.4819	Eine Nickel-Molybdän-Chrom-Wolfram-Legierung, zählt zu den korrosionsbeständigsten Legierungen; sie ist besonders gegenüber oxydierenden Angriffen beständig, wird verwendet bei Bleichlösungen, die freies Chlor enthalten, Chloriten, Hypochloriten, Schwefel-, Phosphorsäure und organischen Säuren wie Essig- und Ameisensäure, Lösungen von Nitraten, Sulfaten und Sulfiten, Chloriden und Chloraten, Chromaten sowie Cyanverbindungen u.v.a.m.

Matières spéciales

Groupe d'acier Abréviations	Numéro de matière	Domaines d'utilisation et caractéristiques particulières
Monel 400/Silverin K-Monel/Silverin Al	2.4360 2.4375	Résistance élevée à la corrosion et haute résistance mécanique. Convient aussi prévu pour pièces pressées ou forgées.
Inconel 600/625, Nicrofer 7216	2.4816/ 2.4856	Bonnes caractéristiques mécaniques, faible conductibilité de la chaleur. Excellente résistance à la corrosion et à l'oxydation jusqu'à 1100 °C.
Inconel X 750/ Nimonic 80 A	2.4952	Bonne résistance de longue durée à la chaleur jusqu'à 850 °C. Résistance considérable aux charges alternées à haute température. Très bonne résistance à l'oxydation.
Incoloy 825 Nicrofer 4221	2.4858	Très bonne résistance à la corrosion, aussi contre des substances très actives comme l'acide sulfurique dilué chaud, l'acide phosphorique ou nitrique. la soude caustique, etc.
Titan 992 Titan 993 Titan 994 Titan 995	3.7065 3.7055 3.7035 3.7025	Convient aux constructions de faible poids à sollicitations élevées, résistance mécanique de longue durée relativement bonne, résistance à la corrosion élevée pour les substances courantes dans l'industrie chimique, avantageux contre les agents oxydants. Résistant à l'eau de mer.
Hastelloy B	2.4810	Résistance élevée à la corrosion, employé surtout dans la construction d'appareils chimiques soumis à des attaques modérées. Résiste à l'acide chlorhydrique et très bonne résistance au gaz hydrochlorique humide, à l'acide sulfurique et phosphorique, aux solutions alcalines. Suffisamment résistant à la corrosion par des gaz oxydants ou réducteurs jusqu'à 800 °C.
Hastelloy C	2.4819	Un alliage de nickel-molybdène-tungstène, un des meilleurs alliages contre la corrosion. Particulièrement résistant aux attaques oxydantes. Utilisé pour les bains de blanchiment contenant du chlore libre, des chlorites, hypochlorites, acides sulfurique, phosphorique et organiques comme l'acide acétique et formique, les solutions de nitrates, de sulfates et de sulfites, de chlorures et de chlorates, chromates et cyanures etc.

Andere Werkstoffe

Chemische Zusammensetzung, mechanische Eigenschaften

Autres matériaux

Composition chimique caractéristiques mécaniques

Messing

Ausführung Procédé de fabrication		gepresst pressé	gedreht décolleté
Ausgangsmaterial Prématière		CU 2*/Ms 63 (CuZn37)	CU 3*/Ms 58 (CuZn40Pb2)
Chemische Zusammensetzung Compositon chimique		Cu 63 % Zn 37 %	Cu 58 % Zn 40 % Pb 2 %
Zugfestigkeit Résistance à la traction	N/mm ²	380 – 480	370 – 450
0,2%-Dehngrenze Contrainte mécanique 0,2%	N/mm ²	min. 200	ca./env. 300

Bei gepressten Schrauben erhöhen sich die Festigkeitseigenschaften. Beide Qualitäten Ms 58 und Ms 63 eignen sich sehr gut für galvanische Oberflächenveredelungen.

Laiton

Sur les vis pressées, on constate des caractéristiques mécaniques élevées. Les qualités Ms 58 et Ms 63 conviennent particulièrement bien à un recouvrement galvanique.

Kuprodur

Ausgangsmaterial Prématière		CU 5* (CuNi1,5Si)
Chemische Zusammensetzung Compositon chimique		Ni 1,1 – 1,6 % Si 0,4 – 0,6 %
Werkstoff-Nr./no. de matière		2.0853.73
Zugfestigkeit Résistance à la traction	N/mm ²	min. 590
0,2%-Dehngrenze Contrainte mécanique 0,2%	N/mm ²	min. 540
Elektrische Leitfähigkeit Conductibilité	m/Ohm/mm ²	18
E-Modul Module d'élasticité		140 000 – 144 000

Cuprodur

Leichtmetall

Ausführung		gepresst pressé	gedreht décolleté
Ausgangsmaterial Prématière		A/1* (Al-Mg 3)	A/3* (Al-Mg-Si-1)
Chemische Zusammensetzung Compositon chimique		Mg 2 % Mn 0 – 0,4 % Cr 0 – 0,4 %	Mg 0,5 – 1 % Mn 0,2 – 1 % Cd 0,5 – 1,5 % Si 0,5 – 1,5 %
Zugfestigkeit Résistance à la traction	N/mm ²	270	310
0,2%-Dehngrenze Contrainte mécanique 0,2%	N/mm ²	230	250 - 260

* Bezeichnung nach DIN EN 28839
* Identification selon DIN EN 28839

Mechanische Eigenschaften nach
Angaben der Hersteller
Caractéristiques mécaniques selon
les indications du producteur

Polyamid PA 6.6

Polyamide PA 6.6

Mechanische Eigenschaften (trocken)	Caractéristiques mécaniques (à sec)		PA 6.6
Dichte	Densité	g/cm ³	1,13
Streckspannung	Résistance à l'étirage	N/mm ²	60
Bruchdehnung	Allongement à la rupture	%	30
Elastizitätsmodul	Module d'élasticité	N/mm ²	2000
Feuchtigkeitsaufnahme	Absorption d'humidité	%	3,5 – 3,8
Thermische Eigenschaften (trocken)	Caractéristiques thermiques (à sec)		
Schmelzpunkt	Point de fusion	° C	255
Tiefste Einsatztemperatur	Température d'utilisation minimale	° C	- 20
Höchste Anwendungstemperatur dauernd	Température d'utilisation maximale permanente	° C	80
kurzzeitig	à court terme	° C	140
Wärmeausdehnungskoeffizient	Coefficient de dilatation linéaire	K ⁻¹	0,9 x 10 ⁻⁴
Elektrische Eigenschaften (trocken)	Caractéristiques électriques (à sec)		
Durchschlagsfestigkeit	Résistance diélectrique	kV/cm	400
Durchgangswiderstand	Résistance intérieure	Ohm/cm	10 ¹³
Oberflächenwiderstand	Résistance superficielle	Ohm	10 ¹²
Kriechstromfestigkeit	Résistance aux courants de fuite		KA 3b

Chemische Eigenschaften

Widersteht den gängigen Lösemitteln wie Erdöl, Schmieröl, Benzin, Benzol, Azeton, Trilen, Terpentin.

Widersteht hochprozentigen und starken Basen.

Widersteht den meisten verdünnten Säuren. Bei starken Säuren muss die Beständigkeit von Polyamid durch Versuche geprüft werden, je nach Konzentrationsgrad und Temperatur.

Im weiteren ist PA 6.6

- korrosionsbeständig
- ein hervorragender Isolierstoff
- leicht (7 mal leichter als Stahl)
- hält Vibrationen ausgezeichnet stand
- sauber, steril und ästhetisch
- unmagnetisch

Die Serienfarbe ist milchweiss; grosse Serien können eingefärbt werden.

Caractéristiques chimiques

Résiste aux solvants courants: pétrole, huile de graissage, essence, benzole, acétone, trichloréthylène, térébenthine.

Résiste aux alcalis concentrés et forts.

Résiste à la plupart des acides dilués.

En ce qui concerne les acides forts, la résistance du polyamide doit être testée selon la concentration et la température.

En plus le PA 6.6 est

- résistant à la corrosion
- un isolant électrique parfait
- léger (7 fois plus léger que l'acier)
- a une excellente tenue aux vibrations
- propre, stérile et esthétique
- amagnétique

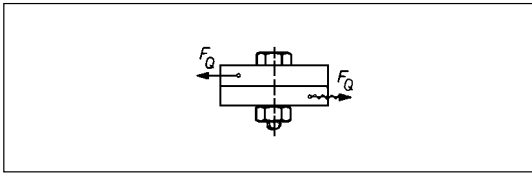
La couleur de série est blanc-lait; en grande série, toutes les autres couleurs peuvent être fabriquées.

Berechnen von Schrauben nach der VDI-Richtlinie 2230

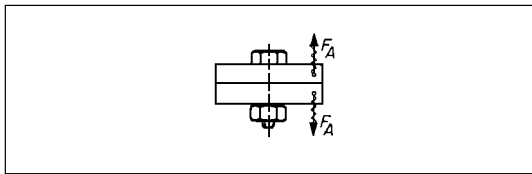
Das folgende Verfahren ermöglicht eine grobe Abschätzung der nötigen Schraubenabmessung bei einer Verbindung mit einer Schraube und bei einer Temperatur um 20° C. Das Ergebnis ist in jedem Falle rechnerisch zu überprüfen.

Vorgehen beim Abschätzen des Durchmessers

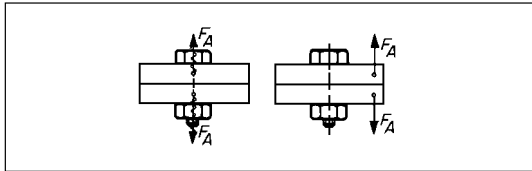
- A** Wähle in Spalte 1 die nächst grössere Kraft zu der an den Schrauben angreifenden Betriebskraft $F_{A,Q}$.
- B** Die erforderliche Mindestvorspannkraft F_{Mmin} ergibt sich, indem man von dieser Zahl weitergeht um: 4 Schritte für statische oder dynamische Querkraft



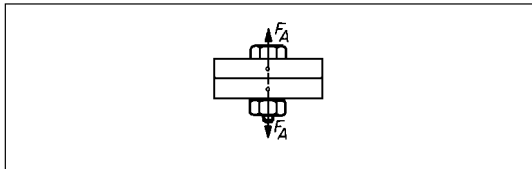
oder
2 Schritte für dynamisch und exzentrisch angreifende Axialkraft



oder
1 Schritt für dynamisch und zentrisch oder statisch und exzentrisch angreifende Betriebskraft



oder
0 Schritte für statisch und zentrisch angreifende Axialkraft



- C** Die erforderliche maximale Vorspannkraft F_{Mmax} ergibt sich, indem man von dieser Kraft F_{Mmin} weitergeht um:

2 Schritte für Anziehen der Schraube mit einfachem Drehschrauber, der über Nachziehmoment eingestellt wird – oder 1 Schritt für Anziehen mit Drehmomentschlüssel oder Präzisionsschrauber, der mittels dynamischer Drehmomentmessung oder Längungsmessung der Schraube eingestellt und kontrolliert wird – oder 0 Schritte für Anziehen über Winkelkontrolle in den überelastischen Bereich oder mittels Streckgrenzkontrolle durch Computersteuerung.

- D** Neben der gefundenen Zahl steht in der Spalte 2 bis 4 der erforderliche Schraubendurchmesser in mm für die gewählte Festigkeitsklasse der Schraube.

1	2	3	4
	Nenndurchmesser in mm		
	Festigkeitsklasse		
	12.9	10.9	8.8
1'600	3	3	3
2'500	3	3	4
4'000	4	4	5
6'300	4	5	5
10'000	5	6	8
16'000	6	8	8
25'000	8	10	10
40'000	10	12	14
63'000	12	14	16
100'000	16	16	20
160'000	20	20	24
250'000	24	27	30
400'000	30	36	
630'000	36		

gemäss VDI 2230 Tabelle 7

Beispiel

Eine Verbindung wird dynamisch und exzentrisch durch die Axialkraft $F_A = 8'500$ N belastet. Die Schrauben mit der Festigkeitsklasse 12.9 soll mit dem Drehmomentschlüssel montiert werden.

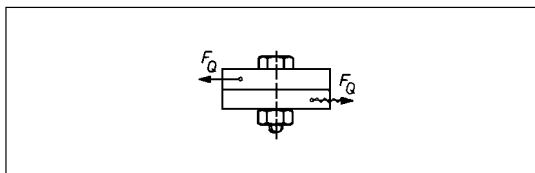
- A** 10'000 N ist die nächst grössere Kraft zu F_A in Spalte 1
- B** 2 Schritte für «exzentrische und dynamische Axialkraft» zu führen zu $F_{Mmin} = 25'000$ N
- C** 1 Schritt für «Anziehen mit Drehmomentschlüssel» führt zu $F_{Mmax} = 40'000$ N
- D** Für $F_{Mmax} = 40'000$ N findet man in Spalte 2 (Festigkeitsklasse 12.9) = **M 10**.

Dimensionnement des vis selon la directive VDI 2230

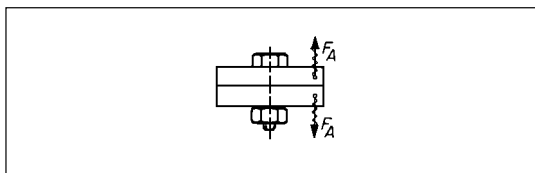
Le procédé suivant permet un dimensionnement grossier des vis pour un assemblage à vis unique et à température autour de 20 °C, conformément aux données selon la directive VDI 2230. Dans tous les cas le résultat doit être vérifié par des calculs.

Procédure d'évaluation du diamètre

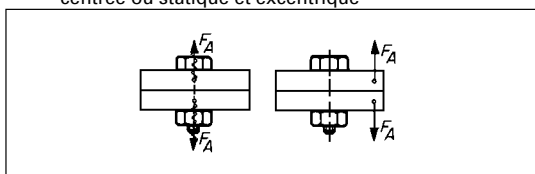
- A** Choisir dans la colonne 1 la force juste au-dessus de la force de service $F_{A,Q}$ agissant sur l'assemblage vissé.
- B** La force de précontrainte minimale nécessaire F_{Mmin} se déduit par déplacement de 4 pas pour une charge de cisaillement statique ou dynamique



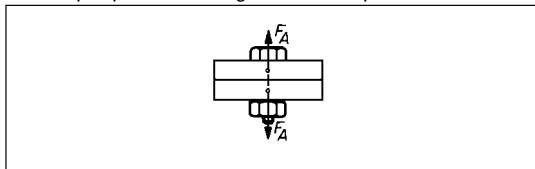
ou
2 pas pour une charge axiale appliquée de façon dynamique et excentrique



ou
1 pas pour une charge de service dynamique et centrée ou statique et excentrique



ou
0 pas pour une charge axiale statique et centrée



- C** La force de précontrainte maximale F_{Mmax} demandée se déduit en partant de la F_{Mmin} par déplacement de 2 pas pour le serrage de la vis avec une visseuse normale qui sera réglée par le couple d'après-serrage – ou – par le déplacement de 1 pas pour serrage avec une clé dynamométrique ou avec une visseuse de précision, qui sera réglée et contrôlé au moyen d'une mesure dynamique du couple de serrage ou d'une mesure d'allongement de vis – ou – par le déplacement de 0 pas lors du serrage avec contrôle angulaire dans le domaine au-dessus de la limite d'élasticité donnée par la commande de l'ordinateur.
- D** A côté du chiffre obtenu, on trouve la dimension que devra avoir la vis en mm pour posséder la classe de résistance voulue, dans les colonnes 2 à 4.

1	2	3	4
	Diamètre nominale en mm		
	Classe de résistance		
	12.9	10.9	8.8
1'600	3	3	3
2'500	3	3	4
4'000	4	4	5
6'300	4	5	5
10'000	5	6	8
16'000	6	8	8
25'000	8	10	10
40'000	10	12	14
63'000	12	14	16
100'000	16	16	20
160'000	20	20	24
250'000	24	27	30
400'000	30	36	
630'000	36		

selon VDI 2230 tableau 7

Exemple

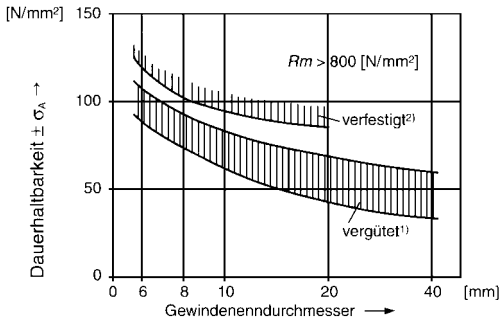
Un assemblage est sollicité dynamiquement et excentriquement par une charge axiale, $F_A = 8'500$ N. Une vis avec une classe de résistance de 12.9 doit être montée à l'aide d'une clé dynamométrique.

- A** 10'000 N est la charge immédiatement supérieure à F_A , dans la colonne 1
- B** 2 pas pour une «charge axiale excentrique et dynamique» donnent $F_{Mmin} = 25'000$ N
- C** 1 pas pour «serrage avec clé dynamométrique» donne $F_{Mmax} = 40'000$ N
- D** Pour $F_{Mmax} = 40'000$ N, on trouve dans la colonne 2 (classe de résistance 12.9) = **M 10**.

Festigkeit bei dynamischer Belastung gemäss VDI 2230

Schrauben sind durch das Gewinde gekerbte Bauteile. Unter wechselnden Belastungen können an den Schrauben Dauerbrüche auftreten, wobei der Bruch in 90 % der Fälle im ersten tragenden Gewingegang, am Eintritt in das Muttergewinde liegt.

Bei der Konstruktion muss in solchen Fällen auch die Dauerhaltbarkeit der Schrauben berücksichtigt werden, die unabhängig von der statischen Zugfestigkeit bei 8.8-, 10.9- und 12.9-Schrauben nur ca. $\pm 50\text{-}70\text{ N/mm}^2$, d.h. ein Bruchteil der Zugfestigkeit, beträgt.



Dauerbrüche können unter wechselnder Achsial-, Biege- oder Torsionsbeanspruchung auftreten. Die Konstruktion und die Montage müssen diese Beanspruchungsarten verhindern oder zumindest durch elastische, statt starre Verbindungselemente auf ein Minimum reduzieren: Lange statt kurze Schrauben, Dehnschrauben statt Starrschrauben, Stifte oder Pass-Schrauben zur Aufnahme von Querkräften, genügende und vor allem kontrollierte Vorspannung der Schrauben, weil sie bei niedrigerer statischer Zugfestigkeit ihrer höheren Dehnung wegen grössere Dauerhaltbarkeit aufweist.

Zu weiche Konstruktionen müssen versteift werden. Wenn es die Belastung erlaubt, sollen statt 12.9 – Schrauben 8.8 – Schrauben eingesetzt werden. Die Dauerhaltbarkeit wird ebenfalls erhöht durch Gewinderollung nach dem Vergüten.

Im Schadenfall muss das Bruchbild der Schrauben genau analysiert werden – d.h. gebrochene Schrauben erst nach der genauen Bestandsaufnahme ausbauen.

Résistance aux charges dynamiques selon VDI 2230

Les vis sont des pièces entaillées par le pas de vis. En cas d'efforts alternés, les vis peuvent subir des ruptures, cette dernière se produisant dans 90 % des cas dans le premier pas de vis portant, à l'entrée du filet femelle.

Dans de tels cas il faut tenir compte, lors de la construction, de la résistance à la fatigue des vis; cette dernière n'est que ± 50 à 70 N/mm^2 pour les vis de 8.8 à 10.9 et 12.9, indépendamment de la résistance statique à la traction, ce qui constitue une fraction de la résistance à la traction.

Tabelle 16: Dauerhaltbarkeit Tableau 16: Résistance à la fatigue

Dauerhaltbarkeit von Schraubenverbindungen mit vergüteten Schrauben in Abhängigkeit vom Nenndurchmesser bei 70 % R_{el} Vorspannung.

Résistance à la fatigue d'assemblage de vis traitées en relation au diamètre nominal, avec une précontrainte de 70 % R_{el} .

Les ruptures par fatigue peuvent se produire par suite de variations de l'effort axial, de la charge de flexion ou de l'effort de tension. La construction et le montage doivent empêcher ce genre de sollicitation ou pour le moins les réduire au minimum par des éléments d'assemblage élastiques plutôt que rigides: Vis longues au lieu de courtes, vis amincies au lieu de vis normales, chevilles ou vis de calibrage pour l'absorption d'efforts latéraux, tension initiale suffisante et surtout contrôlée des vis, parce qu'elles présentent pour une faible résistance statique à la traction une meilleure résistance à la fatigue en raison de leur plus grand allongement.

Les constructions trop souples doivent être renforcées. Lorsque l'effort le permet, on utilisera des vis en qualité 8.8 au lieu de 12.9.

En cas de rupture, le profil de la vis doit exactement être analysé, c'est-à-dire que les vis rompues ne doivent être démontées qu'après un constat exact de la situation.

Tabelle 17: Reibungszahlen μ_G und μ_K für verschiedene Oberflächen- und Schmierzustände gemäss VDI 2230

Tableau 17: Coefficients de frottement μ_G et μ_K pour différents états superficiels et de lubrification selon VDI 2230

μ_G	Gewinde					Außengewinde (Schraube)							
	Gewinde	Werkstoff		Oberfläche		Stahl							
		Werkstoff	Oberfläche	schwarzvergütet oder phosphatiert		galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)		Klebstoff			
				gewalzt		ge-schnitten		geschnitten oder gewalzt					
GG/GTS	blank	gewinde- fertigung	Schmie- rung	trocken	geölt	MoS ₂	geölt	trocken	geölt	trocken			
Innengewinde (Mutter)	Stahl	blank	geschnitten	trocken	0,12 bis 0,18	0,10 bis 0,16	0,08 bis 0,12	0,10 bis 0,16	–	0,10 bis 0,18	–	0,08 bis 0,14	0,16 bis 0,25
					0,10 bis 0,16	–	–	–	0,12 bis 0,20	0,10 bis 0,18	–	–	0,14 bis 0,25
	0,08 bis 0,14	–			–	–	–	–	0,12 bis 0,16	0,12 bis 0,14	–		
	–	0,10 bis 0,18			–	0,10 bis 0,18	–	0,10 bis 0,18	–	0,08 bis 0,16	–		
	–	0,08 bis 0,20			–	–	–	–	–	–	–		

μ_K	Auflagefläche				Schraubenkopf								
	Auflagefläche	Werkstoff		Oberfläche		schwarz oder phosphatiert			galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)		
		Werkstoff	Oberfläche	Fertigung		gedreht		ge-schliffen		gepreßt			
				blank	ge-schliffen	trocken	geölt	MoS ₂	geölt	MoS ₂	geölt	trocken	geölt
GG/GTS	blank	spanend bearbeitet	Schmie- rung	trocken	geölt	MoS ₂	geölt	MoS ₂	geölt	trocken	geölt	trocken	geölt
Gegenlage	Stahl	blank	trocken	–	0,16 bis 0,22	–	0,10 bis 0,18	–	0,16 bis 0,22	0,10 bis 0,18	–	0,08 bis 0,16	–
				0,12 bis 0,18	0,10 bis 0,18	0,08 bis 0,12	0,10 bis 0,18	0,08 bis 0,12	–	0,10 bis 0,18	0,16 bis 0,20	0,10 bis 0,18	–
	0,10 bis 0,16	–		0,10 bis 0,16	–	0,10 bis 0,18	–	0,16 bis 0,20	0,10 bis 0,18	–	–	–	–
	0,08 bis 0,16				–	–	0,12 bis 0,20	0,12 bis 0,14	–	–	–	–	
	–	0,10 bis 0,18		–	–	–	0,10 bis 0,18				0,08 bis 0,16	–	–
–	0,14 bis 0,20	–	0,10 bis 0,18	–	0,14 bis 0,22	0,10 bis 0,18	0,10 bis 0,16	0,08 bis 0,16	–	–	–		
–	0,08 bis 0,20				–	–	–	–	–	–	–		

Reibungszahlen bei Normalausführungen von Schraubenverbindungen

Oberflächenzustand Etat superficiels		μ_{ges} bei Schmierzustand μ_{ges} à l'état de lubrification	
Schraube /vis	Mutter /Ecrou	geölt / huié	MoS ₂ -Paste Pâte MoS ₂
ohne Nachbehandlung	ohne Nachbehandlung	0,12 - 0,18*	0,05 - 0,1
Mn-phosphatiert		0,12 - 0,18*	0,05 - 0,1
Zn-phosphatiert		0,12 - 0,18*	0,05 - 0,1
galv. verzinkt ca. 8 μ_m		0,125	
galv. verzinkt ca. 8 μ_m	galv. verzinkt ca. 5 μ_m	0,12 - 0,18*	
dacrometisiert ca. 6 - 8 μ_m	dacrometisiert ca. 6 - 8 μ_m	0,125	

Coefficients de frottement des assemblages vissés en cas normaux

* Bei Anzug mit Schlag- oder Drehschrauber ist die Reibungszahl μ_{ges} mit 0,125 einzusetzen. Für die anderen Oberflächen- und Schmierzustände ist eine Verminderung von μ_{ges} bei hoher Einschraubgeschwindigkeit von ca. 25 % als Anhaltswert wahrscheinlich.

* Pour le serrage avec visseuses ou boulonneuses à choc, le coefficient de frottement μ_{ges} est fixé à 0,125. Pour d'autres états superficiels et de lubrification, une diminution de μ_{ges} d'env. 25 % sera probable, lors d'un serrage rapide.

Reibungszahlen für Schrauben aus austenitischen Werkstoffen nach VDI 2230 Tabelle 6

Schraube aus vis en	Mutter aus Ecrou en	Schmiermittel Lubrifiant		Nachgiebigkeit der Verbindung Elasticité de l'assemblage	Reibungszahlen Coeff. de frottem.	
		im Gewinde dans le filet	unter Kopf sous la tête		im Gewinde dans le filet μ_G	unter Kopf sous la tête μ_K
A 2	A 2	ohne/absent	ohne/absent	sehr gross	0,26 - 0,50	0,35 - 0,50
		Spezierschmiermittel	Lubrifiant spéciale	très grande	0,12 - 0,23	0,08 - 0,12
		Korrosionsschutzfett	Graisse anti-corrosive		0,26 - 0,45	0,25 - 0,35
		ohne/absent	ohne/absent	klein	0,23 - 0,35	0,12 - 0,16
		Spezierschmiermittel	Lubrifiant spéciale	petite	0,10 - 0,16	0,08 - 0,12

Coefficients de frottement des vis en matière austénitique selon VDI 2230 tableau 6

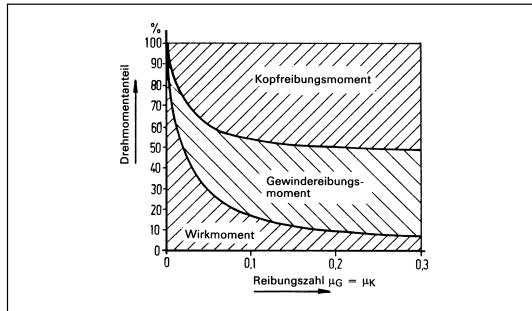
Montage

Man unterscheidet zwischen mehreren Anziehverfahren. Das gebräuchlichste ist das drehmomentgesteuerte Anziehen.

Das Anziehdrehmoment einer Schraube setzt sich aus dem Kopfreibungs- und dem Gewindereibungs-Moment zusammen: $M_A = M_K + M_G$. Nur ein Bruchteil des Gewindemomentes dient zur Erzeugung der Vorspannkraft. Der Reibungsanteil des Anziehdrehmomentes, der sich auf das Gewinde und die Kopf- oder Mutterauflage verteilt, kann bis zu 90 % betragen.

Beim drehmomentgesteuerten Anziehen wird das Ziel, eine genaue Vorspannkraft aufzubringen, über den Umweg Drehmoment angegangen. Doch selbst die genaueste Einhaltung des Drehmomentes eliminiert nicht den grössten Einfluss auf die Ungenauigkeit der Vorspannkraft, nämlich die in einem Schrauben- und Bauteillos vorliegende Reibungsstreuung, die bei der Umsetzung des Drehmoments in axiale Vorspannkraft ins Spiel kommt. In Tabelle 18 sind die Reibungszahlen im Gewinde μ_G und unter Kopf μ_K zusammengestellt.

Je nach Reibwert ergeben sich für eine bestimmte Abmessung und Festigkeitsklasse unterschiedliche Vorspannkraft F_V und Anziehdrehmomente M_A , siehe Tabelle 19. Aus dieser Tabelle ist auch ersichtlich, dass bei kleineren Gewindereibungszahlen die ausnutzbaren Spannkraften grösser sind. Die Erklärung ist, dass bei kleineren Reibungszahlen auch eine geringere Torsionsbeanspruchung auftritt und dadurch bei gleicher Gesamtausnutzung der Schraube die Vorspannkraft entsprechend grösser werden kann.



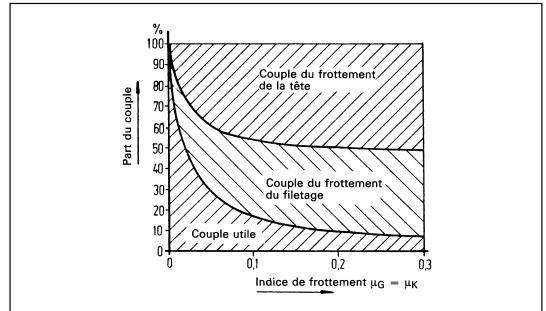
Montage

On distingue plusieurs procédés de serrage. Le plus courant est le procédé de serrage commandé par le couple de rotation.

Le couple de serrage d'une vis se compose du couple de frottement de la tête et de celui du filetage: $M_A = M_K + M_G$. Seule une petite partie du couple du filetage sert à la formation de la force de tension. La part du frottement du couple de serrage qui se répartit sur la surface d'appui de tête ou de l'écrou peut atteindre 90 %.

Lors du serrage commandé par le couple, on atteint l'objectif d'une force de tension précise par le biais du couple de rotation. Pourtant, même le respect le plus précis du couple n'élimine pas l'influence majeure sur l'imprécision de la force de tension, à savoir la dispersion du coefficient de frottement qu'on rencontre dans un lot de vis et de composants mécaniques et qui se manifeste lors de la conversion du couple en une force de tension axiale. Le tableau 18 montre les coefficients de frottement de filetage μ_G et sous la tête μ_K .

Selon le coefficient de frottement, on obtient différentes forces de tension F_V pour une dimension et une classe de résistance données, avec un couple de serrage M_A . Voir tableau 19. Ce tableau montre que pour des coefficients de frottement faibles, on a une sollicitation en torsion plus faible et que pour une même utilisation de la vis, la force de tension peut devenir plus grande.



Vorspannkraften und Anziehdrehmomente

Schrauben mit ISO-Feingewinde

der Festigkeitsklassen nach ISO 898 Teil 1
(nach VDI 2230)

Reibungszahl $\mu_{\text{ges}} 0,140$

Forces de tension et couples de serrage

Vis avec filetage fin ISO

des classes de résistance selon ISO 898 partie 1
(selon VDI 2230)

Coefficient de frottement $\mu_{\text{ges}} 0,140$

Gewinde Filetage	Vorspannkraft F_M max. (kN)			Anziehdrehmoment M_A max. (Nm)		
	Forces de tension			Couple de serrage		
	Festigkeitsklasse/classe de résistance			Festigkeitsklasse/classe de résistance		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	19,7	28,9	33,9	29,2	42,8	50,1
M 10 x 1,25	30,8	45,2	52,9	57	83	98
M 12 x 1,25	46,8	68,7	80,4	101	149	174
M 14 x 1,5	63,2	92,9	108,7	159	234	274
M 16 x 1,5	85,5	125,5	146,9	244	359	420
M 18 x 1,5	115	163	191	368	523	613
M 20 x 1,5	144	206	241	511	728	852
M 22 x 1,5	178	253	296	692	985	1153
M 24 x 1,5	204	290	339	865	1232	1442

Nachweisrechnung notwendig! VDI 2230-2003

Messing CU2 (Ms63)

Laiton CU2 (Ms63)

Gewinde/Filetage	M 2	M 2,5	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10
$M_{Amax.}$ (Nm)	0,14	0,29	0,50	0,79	1,20	2,20	3,90	9,0	17,0

Kuprodur CU5 (CuNi1,5Si)

Cuprodur CU5 (CuNi1,5Si)

Gewinde/Filetage	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
F_v (N)	3000	5550	7800	14300	22800	33400
$M_{Amax.}$ (Nm)	2,40	4,70	8,0	19,0	39,0	67,0

Polyamid PA 6.6

für luftfeuchte Schrauben und Muttern bei 20° C

Polyamide PA 6.6

pour vis et écrous exposés à l'humidité de l'air à 20° C

Gewinde/Filetage	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
Schrauben Vis $M_{Amax.}$ (Nm)	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0	7,5
Muttern / Ecrous $M_{Amax.}$ (Nm)	0,1	0,3	0,6	1,5	3,0	4,0	5,0	7,5	9,0

Die Tabellen enthalten unverbindliche Richtwerte.

Ces tableaux contiennent des valeurs indicatives sous réserve!

Vorspannkraft und Anziehdrehmomente

Tabelle 19:
Schrauben aus austenitischen Werkstoffen A2 und A4 bei Raumtemperatur

Gewinde Filetage	Reibungs- zahl / Coeff. de frottem. μ	Anziehdrehmoment M_A (Nm) Couple de serrage		
		Festigkeit P classe de résistance		
		50	70	80
M 5	0,12	1,7	3,7	4,9
	0,20	2,7	5,8	7,7
M 6	0,12	3,0	6,4	8,5
	0,20	4,7	10,0	13,3
M 8	0,12	7,1	15,3	20,4
	0,20	11,2	24	32
M 10	0,12	14	31	41
	0,20	23	48	64
M 12	0,12	24	52	70
	0,20	38	82	109
M 14	0,12	39	83	110
	0,20	61	130	173
M 16	0,12	59	126	167
	0,20	93	199	265
M 18	0,12	81	174	233
	0,20	128	275	366
M 20	0,12	114	245	326
	0,20	181	388	517
M 22	0,12	153	182	
	0,20	243	289	
M 24	0,12	198	235	
	0,20	313	372	
M 27	0,12	287	342	
	0,20	457	544	
M 30	0,12	393	467	
	0,20	624	742	

Diese Tabellen enthalten unverbindliche Richtwerte!
Verbindungselemente aus diesen Stählen neigen bei der Montage zum Fressen. Diese Gefahr wird vermindert durch glatte, saubere Gewindeoberflächen, Schmiermittel, Molykote-Beschichtung, niedrige Tourenzahl des Schraubers und zügiges Anziehen ohne Unterbrechung.

Forces de tension et couples de serrage

Tableau 19:
Vis en aciers austénitiques A2 et A4 à température ambiante

Gewinde Filetage	Vorspannkraft F_V (kN) 1)		
	Force de tension		
	Festigkeitsklasse/classe de résistance		
	50	70	80
M 5	2,09	4,47	5,96
M 6	2,95	6,34	8,44
M 8	5,38	11,53	15,37
M 10	8,53	18,27	24,36
M 12	12,39	26,56	35,41
M 14	16,91	36,23	48,30
M 16	23,08	49,46	65,94
M 18	28,22	60,48	80,64
M 20	36,02	77,18	102,90
M 22	44,54	53,03	
M 24	51,89	61,78	
M 27	67,47	80,33	
M 30	82,47	98,18	

Bemerkungen/ 1) 70 % der 0,2 %-Dehngrenzkraft
Remarques: $\mu_G = \mu_K = \mu_{ges}$
1) 70 % de la force à la limite d'élasticité
0,2 %

Berechnungs- VDI 2230 -10.90, DIN 267 Teil 11 -
grundlagen/ 1.80, DIN ISO 3506 - 9.90, DIN 931
Bases des calculs: - 9.87, ISO 4014 - 2.88

Andere Reibungszahlen sind möglich. D'autres coefficients de frottement sont possibles. Quelle: Kolb GmbH 6.96

Ces tableaux contiennent des valeurs indicatives sous réserve!

Les éléments d'assemblages réalisés dans ces types d'acier ont tendance à gripper lors du montage. Ce risque peut être diminué par l'emploi de surface de filetage lisses et propres, de lubrifiants, de laque anti-adhésive Molykote, d'un nombre de tours réduit de la visseuse et d'un serrage effectué de façon continue.

Vorspannkkräfte und Anziehdrehmomente

Sperrzahn-/Rippen-Schrauben und –
Muttern nach Angaben des Herstellers

Anziehdrehmomente $M_{Amax.}$ (Nm) für VERBUS-/
INBUS-RIPP und TENSILOK-Schrauben und Muttern

Forces de tension et couples de serrage

Vis et écrous à crans d'arrêt ou avec ner-
vures selon indications du producteur

Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm) pour les vis
et écrous VERBUS- /INBUS RIPP et TENSILOK

Produkt / Produit	Gegenwerkstoff Contre-matériau	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
Verbus Ripp- Schrauben 100 und – Muttern 10	Stahl/acier $R_m = <800 \text{ N/mm}^2$	11	19	42	85	130	230	330
	Stahl/acier $R_m = 800 - 1000 \text{ N/mm}^2$	10	18	37	80	120	215	310
Vis 100 et écrous cl. 10 Verbus Ripp	Grauguss fonte grise	9	16	35	75	115	200	300
Tensilok-Schrau ben 90 und – Muttern 8 Vis Tensilok 90 et écrous classe 8	Stahl/acier	9	16	34	58	97	155	215
	Grauguss fonte grise	7	13	28	49	83	130	195

Vorspannkkräfte F_{Vmax} (N) für VERBUS RIPP,
INBUS RIPP und TENSILOK beim Vorspannen
mit obigen Anziehdrehmomenten

Forces de tension F_{Vmax} (N) pour VERBUS
RIPP, INBUS RIPP et TENSILOK en utilisant les
couples de serrage ci-dessus

Produkt / Produit	Vorspannkkräfte Forces de tension $F_{Vmax.}$ (N)						
	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
Verbus Ripp-Schrauben 100 Tensilok und Verbus Ripp Muttern 10 Vis Verbus Ripp 100 et écrous classe 10 Tensilok et Verbus Ripp	9000	12600	23200	37000	54000	74000	102000
Tensilok-Schrauben 90 und – Muttern Klasse 8 Vis Tensilok 90 et écrous classe 8	6350	9000	16500	26200	38300	52500	73000

Linsenflansch-Schrauben mit flacher Auflage nach Angaben des Werkes

Anziehdrehmomente $M_{Amax.}$ (Nm) und Vor-
spannkraft F_V für Linsenflansch-Schrauben
UNBRAKO

Vis à tête bombée avec embase plate selon indications du producteur

Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm) et forces de
tension F_V pour les vis à tête bombée avec
embase UNBRAKO

Anziehdrehmomente Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm)	μ_G	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
			1,8	4,2	7,4	14	34	60
Vorspannkkräfte $F_{Vmax.}$ (N) Forces de tension	0,125	3250	5650	8050	13050	24000	33200	55600
	0,140	3000	5150	7300	11800	21300	30400	50200

Vorspannkkräfte und Anziehdrehmomente

Reduzierte Belastbarkeit bei Innensechskantschrauben mit reduzierter Kopfhöhe

Infolge der Kopfmasse und des Schlüsselangriffes kann bei Innensechskantschrauben mit reduzierter Kopfhöhe der für die Belastbarkeit kritische Querschnitt unterhalb des Innensechskantes und **nicht** im Gewinde vorhanden sein.

Es wird empfohlen, diese Schrauben nicht zur Übertragung hoher Axialkräfte mit entsprechender Vorspannung zu verwenden.

Die Qualität 10.9 dient nur zur Verminderung des Verschleißes beim Innensechskant. Der Innensechskant ist zum Festhalten der Schrauben gegen Verdrehen bei Anziehen über die Mutter gedacht. Wird über den Innensechskant angezogen, so können wegen der kleineren Schlüsselweiten und der geringeren Innensechskanttiefe **nur reduzierte Drehmomente aufgebracht werden.**

Forces de tension et couples de serrage

Contrainte réduite des vis six pans creux avec une hauteur de tête réduite

Les vis six pans creux de hauteur de tête réduite peuvent, par suite de dimensions de la tête et du point d'attaque de la clé, présenter une section critique de contrainte située au dessous du six pans creux et **non** au niveau du filetage.

Il est recommandé de ne pas utiliser ces vis pour la transmission de grandes forces axiales avec précontrainte correspondante.

La classe de qualité 10.9 a seulement pour but de réduire l'usure du six pans creux. Le concept du six pans creux est de permettre d'éviter que la vis tourne lors du serrage par l'érou. Si le serrage a lieu par le six pans, les plus petites dimensions de clé et la plus faible profondeur du six pans creux ne permettent d'appliquer que **des couples de serrage diminués.**

Anziehdrehmomente $M_{Amax.}$ (Nm) für Sperrkantscheiben TECKENTRUP

Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm) pour les rondelles de sécurité TECKENTRUP

Typ SK M Form M (mittel), Typ NSK M

Type SK M forme M (moyenne), Type NSK M

Anziehdrehmomente Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm)	Qual.Schr.	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14
	8.8	3,3	6,7	11,5	27	54	92	145
	10.9	4,9	9,8	16,5	40	79	135	215
Anziehdrehmomente Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm)	Qual. vis	M 16	M 18	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30
	8.8	225	320	460	620	790	1160	1550
	10.9	330	460	650	890	1120	1650	2250

Typ SK S Form S (schmal)

Type SK S forme S (étroite)

Anziehdrehmomente Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm)	Qual.Schr.	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
	5.8	2,0	4,0	7,0	16,5	32	57

Typ SK B Form B (breit)

Type SK B forme B (large)

Anziehdrehmomente Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm)	Qual. vis	M 6	M 8	M 10	M 12
	10.9	16,5	40,0	79	135
	12.9	19,5	47,0	92	158

Typ SK Z Form Z (für ZK-Schrauben mit I-6-kt)

Type SK Z forme Z (pour vis cyl. six pans creux)

Anziehdrehmomente Couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm)	Qual.Schr.	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
	8.8	11,5	27	54	92	145	225
	10.9	16,5	40	79	135	215	330

Tabelle 20:
Vorspannkraft $F_{Vmax.}$ (N) und Anziehdrehmomente $M_{Amax.}$ (Nm) für HV-Schraubenverbindungen EN 14399

Tableau 20:
Forces de tension $F_{Vmax.}$ (N) et couples de serrage $M_{Amax.}$ (Nm) pour assemblages à vis HR EN 14399

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Schraubendurchmesser	mm	erforderliche Vorspannkraft F_v in Schraube kN	Vorspannen der Schraube nach dem						
			a) Drehmoment-Verfahren		b) Drehimpuls-Verfahren	c) Drehwinkel-Verfahren			
			Aufzubringendes Anziehdrehmoment M_v		Aufzubringende Vorspannkraft $F_v^{(2)}$	Aufzubringendes Voranziehdrehmoment $M_v^{(2)}$	Klemmlänge $l_k^{(3)}$	Drehwinkel oder Umdrehungsmaß	
			MoS ₂ geschmiert	leicht geölt				$\varphi^{(2)}$	$U^{(2)}$
			Nm	Nm	kN	Nm	mm		
1	M 12	50	100	120	60	10			
2	M 16	100	250	350	110	50			
3	M 20	160	450	600	175				
4	M 22	190	650	900	210	100			
5	M 24	220	800	1 100	240				
6	M 27	290	1 250	1 650	320	200			
7	M 30	350	1 650	2 200	390				
8	M 36	510	2 800	3 800	560				
9	M 12					siehe Zeile 1 – 8	0 bis 50	180°	1/2
10	bis						51 bis 100	240°	2/3
11	M 36						101 bis 240	270°	3/4

1) Da die Werte M_v sehr stark vom Schmiermittel des Gewindes abhängen, ist die Einhaltung dieser Werte vom Schraubenhersteller zu bestätigen.
2) Unabhängig von Schmierung des Gewindes und der Auflageflächen von Mutter und Schraube.
3) Für Schrauben M 12 bis M 22 mit Klemmlängen 171 bis 240 mm ist ein Drehwinkel $\varphi = 360^\circ$ oder $U = 1$ zu verwenden.
Für das Aufbringen einer teilweisen Vorspannkraft $\geq 0,5 \cdot F_v$ genügen jeweils die halben Werte der Spalten 3 bis 5 und 8 oder 9 sowie handfester Sitz nach Spalte 6.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
dia. du boulon	mm	effort de précontrainte nécessaire P_v dans le boulon kN	Mise en précontrainte du boulon selon						
			a) méthode dynamométrique		b) méthode moment cinétique de l'impulsion	c) méthode angle de rotation			
			couple de serrage M_v		effort de précontrainte à appliquer $P_v^{(2)}$	couple de serrage préliminaire à appliquer $M_v^{(2)}$	longueur de serrage $l_k^{(3)}$	angle de rotation ou nombre de rotations	
			lubrifié à MoS ₂	légèrement huilé				$\varphi^{(2)}$	$U^{(2)}$
			Nm	Nm	kN	Nm	mm		
1	M 12	50	100	120	60	10			
2	M 16	100	250	350	110	50			
3	M 20	160	450	600	175				
4	M 22	190	650	900	210	100			
5	M 24	220	800	1 100	240				
6	M 27	290	1 250	1 650	320	200			
7	M 30	350	1 650	2 200	390				
8	M 36	510	2 800	3 800	560				
9	M 12					voir lignes 1 – 8	0 – 50	180°	1/2
10	jusque						51 – 100	240°	2/3
11	M 36						101 – 240	270°	3/4

1) Les valeurs M_v dépendent très largement de la lubrification du filet, l'observation de ces valeurs est à confirmer par le fabricant du boulon.
2) Indépendant de la lubrification du filet et de la surface d'appui de l'écrou du boulon.
3) Pour boulons M 12 à M 22 avec des longueurs de serrage entre 171 et 240 mm on utilisera un angle de rotation de $\varphi = 360^\circ$ ou $U = 1$.
Pour l'application d'un effort de précontrainte partielle $\geq 0,5 \cdot P_v$ la moitié des valeurs des colonnes 3 à 5 et 8 ou 9 ainsi que le serrage solide selon colonne 6 sont suffisants.

Klemmlänge der hochfesten Sechskantschrauben für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen, Qual. 10.9, EN 14399

Longueur de serrage des vis à tête six pans à haute résistance pour assemblages HR pour constructions en acier, qual. 10.9, EN 14399

d	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30
s	22	27	32	36	41	46	50
K	8	10	13	14	15	17	19
b1	21	26	31	32	34	37	40
b2	23	28	33	34	37	39	42
m	10	13	16	18	19	22	24
h	3	4	4	4	4	4	5
L	y = Klemmlänge in mm			y = longueur de serrage en mm			
30	11-16						
35	16-21						
40	21-26	17-22					
45	26-31	22-27	18-23				
50	31-36	27-32	23-28	22-27			
55	36-41	33-37	28-33	27-32			
60	41-46	37-42	33-38	32-37	29-34		
65	46-51	42-47	38-43	37-42	34-39		
70	51-56	47-52	43-48	42-47	39-44	36-41	34-39
75	56-61	52-57	48-53	47-52	44-49	41-46	39-44
80	61-66	57-62	53-58	52-57	49-54	46-51	44-49
85	66-71	62-67	58-63	57-62	54-59	51-56	49-54
90	71-76	67-72	63-68	62-67	59-64	56-61	54-59
95	76-81	72-77	68-73	67-72	64-69	61-66	59-64
100		77-82	73-78	72-77	69-74	66-71	64-69
105		82-87	78-83	77-82	74-79	71-76	69-74
110		87-92	83-88	82-87	79-84	76-81	74-79
115		92-97	88-93	87-92	84-89	81-86	79-84
120		97-102	93-98	92-97	89-94	86-91	84-89
125		102-107	98-103	97-102	94-99	91-96	89-94
130		107-112	103-108	102-107	99-104	96-101	94-99
135			108-113	107-112	104-109	101-106	99-104
140			113-118	112-117	109-114	106-111	104-109
145			118-123	117-122	114-119	111-116	109-114
150			123-128	122-127	119-124	116-121	114-119
160				132-137	129-134	126-131	124-129
170					139-144	136-141	134-139
180					149-154	146-151	144-149
190					159-164	156-161	154-159
200						166-171	164-169

«Friedberg» HV Muttern EN 14399-4 feuerverzinkt sind mit Molybdänsulfid beschichtet. Zusätzliche Schmierung aller oder einzelner Verbindungselemente sowie baustellenbedingte Einflüsse können die Vorspannwerte verändern. Gemäss DIN 18800 Teil 1 dürfen nur HV-Schrauben, HV-Muttern und HV-U-Scheiben desselben Herstellers miteinander verschraubt werden. Sonst besteht Haftungsausschluss durch den Hersteller.

Les écrous HR «Friedberg» EN 14399-4 zingués au feu sont graissés au bisulfure de molybdène. Un graissage supplémentaire ou des influences involontaires pourraient changer les données de précontrainte originales. Selon les prescriptions DIN 18800 partie 1 les vis HR, les écrous HR et les rondelles HR à assembler doivent être de la même provenance. A défaut, le fabricant décline toute responsabilité.

**Klemmlänge der Schrauben
DIN 7990
mit Sechskantmuttern 0,8 d DIN 555**

**Longueur de serrage des boulons
pour construction en acier DIN 7990
avec écrous six pans 0,8 d DIN 555**

d	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30
L	y = Klemmlänge in mm			y = longueur de serrage en mm			
30	5-9						
35	10-14	6-10					
40	15-19	11-15	8-12	6-10			
45	20-24	16-20	13-17	11-15	9-13		
50	25-29	21-25	18-22	16-20	14-18		
55	30-34	26-30	23-27	21-25	19-23		
60	35-39	31-35	28-32	26-30	24-28	21-25	
65	40-44	36-40	33-37	31-35	29-33	26-30	
70	45-49	41-45	38-42	36-40	34-38	31-35	
75	50-54	46-50	43-47	41-45	39-43	36-40	
80	55-59	51-55	48-52	46-50	44-48	41-45	39-43
85	60-64	56-60	53-57	51-55	49-53	46-50	44-48
90	65-69	61-65	58-62	56-60	54-58	51-55	49-53
95	70-74	66-70	63-67	61-65	59-63	56-60	54-58
100	75-79	71-75	68-72	66-70	64-68	61-65	59-63
105	80-84	76-80	73-77	71-75	69-73	66-70	64-68
110	85-89	81-85	78-82	76-80	74-78	71-75	69-73
115	90-94	86-90	83-87	81-85	79-83	76-80	74-78
120	95-99	91-95	88-92	86-90	84-88	81-85	79-83
125		96-100	93-97	91-95	89-93	86-90	84-88
130		101-105	98-102	96-100	94-98	91-95	89-93
135		106-110	103-107	101-105	99-103	96-100	94-98
140		111-115	108-112	106-110	104-108	101-105	99-103
145		116-120	113-117	111-115	109-113	106-110	104-108
150		121-125	118-122	116-120	114-118	111-115	109-113
155			123-127	121-125	119-123	116-120	114-118
160			128-132	126-130	124-128	121-125	119-123

Zeugnisse

A) Allgemeines

Zeugnisse können aus Gründen der Qualitätssicherung, der Garantieverpflichtung oder des Ursprungsnachweises gewünscht werden. Das Erstellen eines Zeugnisses ist sehr aufwendig, da damit umfangreicher technischer und administrativer Aufwand verbunden ist. **Die Zeugniskosten** werden von uns als zusätzliche Position offen verrechnet.

Zeugnisse im nachhinein ausstellen ist immer umständlicher und teurer, teilweise in der gewünschten Form sogar unmöglich. Es wird empfohlen, den Zeugnisbedarf bereits bei der Anfrage, spätestens bei der Bestellung anzugeben.

Neben den Kosten kann ein Zeugnis auch **den Liefertermin beeinflussen**. Für Lagerware liegen keine Zeugnisse vor, so dass eine Extraanfertigung notwendig wird oder das nächste Produktionslos abgewartet werden muss.

Den Inhalt und Umfang der Zeugnisse bestimmt stets der Besteller. Speziell bei den Bescheinigungen über Materialprüfungen **nach DIN EN 10204** sind nur folgende Punkte **vorgeschrieben**:

- **wer** die Prüfung vornimmt (z.B. Werksachverständiger)
- **an** was die Prüfungen vorgenommen werden (z.B. Lieferlos)

In der Norm nicht vorgeschrieben ist:

- **was** geprüft werden soll
- **wie** viele Prüfungen vorgenommen werden sollen.

Ohne anderslautende Vorgaben gehen wir davon aus, dass die mechanischen Eigenschaften (aus dem Zugversuch) und die chemische Analyse an einem Prüfstück gewünscht werden. Angaben vom Besteller wie z.B. Prüfungen nach Vereinsvorschriften (z.B. AD-Merkblättern, SVDB-Vorschriften, TRD-Normen) sind zur Klärung des Zeugnisinhalts empfehlenswert.

B) Bescheinigungen über Materialprüfungen gemäss DIN EN 10204

B 2) Bescheinigungen vom herstellenden oder verarbeitenden Werk

(Gemäss Normvorschrift fällt der Handel nicht unter diesen Begriff)

2.1) Werksbescheinigung (Certificate of compliance)

Bestätigung in Textform ohne Messergebnisse, dass die Lieferung der Vereinbarung entspricht.

2.2) Werkszeugnis (Test report)

Bestätigung anhand von Prüfergebnissen aus laufenden Prüfungen an Erzeugnissen aus gleichen ähnlichen Werkstoffen, dass die Lieferung der Vereinbarung entspricht.

2.3) Werksprüfzeugnis (Manufacturer's test certificate)

Bestätigung anhand von Prüfergebnissen aus Prüfungen an der Lieferung selbst, dass die Lieferung der Vereinbarung entspricht.

Certificats

A) Introduction

Des certificats peuvent être désirés pour des raisons d'assurance-qualité, d'obligations de garantie ou de certification d'origine. L'établissement d'un certificat peut être très coûteux car il peut exiger un grand travail administratif et technique. **Les frais de certification** seront facturés sous une position adéquate.

L'établissement ultérieur de certificats est toujours compliqué et coûteux, et parfois impossible sous la forme désirée. Nous vous recommandons de préciser le genre de certificat déjà lors de la demande d'offre ou au plus tard lors de la commande.

Pas seulement les frais, mais aussi **le délai de livraison peut être influencé** par un certificat. Pour la marchandise de stock, les certificats désirés ne sont pas toujours disponibles; une fabrication spéciale s'impose alors ou, pour le moins, l'attente de la fabrication d'un nouveau lot.

Le client détermine la teneur et l'ampleur des certificats. En particulier, pour les attestations souvent nécessaires relatives à des essais de matériaux **selon DIN EN 10204**, les informations suivantes sont **prescrites**:

- **quel** est l'auteur de l'essai (par ex. expert de l'usine)
- **quel** est l'objet des essais (par ex. lot de livraison)

Dans la norme ne sont pas prescrites:

- **ce qui** doit être essayé
- **le nombre** d'essais à effectuer

A défaut d'indications concrètes, nous admettons que les caractéristiques mécaniques (essai de traction) et l'analyse chimique d'un échantillon sont suffisantes.

Des indications du client concernant par ex. des essais selon des prescriptions d'associations professionnelles (par ex. prescriptions de l'ASCP, fiches techniques AD, normes TDR) sont recommandées pour préciser la teneur du certificat.

B) Attestations sur les essais de matériaux selon DIN EN 10204

B 2) Attestation du fabricant ou de l'usine

(Selon la norme applicable ici, le commerce ne répond pas à cette désignation)

2.1) Attestation de conformité

Attestation écrite sans résultats de mesure que la livraison est conforme au marché convenu.

2.2) Relevé de contrôle

Attestation portant les résultats des essais en cours sur des produits fabriqués avec les mêmes matériaux et certifiant la conformité de la fourniture avec les spécifications de commande.

2.3) Certificat d'essai en usine

Attestation portant les résultats des essais exécutés en usine sur la livraison même et attestant la conformité de celle-ci avec les spécifications de commande.

Zeugnisse

B3) Bescheinigung von Sachverständigen, die von der Fertigung unabhängig sind.

3.1A) Abnahmeprüfzeugnis A (Inspection certificate A)

Bestätigung von einem amtlichen Sachverständigen anhand von Prüfergebnissen nach amtlichen Vorschriften aus der Prüfung an der Lieferung selbst, dass die Lieferung der Vereinbarung entspricht.

3.1B) Abnahmeprüfzeugnis B (Inspection certificate B)

Bestätigung vom Werksachverständigen anhand von Prüfergebnissen nach Vorschriften des Bestellers aus Prüfungen an der Lieferung selbst, dass die Lieferung der Vereinbarung entspricht.

3.1C) Abnahmeprüfzeugnis C (Inspection certificate C)

Bestätigung von einem durch den Besteller beauftragten Sachverständigen anhand von Prüfergebnissen nach Vorschrift des Bestellers aus Prüfungen an der Lieferung selbst, dass die Lieferung der Vereinbarung entspricht.

C) Ursprungsnachweis

C 1) Ursprungsbestätigung

Ursprungsdeklaration auf der Rechnung entsprechend den staatlichen Vereinbarungen für den Handel zwischender Schweiz und den anderen europäischen Ländern.

C 2) Beglaubigter Ursprungsnachweis

Von der Handelskammer beglaubigte Ursprungsdeklaration auf der Rechnung entsprechend den staatlichen Vereinbarungen für den Handel zwischen der Schweiz und anderen Ländern oder nach Angaben des Bestellers.

Certificats

B3) Attestation d'experts indépendants de la production

3.1A) Certificat de réception A

Confirmation par un expert-juré que la fourniture est conforme au marché conclu, sur la base des résultats des essais exécutés sur le matériel même selon les prescriptions légales.

3.1B) Certificat de réception B

Confirmation par l'expert de l'entreprise que la fourniture est conforme au marché conclu, sur la base des résultats des essais exécutés sur le matériel même selon les prescriptions du client.

3.1C) Certificat de réception C

Confirmation par un expert mandaté par le client que la fourniture est conforme au marché conclu, sur la base des résultats des essais exécutés sur le matériel même selon les prescriptions du client.

C) Certificat d'origine

C 1) Confirmation d'origine

Déclaration d'origine apportée sur la facture et conforme aux conventions pour le commerce international ratifiées entre la Suisse et les autres pays européens.

C 2) Certificat d'origine légalisé

Déclaration d'origine annotée sur la facture et légalisée par la Chambre de commerce. Elle est conforme aux conventions pour le commerce international ratifiées par la Suisse avec d'autres pays ou selon les instructions du client.

Gewinde und Toleranzen

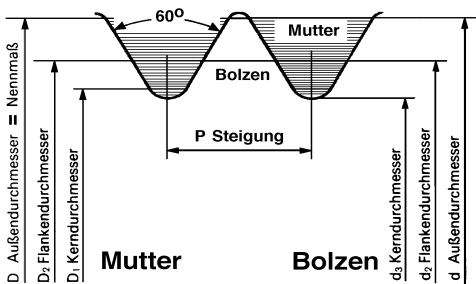
Allgemeines

Von den Gewindemassen und der Profilgenauigkeit hängt es ab,

- ob auf die Gewindeflanken noch ein Schutzschicht aufgebracht werden kann,
- ob die zu fügenden Teile bei der Montage ohne Schwierigkeiten und ohne Nacharbeit verschraubt werden können,
- ob das Gewinde die Kräfte übertragen kann, für die die Bauteile dimensioniert wurden.

Grundbegriffe und Nennmasse nach ISO 724

Das Mass-System für Gewinde baut auf Nennmasse für Gewinde-, Flanken- und Kerndurchmesser auf.



Filetage et tolérances

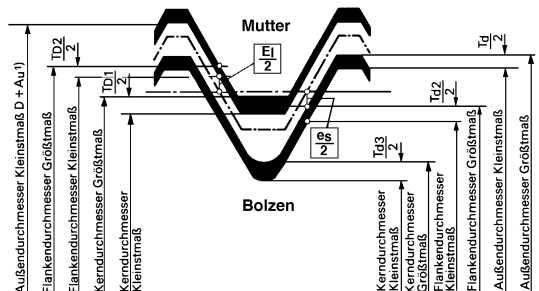
Introduction

Il dépend des dimensions du filetage et de la précision de profil

- qu'une couche de protection puisse encore être appliquée sur les flancs du filet,
- que les pièces à assembler au montage puissent être visées sans difficultés ni retouches,
- que le filet puisse transmettre les efforts pour lesquels les pièces ont été dimensionnées.

Terminologie et dimensions nominales selon ISO 724

Le système de dimensions des filetages établit des dimensions nominales pour les diamètres du filet, des flancs et du noyau.



es/ES Neg. Grundabmaße (0 - oberes Grenzmaß)
ei/EI Pos. Grundabmaße (0 - unteres Grenzmaß)

Spielpassung am metrischen ISO-Gewinde nach ISO 965

Schrauben und Muttergewinde haben unterschiedliche Toleranzlagen, wobei die Abmessungen der Schraubengewinde sich unter dem Nennmass bewegen, die Abmessungen der Muttergewinde über dem Nennmass.

Hieraus ergibt sich das Spiel und ein definierter Bereich für galvanische Schichtdicken: das verzinkte Schraubengewinde darf die Nennmasse nicht überschreiten, das verzinkte Muttergewinde darf diese nicht unterschreiten.

Ajustement du jeu du filetage métrique ISO selon ISO 965

Les filetages des vis et des écrous possèdent différentes positions de tolérances, les dimensions du filet de la vis étant situées au-dessous de la cote nominale et celles de l'écrou au-dessus.

Il en résulte un jeu et une marge défini pour les épaisseurs des revêtements galvaniques: le filet des vis zinguées ne doit pas dépasser la cote nominale, le filet des écrous zingués ne doit pas lui être inférieur.

Gewinde und Toleranzen

Toleranzfelder für Schrauben und Muttern nach ISO 965

Die Gewindenorm enthält Toleranzfelder, die zum gewünschten Spiel zwischen Mutter und Bolzen führen. Für Gewinde $\geq M 1,4$ sind es folgende Toleranzfelder:

Produkte- klasse	Mutter Innengewinde	Bolzen Aussengewinde
A + B	6H	6g
C	7H	8g

Blanke Schrauben werden mit Ringlehren **6g** auf Gängigkeit geprüft, verzinkte mit Ringlehren **6h**.

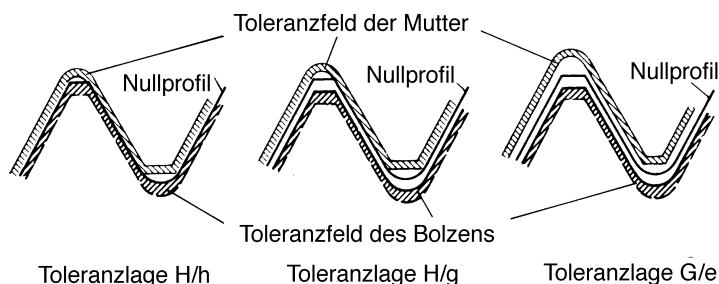
Filetage et tolérances

Champs de tolérances pour vis et écrous selon ISO 965

Les normes de filetage recommandent des champs de tolérances conduisant aux jeux entre écrou et tige. Pour les filetages $\geq M 1,4$, les champs de tolérances suivants sont utilisables:

Classe de produit	Ecrou Filetage intérieur	Tige Filetage extérieur
A + B	6H	6g
C	7H	8g

Les filetages de vis nues seront contrôlés avec des bagues **6g**, les filetages zingués avec des bagues **6h**.



Steigungen für metrisches Regelgewinde ISO 262

Pas de vis pour filetages métriques standards ISO 262

Gewinde-Neendurchmesser Diamètre nominal du filetage		Steigung Pas de vis P	Gewinde-Neendurchmesser Diamètre nominal du filetage		Steigung Pas de vis P
Reihe 1	Série 2		Reihe 1	Série 2	
1		0,25	16	14	2
1,2		0,25		18	2,5
	1,4	0,3		22	2,5
1,6		0,35	20		3
	1,8	0,35	24	27	3
2		0,40		33	3,5
2,5		0,45	30		3,5
3		0,5		39	4
	3,5	0,6	36		4,5
4		0,70	42 ¹⁾	45 ¹⁾	4,5
5		0,8		52 ¹⁾	5
6		1	48 ¹⁾		5
	7	1,25	56 ¹⁾		5,5
8		1,5			
10		1,75			
12					

¹⁾ nicht in ISO 262 (1973) enthalten

¹⁾ non indiqués dans l'ISO 262 (1973)

Steigungen für metrisches Feingewinde ISO 262

Pas de vis pour filetages métriques fins ISO 262

Gewinde-Nenndurchmesser Diamètre nominal du filetage		Steigung Pas de vis
Reihe/série 1	Reihe/série 2	P
8		1
10		1,25 1 ¹⁾
12		1,25 1,5 ¹⁾
	14	1,5
16		1,5
	18	1,5 2 ¹⁾
20		1,5 2 ¹⁾
	22	1,5 2 ¹⁾
24		2
	27	2
30		2
	33	2
36		3
	39	3

¹⁾ nicht in ISO 262 (1973) enthalten
non indiqués dans l'ISO 262 (1973)

Rohrgewinde (R) oder Gasgewinde (G)

Filetage gaz (Tubes à gaz) (R) ou (G)

Ø Zoll/pouces	Ø mm	Gänge per Zoll Nombre de filets par pouce	Steigung Pas de vis mm
R 1/8"	9,72	28	0,907
R 1/4"	13,15	19	1,337
R 3/8"	16,66	19	1,337
R 1/2"	20,95	14	1,814
R 5/8"	22,91	14	1,814
R 3/4"	26,44	14	1,814
R 7/8"	30,20	14	1,814
R 1"	33,24	11	2,309

Die Massreihe des Rohrgewindes stellt ein unabhängiges System dar und steht in keinem Zusammenhang mit den Zollmassen für Ww-Schrauben (Whitworth) oder für UNC-/UNF-Schrauben (Unified).

Abkürzung in der Schweiz = G (Gas)
Abkürzung in Deutschland = R (Rohr)

Les dimensions des filetages gaz ont leur propre système de mesures. Elles sont incompatibles avec les mesures en pouces des vis Ww (Whitworth) ou des vis UNC/UNF (Unified).

Abréviation en Suisse = G (gaz)
Abréviation en Allemagne = R (tubes)

Steigungen für Zollgewinde

Pas de vis pour filetages en pouces

Durchmesser/Diamètre		BSW (Ww)	BSF	UNC	UNF
in Zoll oder Nr. en pouce ou no.	in mm en mm				
		Gangzahlen je Zoll Nombre de filets par pouce			
0	1,524				80
1	1,854			64	72
2	2,184			56	64
3	2,515			48	56
4	2,845			40	48
5	3,175			40	44
1/8"	3,175	40		40	44
6	3,505			32	40
5/32"	3,969	32		36	36
8	4,166			32	36
3/16"	4,763	24	32	24	32
10	4,826			24	32
12	5,486			24	28
7/32"	5,556		28	24	28
1/4"	6,350	20	26	20	28
5/16"	7,935	18	22	18	24
3/8"	9,525	16	20	16	24
7/16"	11,113	14	18	14	20
1/2"	12,700	12	16	13	20
9/16"	14,288	12	16	12	18
5/8"	15,875	11	14	11	18
3/4"	19,050	10	12	10	16
7/8"	22,225	9	11	9	14
1"	25,401	8	10	8	12
1 1/8"	28,575	7	9	7	12
1 1/4"	31,750	7	9	7	12
1 3/8"	34,925	6	8	6	12
1 1/2"	38,100	6	8	6	12
1 3/4"	44,450	5	7	5	12
2"	50,802	4 1/2	7	4 1/2	12
Gewinde- Flankenwinkel		Angle du flanc du filetage	60 °	55 °	

BSW (Ww) BRITISCH STANDARD WHITWORTH

BSF BRITISCH STANDARD FINE

Amerikanische Norm/normes américains

UNC UNIFIED COARSE

UNF UNIFIED FINE

deutsch/allemand französisch/français

grob grossier

fein fin

Grenzmasse für Schrauben mit metrischem ISO-Regelgewinde nach ISO 965

Dimensions limites pour vis avec filetage métrique standard selon ISO 965

Gewinde	Einschraublänge		Außendurchmesser d		Flankendurchmesser d_2		Kerndurchmesser d_3	
	normal von	bis	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß
M 1	0,6	1,7	1,000	0,933	0,838	0,785	0,693	0,630
M 1,2	0,6	1,7	1,200	1,133	1,038	0,985	0,893	0,830
M 1,4	0,7	2	1,400	1,325	1,205	1,149	1,032	0,964
M 1,6	0,8	2,6	1,581	1,496	1,354	1,291	1,151	1,075
M 1,8	0,8	2,6	1,781	1,696	1,554	1,491	1,352	1,275
M 2	1	3	1,981	1,886	1,721	1,654	1,490	1,407
M 2,5	1,3	3,8	2,480	2,380	2,188	2,117	1,928	1,840
M 3	1,5	4,5	2,980	2,874	2,655	2,580	2,367	2,273
M 3,5	1,7	5	3,479	3,354	3,089	3,004	2,743	2,635
M 4	2	6	3,978	3,838	3,523	3,433	3,119	3,002
M 5	2,5	7,5	4,976	4,826	4,456	4,361	3,995	3,869
M 6	3	9	5,974	5,794	5,324	5,212	4,747	4,596
M 7	3	9	6,974	6,794	6,324	6,212	5,747	5,596
M 8	4	12	7,972	7,760	7,160	7,042	6,438	6,272
M 10	5	15	9,968	9,732	8,994	8,862	8,128	7,938
M 12	6	18	11,966	11,701	10,829	10,679	9,819	9,602
M 14	8	24	13,962	13,682	12,663	12,503	11,508	11,271
M 16	8	24	15,962	15,682	14,663	14,503	13,508	13,271
M 18	10	30	17,958	17,623	16,334	16,164	14,891	14,625
M 20	10	30	19,958	19,623	18,334	18,164	16,891	16,625
M 22	10	30	21,958	21,623	20,334	20,164	18,891	18,625
M 24	12	36	23,952	23,577	22,003	21,803	20,271	19,955
M 27	12	36	26,952	26,577	25,003	24,803	23,271	22,955
M 30	15	45	29,947	29,522	27,674	27,462	25,653	25,306

2) Größtmaß mit $R = 0,144 P = H/6$, Kleinstmaß mit $R_{\min} = 0,125 P \approx H/7$ errechnet (siehe DIN 13 Teil 14)

Grenzmasse für Muttern mit metrischem ISO-Regelgewinde nach ISO 965

Dimensions limites pour écrous avec filetage métrique standard selon ISO 965

Gewinde	Einschraublänge		Außen- durchmesser D Kleinstmaß	Flankendurchmesser D_2		Kerndurchmesser D_1	
	normal von	bis		Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß
M 1	0,6	1,7	1,000	0,838	0,894	0,729	0,785
M 1,2	0,6	1,7	1,200	1,038	1,094	0,929	0,985
M 1,4	0,7	2	1,400	1,205	1,265	1,075	1,142
M 1,6	0,8	2,6	1,600	1,373	1,458	1,221	1,321
M 1,8	0,8	2,6	1,800	1,573	1,658	1,421	1,521
M 2	1	3	2,000	1,740	1,830	1,567	1,679
M 2,5	1,3	3,8	2,500	2,208	2,303	2,013	2,138
M 3	1,5	4,5	3,000	2,675	2,775	2,459	2,599
M 3,5	1,7	5	3,500	3,110	3,222	2,850	3,010
M 4	2	6	4,000	3,545	3,663	3,242	3,422
M 5	2,5	7,5	5,000	4,480	4,605	4,134	4,334
M 6	3	9	6,000	5,350	5,500	4,917	5,153
M 7	3	9	7,000	6,350	6,500	5,917	6,153
M 8	4	12	8,000	7,188	7,348	6,647	6,912
M 10	5	15	10,000	9,026	9,206	8,376	8,676
M 12	6	18	12,000	10,863	11,063	10,106	10,441
M 14	8	24	14,000	12,701	12,913	11,835	12,210
M 16	8	24	16,000	14,701	14,913	13,835	14,210
M 18	10	30	18,000	16,376	16,600	15,294	15,744
M 20	10	30	20,000	18,376	18,600	17,294	17,744
M 22	10	30	22,000	20,376	20,600	19,294	19,744
M 24	12	36	24,000	22,051	22,316	20,752	21,252
M 27	12	36	27,000	25,051	25,316	23,752	24,252
M 30	15	45	30,000	27,727	28,007	26,211	26,771

Grenzmasse für Schrauben mit metrischem Feingewinde nach ISO 965

Dimensions limites pour vis avec filetage métrique fin selon ISO 965

Gewinde	Einschraublänge		Außendurchmesser		Flankendurchmesser		Kerndurchmesser 2)	
	normal von	bis	Größt- maß	Kleinst- maß	Größt- maß	Kleinst- maß	Größt- maß	Kleinst- maß
M 8 x 1	3	9	7,974	7,794	7,324	7,212	6,747	6,596
M 10 x 1	3	9	9,974	9,794	9,324	9,212	8,747	8,596
M 10 x 1,25	4	12	9,972	9,760	9,160	9,042	8,438	8,272
M 12 x 1,25	4,5	13	11,972	11,760	11,160	11,028	10,438	10,258
M 12 x 1,5	5,6	16	11,968	11,732	10,994	10,854	10,128	9,930
M 14 x 1,5	5,6	16	13,968	13,732	12,994	12,854	12,128	11,930
M 16 x 1,5	5,6	16	15,968	15,732	14,994	14,854	14,128	13,930
M 18 x 1,5	5,6	16	17,968	17,732	16,994	16,854	16,128	15,930
M 18 x 2	8	24	17,962	17,682	16,663	16,503	15,508	15,271
M 20 x 1,5	5,6	16	19,968	19,732	18,994	18,854	18,128	17,930
M 20 x 2	8	24	19,962	19,682	18,663	18,503	17,508	17,271
M 22 x 1,5	5,6	16	21,968	21,732	20,994	20,854	20,128	19,930
M 22 x 2	8	24	21,962	21,682	20,663	20,503	19,508	19,271
M 24 x 2	8,5	25	23,962	23,682	22,663	22,493	21,508	21,261
M 27 x 2	8,5	25	26,962	26,682	25,663	25,483	24,508	24,261
M 30 x 2	8,5	25	29,962	29,682	28,663	28,493	27,508	27,261
M 33 x 2	8,5	25	32,962	32,682	31,663	31,493	30,508	30,261
M 36 x 3	12	36	35,952	35,577	34,003	33,803	32,271	31,955
M 39 x 3	12	36	38,952	38,577	37,003	36,803	35,271	34,955

Grenzmasse für Muttern mit metrischem Feingewinde nach ISO 965

Dimensions limites pour écrous avec filetage métrique fin selon ISO 965

Gewinde	Einschraublänge		Außen- durchmesser D Kleinstmaß	Flankendurchmesser		Kerndurchmesser	
	normal von	bis		Kleinst- maß	Größt- maß	Kleinst- maß	Größt- maß
M 8 x 1	3	9	8,000	7,350	7,500	6,917	7,153
M 10 x 1	3	9	10,000	9,350	9,500	8,917	9,153
M 10 x 1,25	4	12	10,000	9,188	9,348	8,647	8,912
M 12 x 1,25	4,5	13	12,000	11,188	11,368	10,647	10,912
M 12 x 1,5	5,6	16	12,000	11,026	11,216	10,376	10,676
M 14 x 1,5	5,6	16	14,000	13,026	13,216	12,376	12,676
M 16 x 1,5	5,6	16	16,000	15,026	15,216	14,376	14,676
M 18 x 1,5	5,6	16	18,000	17,026	17,216	16,376	16,676
M 18 x 2	8	24	18,000	16,701	16,913	15,835	16,210
M 20 x 1,5	5,6	16	20,000	19,026	19,216	18,376	18,676
M 20 x 2	8	24	20,000	18,701	18,913	17,835	18,210
M 22 x 1,5	5,6	16	22,000	21,026	21,216	20,376	20,676
M 22 x 2	8	24	22,000	20,701	20,913	19,835	20,210
M 24 x 2	8,5	25	24,000	22,701	22,925	21,835	22,210
M 27 x 2	8,5	25	27,000	25,701	25,925	24,834	25,210
M 30 x 2	8,5	25	30,000	28,701	28,925	27,835	28,210
M 33 x 2	8,5	25	33,000	31,701	31,925	30,835	31,210
M 36 x 3	12	36	36,000	34,051	34,316	32,752	33,252
M 39 x 3	12	36	39,000	37,051	37,316	35,752	36,252

**Umwandlung der Zollmasse
in Millimeter**

1 englischer Zoll (") = 25,401 mm
1 pouce anglais (")

**Transformation des mesures de
pouces en millimètres**

1 mm = 0,03937 "

Zoll-pouces	mm	Zoll-pouces	mm	Zoll-pouces	mm
1/64"	0,397	1/2"	12,700	3"	76,22
1/32"	0,794	5/8"	15,875	3 1/4"	82,55
3/64"	1,190	11/16"	17,462	3 1/2"	88,90
1/16"	1,587	3/4"	19,050	3 3/4"	95,25
5/64"	1,984	13/16"	20,637	4"	101,60
3/32"	2,381	7/8"	22,225	4 1/4"	107,95
7/64"	2,778	15/16"	23,812	4 1/2"	114,30
1/8"	3,175	1"	25,401	4 3/4"	120,65
9/64"	3,572	1 1/8"	28,575	5"	127,00
5/32"	3,969	1 1/4"	31,750	5 1/4"	133,35
11/64"	4,365	1 3/8"	34,920	5 1/2"	139,70
3/16"	4,762	1 1/2"	38,100	5 3/4"	146,05
7/32"	5,556	1 5/8"	41,280	6"	152,40
1/4"	6,350	1 3/4"	44,450	7"	177,80
9/32"	7,144	1 7/8"	47,620	8"	203,20
5/16"	7,938	2"	50,802	9"	228,60
11/32"	8,731	2 1/4"	57,15	10"	254,01
3/8"	9,525	2 1/2"	63,50		
7/16"	11,112	2 3/4"	69,85		

Korrosionsschutz

Allgemeines

Korrosion ist die Reaktion eines metallischen Werkstoffs mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffs bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion eines metallischen Bauteiles oder eines ganzen Systems führen kann. In den meisten Fällen ist diese Reaktion elektrochemischer Natur, in einigen Fällen kann sie auch chemischer oder metallphysischer Natur sein (Definition Grundbegriff «Korrosion» nach DIN 50900 Teil 1).

Korrosionsarten

- Flächenkorrosion
- Lochfrass
- Spaltkorrosion
- Kontaktkorrosion
- interkristalline/transkristalline Korrosion
- Spannungsriss-Korrosion

Korrosion ist unvermeidbar – vermeidbar sind Schäden durch Korrosion bei richtiger Planung geeigneter Korrosions-Schutzmassnahmen.

Das «Korrosionssystem Schraubenverbindung» muss mindestens so fest, dauerhaftbar und unter Einsatzbedingungen langfristig korrosionsbeständig sein wie die zu verbindenden Teile. Hierbei ist der Abnutzungsvorrat des Korrosionsschutzes unter bekannten Betriebsbedingungen bis zum Wartungszeitpunkt oder bis zur Schadensgrenze zu berücksichtigen. Oberflächen- oder werkstoff-technische Anforderungen sind im Artikel-Bestelltext normgerecht festzulegen.

Es gilt zu berücksichtigen, dass die Reibungszahlen für verschiedene Oberflächen- und Schmierzustände von Wichtigkeit sind (siehe Seite **T.020-T.022**). Die Reibverhältnisse in der Schraubenverbindung sind ausschlaggebend für die Bestimmung des richtigen Anziehdrehmomentes gemäss VDI 2230. Für feuerverzinkte HV-Verbindungen ist DIN 18800 zu beachten.

Galvanische Verzinkung

Der bei weitem bekannteste und meistangewandte Korrosionsschutz für Schrauben und Verbindungselemente ist das Verzinken. Andere verbreitete Namen wie «Galvanisieren», «Galvanisch-verzinken», «Promatisieren», «Chromatisieren» bezeichnen unterschiedliche elektrolytische Verfahrensausführungen.

Für galvanische Überzüge auf Normteile gelten die Technischen Lieferbedingungen ISO 4042.

Verzinken

Die gereinigten Teile gelangen in ein elektrolytisches Bad, worin eine Zinkanode auf Plus und die zu verzinkenden Teile auf Minus gepolt sind. Die Schichtdicke wird durch die Verweildauer der Teile im Bad bestimmt.

Protection contre la corrosion

Introduction

La corrosion est la réaction d'une matière métallique avec son environnement, qui produit une modification mesurable de la matière et qui peut conduire à une dégradation de la fonction d'un élément métallique d'une construction ou de tout un système. Dans la plupart des cas, cette réaction est de nature électrochimique, dans certains cas aussi chimique ou relevant de la physique des métaux (définition de la terminologie de la «Corrosion» selon DIN 50900 partie 1).

Genres de corrosion

- Corrosion en surface
- Corrosion par piqûres
- Corrosion dans les fissures
- Corrosion de contact
- Corrosion intercrystalline/transcristalline
- Corrosion fissurante sous tension

La corrosion est inévitable – par contre les dégâts dus à la corrosion peuvent être évités par une étude appropriée des mesures de protection contre la corrosion.

Le «système d'assemblage vissé exposé à la corrosion» doit être au moins aussi solide, durable et résistant à la corrosion à longue échéance sous les conditions d'utilisation que les pièces à assembler. On tiendra compte ici de la réserve d'usure de la protection contre la corrosion sous les conditions d'exploitation connues jusqu'au moment de la maintenance ou jusqu'à la limite de rupture. Les exigences techniques de la surface ou de la matière sont fixées conformément aux normes dans le texte de commande de l'article.

Il faut tenir compte que les coefficients de frottement pour les divers états de surface et de lubrification sont importants (voir page **T.020-T.022**). Les conditions de frottement dans les assemblages vissés sont déterminants pour la définition du couple de serrage adéquat selon VDI 2230. Il y a lieu s'observer DIN 18800 pour les assemblages HR zingués au feu.

Zingage galvanique

La protection contre la corrosion la plus connue et utilisée le plus souvent pour les vis est le zingage. Les autres désignations, telles que «galvanisation», «zingage galvanique», «promatisation» et «chromatisation» s'appliquent toutes au même procédé électrolytique.

Pour les revêtements galvanisés de pièces normalisées, les norme ISO 4042 sont applicables.

Zingage

Les pièces nettoyées préalablement passent dans un bain électrolytique, dans lequel l'anode en zinc est branchée sur le pôle plus et les pièces à zinguer forment le pôle moins. L'épaisseur du revêtement est déterminé par la durée de séjour dans le bain.

Korrosionsschutz

Passivieren (Chromatisieren)

Unmittelbar nach dem Verzinken werden die Teile in ein chromsäurehaltiges Bad getaucht. Dieser Vorgang heisst «Passivieren» oder «Chromatieren». Beim Passivieren wird die Oberfläche der Zinkschicht in eine Zinkchromschicht umgewandelt und die Korrosionsbeständigkeit ist wesentlich verbessert. Je nach Zusammensetzung des Chromsäurebades wird die Farbe der Oberfläche und die Qualität der Zinkschicht beeinflusst.

Feuerverzinkung

Der Verzinkungs-Vorgang besteht im Eintauchen der gereinigten Teile in das schmelzflüssige Zinkbad bei 450 bis 480° C (Normaltemperatur-Verzinkung).

Infolge der hohen Temperatur reagiert die Stahloberfläche mit dem Zink, und es bilden sich Eisen-Zink-Legierungsschichten. Dies erklärt die ausserordentlich hohe Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit der Feuerverzinkung gegen korrosive Angriffe. Die Verweilzeit im Zinkbad und das anschliessende Schleudern beeinflussen die Dicke des Zinküberzuges. Die ursprünglich glänzende Zinkschicht oxidiert und wird nach wenigen Tagen matt-hellgrau.

Die Lieferbedingungen für feuerverzinkte Teile sind in DIN 267 Teil 10 festgelegt und gelten für Schrauben und Muttern der Abmessungen M 6 bis M 36. Es ist eine Mindestschichtdicke von 40 µm vorgeschrieben. Das Bolzengewinde muss vor dem Feuerverzinken innerhalb des Genauigkeitsgrads 8 (grob) oder 6 (mittel) liegen. Durch den Überzug darf die Nulllinie des Bolzengewindes nicht überschritten werden.

Muttergewinde werden nicht feuerverzinkt, sondern nachträglich in den feuerverzinkten Rohling eingeschnitten. Werden Schrauben und Muttern in feuerverzinkter Ausführung zusammen (als Garnitur) geliefert, so kann nach Vereinbarung zwischen Besteller und Lieferer das Abmass auch in die Mutter gelegt werden.

Protection contre la corrosion

Passivation (chromatisation)

Immédiatement après le zingage, les pièces sont trempées dans un bain contenant de l'acide chromique. Ce procédé se nomme «passivation» ou «chromatisation». Par la passivation, la surface du zinc est densifiée et la durabilité est considérablement accrue. Selon la composition et la durée du bain acide, on modifie également la couleur et on influence la qualité de la couche de zinc.

Zingage par trempage (zingage à chaud)

Le procédé de zingage consiste à tremper les pièces nettoyées dans un bain de zinc fondu de 450 à 480° C (zingage à température normale).

Par suite de la température élevée, la surface de l'acier réagit avec le zinc et on obtient une couche d'alliage de fer-zinc. Cela explique la résistance extraordinairement élevée et la durabilité du zingage par trempage contre les attaques par la corrosion. La durée de séjour dans le bain et la centrifugation qui y suit influencent l'épaisseur de la couche de zinc. La couche de zinc initialement brillante s'oxyde avec l'oxygène de l'air et devient gris-clair et mate après quelques jours.

Les conditions de livraison pour les pièces zinguées sont fixées par DIN 267, partie 10. Elles sont applicables pour les vis et les écrous des dimensions M 6 à M 36. Une épaisseur de couche minimale de 40 µm est prescrite. Avant le zingage par trempage, les filetages des boulons doivent présenter une classe de précision 8 (grossier) ou 6 (moyen). La cote zéro du filetage du boulon ne doit pas être dépassée par le revêtement.

Les filetages des écrous ne sont pas zingués par trempage, mais taraudés ultérieurement dans les pièces brutes zinguées par trempages. Si les vis et les écrous sont livrés ensemble en exécution zinguée par trempage (sous forme de garniture), la tolérance de mesure peut également être placée sur l'écrou, après entente entre le commettant et le fournisseur.

Korrosionsschutz

Schichtdicken

Grundlagen für mögliche Schichtdicken bei Schrauben und Muttern sind nach ISO 4042 die Toleranzen für metrische ISO-Gewinde. Die Schichtdicken liegen je nach Gewindesteigung bei 5 bis 12 µm.

Beispiel für Kurzbezeichnung der galvanischen Oberflächen:

A 2 F

- Kennbuchstabe für Überzugsmetall
A = Zink (Zn)
- Kennzeichen für die Schichtdicke in µm
2 = 5 µm
- Kennbuchstabe für Glanzgrad, und Nachbehandlung
F = blank, Chromatierung bläulich

Überzugsmetall

Métal de revêtement

A = Zn	Zink/zinc
B = Cd	Cadmium/cadmium
C = Cu	Kupfer/cuivre
D = CuZn	Messing/laiton
E = Ni	Nickel/nickel
F = NiCr	Nickel-Chrom/ chrom-nickel
G = CuNi	Kupfer-Nickel/ nickel-cuivre
H = CuNiCr	Kupfer-Nickel-Chrom/ chrom-nickel-cuivre
J = Sn	Zinn/étain

Schichtdicke µm

Épaisseur du revêtement en µm

1 Metall 1 métal	2 Metalle 2 métaux
1 = 3 µm	--
2 = 5 µm	(2 + 3 µm)
3 = 8 µm	(3 + 5 µm)
4 = 12 µm	(4 + 8 µm)
5 = 15 µm	(5 + 10 µm)
6 = 20 µm	(8 + 12 µm)

Korrosionsbeständigkeit

Résistance à la corrosion

Verfahren Traitement	
A	200 %
B	200 %
C	300 %
D	300 %
F	200 %

Protection contre la corrosion

Épaisseur de la couche

La base des épaisseurs de couche possibles sur les vis et écrous est donnée par les tolérances de filetages métriques ISO, selon ISO 4042. Les épaisseurs des couches s'élèvent selon le pas de vis de 5 à 12 µm.

Exemple de désignation abrégée des surfaces galvaniques:

A 2 F

- Lettre indicative pour le métal de revêtement
A = zinc (Zn)
- Symbole pour l'épaisseur du revêtement en µm
2 = 5 µm
- Lettre indicative pour le degré de brillant et le traitement ultérieur
F = nu, chromatisé bleu

Nachbehandlung (Chromatierung)

Traitement ultérieur (chromation)

Bezeichnung Désignation	Glanzgrad Degré de brillant	Verfahren Procédé	Farbe	Couleur
A		A	farblos	incolore
B	mt	B	bläulich	bleuté
C	(matt/mat)	C	gelblich	jaune
D		D	oliv	olive
E		A	farblos	incolore
F	bk	B	bläulich	bleuté
G	(blank/nu)	C	gelblich	jaune
H		D	oliv	olive
J		A	farblos	incolore
K	gl	B	bläulich	bleuté
L	(glänzend/brillant)	C	gelblich	jaune
M		D	oliv	olive
P	beliebig/quelconque			
R	mt (matt/mat)	F	dunkel-	brun foncé
S	bl (blank/nu)	F	braun bis	à noir
T	gl (glänzend/brillant)	F	schwarz	

Korrosionsschutz

Protection contre la corrosion

Tabelle 30:
Schichtdicken für Teile mit Aussen-
gewinde nach ISO 4042

Tableau 30:
Epaisseurs des revêtements pour les pièces
avec filetage extérieur selon ISO 4042

Gewinde- steigung <i>p</i>	Gewinde- nenndurch- messer ¹⁾ <i>d</i>	Innengewinde Toleranzlage G		Toleranzlage g						Außengewinde Toleranzlage f						Toleranzlage e																									
		Grund- abmaß	Nenn- schicht- dicke max.	Grund- abmaß	Nennschichtdicke max.						Grund- abmaß	Nennschichtdicke max.						Grund- abmaß	Nennschichtdicke max.																						
					Alle Nenn- längen		Nennlänge <i>l</i>		Nennlänge <i>l</i>			Alle Nenn- längen		Nennlänge <i>l</i>		Nennlänge <i>l</i>			Alle Nenn- längen		Nennlänge <i>l</i>		Nennlänge <i>l</i>																		
mm	mm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm							
0,2		+17	3	-17	3	3	3	3																																	
0,25	1, 1,2	+18	3	-18	3	3	3	3																																	
0,3	1,4	+18	3	-18	3	3	3	3																																	
0,35	1,6(1,8)	+19	3	-19	3	3	3	3	-34	8	8	5	5																												
0,4	2	+19	3	-19	3	3	3	3	-34	8	8	5	5																												
0,45	2,5(2,2)	+20	5	-20	5	5	5	5	-35	8	8	5	5																												
0,5	3	+20	5	-20	5	5	5	5	-36	8	8	5	5	-50	12	12	10	8																							
0,6	3,5	+21	5	-21	5	5	5	5	-36	8	8	5	5	-53	12	12	10	8																							
0,7	4	+22	5	-22	5	5	5	5	-38	8	8	5	5	-56	12	12	10	8																							
0,75	4,5	+22	5	-22	5	5	5	5	-38	8	8	5	5	-56	12	12	10	8																							
0,8	5	+24	5	-24	5	5	5	5	-38	8	8	5	5	-60	15	15	12	10																							
1	6(7)	+26	5	-26	5	5	5	5	-40	10	10	8	8	-60	15	15	12	10																							
1,25	8	+28	5	-28	5	5	5	5	-42	10	10	8	8	-63	15	15	12	10																							
1,5	10	+32	8	-32	8	8	8	8	-45	10	10	8	8	-67	15	15	12	10																							
1,75	12	+34	8	-34	8	8	8	8	-48	12	12	8	8	-71	15	15	12	10																							
2	16(14)	+38	8	-38	8	8	8	8	-52	12	12	10	10	-71	15	15	12	10																							
2,5	20(18; 22)	+42	10	-42	10	10	10	10	-58	12	12	10	10	-80	20	20	15	12																							
3	24(27)	+48	12	-48	12	12	12	12	-63	15	15	12	12	-85	20	20	15	12																							
3,5	30(33)	+53	12	-53	12	12	12	12	-70	15	15	12	12	-90	20	20	15	12																							
4	36(39)	+60	15	-60	15	15	15	15	-75	15	15	12	12	-95	20	20	15	12																							
4,5	42(45)	+63	15	-63	15	15	15	15	-80	20	20	15	15	-100	25	25	20	15																							
5	48(52)	+71	15	-71	15	15	15	15	-85	20	20	15	15	-106	25	25	20	15																							
5,5	56(60)	+75	15	-75	15	15	15	15	-90	20	20	15	15	-112	25	25	20	15																							
6	64	+80	20	-80	20	20	20	20	-95	20	20	15	15	-118	25	25	20	15																							

¹⁾ Die Angabe der Regelgewindedurchmesser ist nur zur Information. Die entscheidende Größe ist die Gewindesteigung.
²⁾ Höchstwerte der Nennschichtdicke, wenn die Messung der örtlichen Schichtdicke vereinbart wurde.
³⁾ Höchstwerte der Nennschichtdicke, wenn die Messung der mittleren Schichtdicke des Loses vereinbart wurde.
Anmerkung: Weitere Abmaße für Gewinde speziell zur Aufbringung von dicken Überzügen sind in Tabelle C.1 angegeben.

Bei sehr langen oder dünnen Gewindedteilen ($\leq M 4$) können durch die galvanisch ungleichmäßige Schichtdickenverteilung Probleme bei der Gewindegängigkeit entstehen. Lösung: Produkte aus rost- und säurebeständigem Stahl A2/A4 einsetzen.

Toleranzlagen e und f sind unüblich und verlangen eine veränderte Gewindeherstellung. Mindestmengen, Lieferfristen und höhere Preise stellen die Wirtschaftlichkeit in Frage: deshalb sind Produkte aus rost- und säurebeständigem Stahl A 2/A 4 einzusetzen.

Muttergewinde haben aus galvano-technischen Gründen kaum messbare Schichten. Dies ist jedoch für die Praxis bedeutungslos, da die Innenseite besser geschützt und eine Fernschutzwirkung des verzinkten Schraubengewindes besteht.

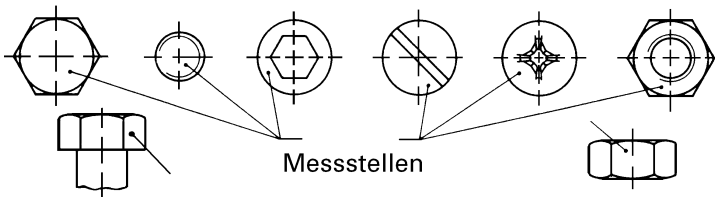
Dans les cas de très longues ou fines pièces filetées ($\leq M 4$), des problèmes de serrage du filetage peuvent être causés par une distribution irrégulière de l'épaisseur du revêtement due au procédé galvanique. Solution possible: utilisation de pièces en acier inoxydable et résistant aux acides A2/A4.

Les zones de tolérances e et f ne sont pas courantes et demandent une fabrication de filetage différente. Les quantités minimales, les délais de livraison et les prix plus élevés peuvent remettre l'aspect économique en question! Alternative: utilisation de pièces en acier inoxydable et résistant aux acides A 2/A 4.

Pour des raisons galvano-techniques, les filetages intérieurs ont des couches presque immesurables. Cela n'a pas de conséquences pratiques du fait que le côté intérieur est mieux protégé et que le filetage zingué de la vis possède un certain effet de protection à distance.

Mess-Stellen für die Schichtdicken

Points de mesure de l'épaisseur du revêtement



Korrosionsschutz

Wasserstoff-Versprödung

Bei der Galvanisierung wird an der Kathode neben dem Schichtmetall auch Wasserstoff entwickelt. Dieser Wasserstoff liegt in atomarer Form vor und diffundiert deshalb sehr rasch in die zu galvanisierenden Teile. Dadurch entsteht bei Teilen ab der Festigkeitsklasse 10.9 oder ab Festigkeiten von $> 1000 \text{ N/mm}^2$ (Feder- und Spannelemente etc.) die Gefahr eines wasserstoff-induzierten Sprödbruchs.

Durch einen besonderen Verzinkungsprozess (**«Promaduct 80»***), der die konsequente Einhaltung ganz bestimmter Parameter beim Beizen, Entfetten und Verzinken erfordert, wird die Versprödungsgefahr auf ein vernachlässigbares Restrisiko reduziert. Die Wirksamkeit dieses Verfahrens, welches als Alternative zu der sonst üblichen thermischen Nachbehandlung angewendet wird, wurde im jahrelangen praktischen Einsatz an vielen versprödungsanfälligen Teilen nachgewiesen.

Aber auch beim speziellen Verzinkungsverfahren «Promaduct 80» kann keine absolute Sicherheit gegen Wasserstoff bedingtes Verspröden geboten werden, da der Galvaniker Einflussgrößen, wie Grundmaterial-Zusammensetzung, mechanische Bearbeitung, Härtereprozess usw. nicht beeinflussen kann.

* **«Promaduct 80»** ist eine Markenbezeichnung der Promat-Verzinkerei A. Wyler, Bern.

Protection contre la corrosion

Fragilisation due à l'hydrogène

Lors de l'application du procédé de galvanisation, on a sur la cathode, en plus de la déposition du métal de revêtement, également formation d'hydrogène. Cet hydrogène se trouvant à l'état naissant, c'est-à-dire sous forme atomique, diffuse très rapidement dans les pièces à galvaniser.

Sur les pièces à partir de la classe de résistance 10.9 ou de résistance $> 1000 \text{ N/mm}^2$ (éléments élastiques, etc.), on risque des ruptures par fragilisation due à l'hydrogène. Par un procédé de zingage spécial (**«Promaduct 80»***) qui exige le respect conséquent de certains paramètres lors du décapage, du dégraissage et du zingage, le danger de fragilisation est réduit à un risque résiduel négligeable.

L'efficacité de ce procédé qui s'utilise en alternative au post-traitement thermique courant a été prouvée par l'utilisation pratique pendant plusieurs années, de nombreuses pièces fortement sujettes à la fragilisation.

Egalement dans le procédé de zingage spécial «Promaduct 80», on ne peut pas garantir absolument qu'il n'y a pas de fragilisation par l'hydrogène, car le galvaniste n'a pas d'influence sur les autres paramètres comme les propriétés du matériel, l'usinage mécanique, le procédé de trempe, etc.

* **«Promaduct 80»** est la désignation de marque de la société Promat-Verzinkerei A. Wyler, Berne.

Weitere galvanische Verfahren

Autres procédés galvaniques

Verfahren Procédés	Erläuterungen	Explications
Vernickeln Nickelage	Dient sowohl dekorativen Zwecken als auch dem Korrosionsschutz. Wegen der harten Schicht Anwendung im Elektroapparatebau. Bei Schrauben kein Abrieb des Überzuges. Nur im Innenausbau anwenden.	A la fois décoratif et anti-corrosion. Utilisé dans les appareils électriques à cause de la couche dure. Pas d'abrasion du revêtement lors du vissage. N'utiliser qu'à l'intérieur.
Verchromen Chromage	Meistens nach dem Vernickeln, Schichtdicke dann ca. $0,4 \mu\text{m}$. Wirkt sehr dekorativ, relativ teures Verfahren. Glanzverchromt/Mattverchromt/Polier-verchromt	Usuel après le nickelage, épaisseur du revêtement env. $0,4 \mu\text{m}$. Est très décoratif, application très coûteuse. Chromage brillant, mat ou poli
Vermessingen Laitonnage	für dekorative Zwecke geeignet, verbessert Haftfestigkeit von Gummi auf Stahl	Emploi surtout pour des besoins décoratifs, améliore l'adhérence du caoutchouc sur l'acier
Verkupfern Cuivrage	Als Zwischenschicht vor dem Vernickeln, Verchromen und Versilbern. Deckschicht für dekorative Zwecke.	Couche intermédiaire avant le nickelage, le chromage ou l'argenture. Revêtement utilisé à titre décoratif.
Verzinnen Etamage	Verbessert die Lötbarkeit (Weichlot), dient gleichzeitig als Korrosionsschutz. Keine thermische Nachbehandlung möglich.	Utilisé surtout pour faciliter le brasage (soudure tendre). Sert également de protection contre la corrosion. Traitement thermique ultérieur pas possible.
Eloxieren Eloxage	Durch anodische Oxydation wird bei Aluminium eine Schutzschicht erzeugt, die als Korrosionsschutz wirkt und das Verflecken verhindert. Für dekorative Zwecke alle Farbtöne möglich.	Par l'oxydation anodique, on obtient dans le cas de l'aluminium une couche protectrice, qui protège contre la corrosion et empêche la formation de taches. A titre décoratif, pratiquement toutes les couleurs possibles.

Korrosionsschutz

Geomet

Geomet ist eine anorganische Beschichtung aus chrompassivierten Zinklamellen. Die Beschichtung erfolgt im Tauch-Zentrifugierverfahren mit anschließendem Einbrennen bei 300° C.

Die Schichtdicke beträgt nach den üblichen zwei Tauch-Einbrennrunden 8 bis 10 µm. Die Korrosions-Beständigkeit entspricht etwas dem Verzinken-Passivieren. Das Aussehen ist metallisch matt-grau.

Schwärzen

Bei schwarzen Teilen unterscheiden wir vier Arten:

1. Warmgepresste Teile (= geschmiedet)

Durch den Schmiedevorgang erhalten die Teile ein naturschwarzes Aussehen. Sie werden in der Regel leicht eingeölt und gelangen so zur Anwendung.

2. Vergütete Teile (z.B. Sechskantschrauben DIN 931-8.8)

Durch die Vergütung erhalten die Teile ein naturschwarzes Aussehen. Das Abkühlen der auf ca. 450° C erwärmten Schrauben (Anlasstemperatur) erfolgt in einer speziellen Öl-Emulsion. Das Aussehen dieser einbrenn-geschwärzten Teile ist schwarz-glänzend; das Verfahren bildet einen leichten Korrosionsschutz.

3. «Schwärzen» – «Brünieren»

Das «Schwärzen-Brünieren» ist ein chemisches Verfahren, welches zur Farbgebung bei blanken Teilen angewandt wird. Es bildet einen sehr geringen Korrosionsschutz.

4. Verzinken-Schwarz-Passivieren

Dies ist ein galvanischer Prozess und ist im Abschnitt «Verzinken-Passivieren» beschrieben. Es bildet einen guten Korrosionsschutz und wirkt dekorativ.

Protection contre la corrosion

Geomet

Le Geomet est un revêtement inorganique en lamelles de zinc passivées au chrome. Le revêtement s'effectue par un procédé d'immersion et de centrifugation, suivi d'un traitement thermique à 300° C.

Après les deux séries d'immersion et de traitement thermique usuelles, l'épaisseur de la couche est de 8 à 10 µm. La résistance à la corrosion correspond approximativement à celle du zingage-passivation. L'aspect est gris mat métallique.

Noircissage

Parmi les pièces noircies, on distingue 4 types différents:

1. Pièces matricées à chaud (= forgées)

Par le procédé de matriçage, les pièces obtiennent une surface noire naturelle. Généralement, on les huile légèrement et elles s'utilisent telles quelles.

2. Pièces traitées (par ex. vis à tête six pans DIN 931-8.8)

Par le procédé d'amélioration, les pièces reçoivent un aspect noir naturel. Le refroidissement des vis chauffées à env. 450°C (température de revenu) s'effectue dans une émulsion d'huile spéciale. L'aspect de ces pièces noircies est noir brillant. Ce procédé procure une légère protection contre la corrosion.

3. «Noircir» – «brunir»

Le «noircissage-brunissage» proprement dit est un procédé chimique utilisé pour colorer les pièces blanches. Il forme une très faible protection contre la corrosion.

4. Zingage-passivation noire

C'est un procédé galvanique décrit au chapitre «zingage-passivation», il procure une très bonne protection contre la corrosion en étant décoratif.

RohS: Reduktion gefährlicher Stoffe (Restrictions of Hazardous Substances)

Im Hinblick auf eine nachhaltige Umweltentwicklung traten im Jahr 2006 folgende EU-Richtlinien in Kraft:

- EU-Richtlinie 2000/53/EG über Entsorgung Altfahrzeuge (ELV Richtlinie)
- EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ROHS Richtlinie)
- EU-Richtlinie 2002/96/EG über Vermeidung von Abfällen von Elektro- und Elektronikgeräten (WEEE Richtlinie)

Im Bereich der Verbindungselemente sind namentlich Bestandteile von Schwermetallen zu reduzieren. Hauptsächlich betroffen sind:

- **Bleilegierte Aluminiumprodukte** (für die zerspanende Bearbeitung)
 - Alternative + andere Aluminium-Werkstoffe (Blei < 0,4%)
- **sechswertiges Chrom** (für die Chromatierung von Schutzschichten)
 - Gelb-Chromatierung Alternative + Dickschichtpassivierung oder Versiegelung
 - Oliv-Chromatierung Alternative + anorganische Beschichtung grün/braun
 - Schwarz-Chromatiert Alternative + Zink-Eisen Schwarz-Passivierung
 - Dacromet-Beschichtung Alternative + Geomet-Beschichtung

Nicht betroffen sind:

- **blau-chromatierte Verzinkung:** Gewisse Zinküberzüge bei Schrauben und Muttern sind bereits mit dem umweltverträglichen 3-wertigen Chrom passiviert. Bei alten Teilen mit Cr-VI Blau-Chromatierung liegt der Anteil des gefährlichen Cr-VI unter der von der EU festgelegten Schädensgrenze von 0,1% Gewichtsanteilen.
- **bleilegiertes Automatenstahl:** Bis zu einer Grenze von 0,35% Gewichtsprozent ist die Bleilegierung im Stahl toleriert, da hier das Blei homogen im Werkstoff verteilt und somit gebunden ist.
- **bleilegierte Kupferlegierungen:** Bis zu einer Grenze von 4,0% Gewichtsprozent ist die Bleilegierung in Kupferlegierungen toleriert.

Sichern von Schraubenverbindungen

Die Vorspannkraft einer Schraubenverbindung kann während der Betriebsbeanspruchung durch zwei verschiedenartige Ursachen abfallen:

- durch Lockern infolge Setzens oder Kriechen der Schraubenverbindung
- durch selbsttätiges Losdrehen als Folge von Gleitbewegungen zwischen Schraube und Mutter.

Demgemäss wird unterschieden zwischen Setzsicherungen zum Ausgleich von Kriech- und Setzbeträgen und Losdreh-sicherungen, die das bei Gleitbewegungen entstehende «innere» Losdrehmoment blockieren. Die Verliersicherungen können ein teilweises Losdrehen nicht unterbinden, wohl aber das vollständige Auseinanderfallen der Schraubenverbindung.

Die auf dem Markt befindlichen Schraubsicherungen lassen sich ihrer Funktion nach in fünf Gruppen, ihrer Wirksamkeit nach in drei Gruppen zusammenfassen:

Sécurité des assemblages vissés

Pendant les sollicitations d'exploitation, la force de tension d'un assemblage vissé peut diminuer pour deux raisons différentes:

- par desserrage par suite du tassement ou du fluage de l'assemblage vissé.
- par desserrage par suite d'un mouvement relatif entre la vis et l'écrou.

On distingue donc entre les sécurités de tassement pour la compensation du fluage et du tassement et les sécurités anti-rotation qui sont en mesure de bloquer ou d'empêcher le mouvement relatif provoqué par le couple «interne» de desserrage. Finalement, les sécurités de perte ne peuvent pas empêcher un certain desserrage, mais en tout cas la séparation complète de l'assemblage vissé.

Les sécurités pour vis se trouvant sur le marché peuvent se subdiviser en 5 groupes en ce qui concerne la fonction, et en 3 groupes sous l'aspect de l'efficacité:

Ursache des Lösens Cause du desserrage	Einteilung der Sicherungselemente nach Subdivision des éléments de sécurité selon		
	Wirksamkeit Efficacité	Funktion Fonctionnement	Beispiele Exemples
Lockern durch Setzen Desserrage par tassement	Setzsicherung	mitverspannte federnde Elemente	Tellerfedern Spannscheiben Kombischrauben/-muttern
	Sécurité de tassement	Eléments de ressorts sous tension	Rondelles ressorts Rondelles élastiques Vis combinées/Écrous combinés
Losdrehen durch Aufhebung der Selbsthemmung Desserrage par suppression de l'autoblocage	Verliersicherung Sécurité de perte	Formschlüssige Elemente	Kronenmuttern/Splinte Schrauben mit Splintloch Drahtsicherung Scheibe mit Aussennase Ecrous créneaux/Goupilles fendues/Vis avec trou pour goupille Sécurité par fil de fer Rondelle avec nez extérieur
		Eléments liés par la forme	Muttern mit Klemmteil Muttern mit Kunststoffeinsatz Schrauben mit Kunststoffbeschichtung im Gewinde Gewindefurchende Schrauben Écrou avec élément de serrage Écrou avec arrêt en plastique Vis avec revêtement de plastique dans le filet Vis autoformeuses
	Losdreh-sicherung Sécurité de rotation	Sperrende Elemente	Sperrzahnschrauben Sperrzahnmuttern Vis à crans d'arrêt Ecrous à crans d'arrêt
		Eléments bloquants	Mikroverkapselung Flüssigklebstoff Microsertissage Colle liquide
		Klebende Elemente Eléments collants	

aus Merkblatt 302: Sicherungen für Schraubenverbindungen

Tiré de la fiche technique 302: Sécurité des assemblages vissés

Sichern von Schraubenverbindungen

Sécurité des assemblages vissés

Auswahldaten für Sicherungselemente

Die unterstehende Tabelle gibt für die fünf Gruppen eine Bewertungshilfe nach acht verschiedenen technischen und wirtschaftlichen Merkmalen. Wegen der grossen Variationsbreite muss die Entscheidung über das geeignete Sicherungselement unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen im Einzelfall getroffen werden.

Données pour le choix des éléments de sécurité

Le tableau ci-dessous indique pour les cinq groupes une aide d'évaluation selon huit caractéristiques techniques et économiques. En raison du grand domaine de variation, la décision en faveur d'un élément de sécurité approprié doit se prendre en considérant les conditions d'utilisation du cas particulier.

1 sehr gut/très bien 2 gut/bien 3 befriedigend/ satisfaisant 4 unbefriedigend/ insatisfaisant 5 schlecht/mauvais	Beispiel Exemple	Sicherungseigenschaften Caractéristiques de sécurité				Verletzen der Oberfläche Endommager la surface	Wiederverwendbarkeit Réutilisation	Montagekosten Frais de montage	Preis Prix
		Vorspannungserhaltung Conservation de la tension	gegen Verlieren contre la perte	abhängig von dem Gegenmaterial dépendant du con	abhängig von der Temperatur (bis ca 120° C) dépendant de la température (jusqu'à 120° C)				
mitverspannte federnde Elemente Eléments – ressorts sous tension	Federringe Rondelles-ressorts	4 – 5	4 – 5	3 – 5	1 – 2	3 – 5	2 – 4	1 – 4	1 – 4
formschlüssige Elemente Eléments liés par la forme	Kronenmuttern Ecrous à créneaux	3 – 4	2 – 4	1 – 2	1 – 2	1 – 2	3 – 5	4 – 5	3 – 5
klemmende Elemente Eléments coinçants	Muttern mit Klemmteil Ecrous avec élément de serrage	3 – 4	1 – 2	1 – 2	2 – 5	1 – 2	2 – 4	2 – 3	3 – 4
sperrende (ver- zahnnte) Elemente Eléments bloquants (dentés)	Sicherungsschrauben Tensilok/Verbus-Ripp/ Inbus-Ripp u.ä. Vis de sécurité Tensi- lok/Verbus-/Inbus-Ripp etc.	1 – 2	1 – 2	3 – 5	1 – 2	2 – 5	3 – 4	1 – 2	1 – 3
klebende Elemente Eléments collants	Mikroverkapselung Verbus-Plus/Inbus-Plus u.ä. Microsertissage Verbus-/Inbus-Plus etc.	1 – 2	1 – 2	1 – 2	4 – 5	1 – 2	4 – 5	1 – 4	1 – 4

aus Merkblatt 302: Sicherungen für Schraubenverbindungen

Tiré de la fiche technique 302: Sécurité des assemblages vissés

Ausschliesslich axial beanspruchte Schraubenverbindungen brauchen nicht zusätzlich gesichert werden. Bei sehr kurzen Schrauben der unteren Festigkeitsklassen kann die Verwendung von mitverspannten Elementen empfohlen werden (Setsicherung) wie z.B. Spanscheiben DIN 6796.

Bei Beanspruchungen, die überwiegend quer zur Schraubenachse wirken, kann es infolge unzureichender Vorspannkraft zum Schlupf zwischen den verspannten Teilen und damit zu Gleitbewegungen im Gewinde kommen; die Selbsthemmung in der Verbindung wird aufgehoben.

Les assemblages vissés sollicités uniquement axialement ne doivent pas être assurés spécialement. Pour les vis très courtes de la classe de résistance inférieure, l'utilisation d'éléments serrés par la vis peut néanmoins être recommandée (sécurité de tassement), par ex. sous forme d'éléments élastiques selon DIN 6796.

En cas de sollicitation agissant principalement perpendiculairement à l'axe de la vis, un glissement peut se produire par suite d'une force de tension insuffisante entre les parties sous tension, c'est-à-dire qu'on a un mouvement relatif dans le filetage.

Sichern von Schraubenverbindungen

Unter der Keilwirkung des Gewindes entsteht ein inneres Losdrehmoment, durch das ein selbsttätiges Losdrehen unter voller Vorspannung einsetzen kann. Geeignete Elemente können dieses innere Losdrehmoment aufnehmen, z.B. Verbus-Ripp®/Inbus-Ripp® oder Mikroverkapselung Verbus-Plus®/Inbus-Plus® (Losdrehsicherungen). Sofern man einen gewissen Vorspannungsabfall in Kauf nimmt, aber die Verbindung gegen ein Auseinanderfallen (Verlieren) sichern will, kommen auch formschlüssige und klemmende Elemente in Frage, z.B. Sicherung mit KAFLOK.

Folgende konstruktive Massnahmen verbessern die Haltbarkeit von Schraubenverbindungen:

Sichern gegen Lockern	
Massnahmen	Wirkung
Lange Schrauben ($l > 4 \times d$) Dehnschrauben Dehnhülsen	hohe Elastizität, minimaler Vorspannkraftverlust durch Setzen, höhere Dauerhaltbarkeit
Kein Einsatz von plastischen oder quasiplastischen Elementen, wenige Trennfugen	Verringern möglicher Setzverlust
Verbindungselemente mit Flansch	Grössere Auflagefläche; verhindert das Ueberschreiten der zulässigen Grenzflächenpressung. Grössere Toleranz \varnothing Bohrloch
U-Scheiben 200 HB	Gleiche Vorteile wie oben erwähnt, Einsatz bis Festigkeitsklasse 10.9

Sichern gegen Losdrehen	
Massnahmen	Wirkung
Lange Schrauben ($l > 4 \times d$) Dehnschrauben Dehnhülsen	Erhöhung der Nachgiebigkeit bei den Verbindungselementen
Grössere Dimensionen höhere Festigkeitsklassen	höhere Vorspannkraft; dadurch werden Relativbewegungen erschwert
Passschulterschrauben Zylinder-/Spannstifte	Verhinderung der Relativbewegungen zwischen den verspannten Teilen

Sécurité des assemblages vissés

L'autoblocage de l'assemblage est supprimé. Sous l'effet de coin du filetage, on obtient un couple de desserrage interne qui peut aboutir à une rotation de desserrage indépendante même sous pleine tension. Des éléments de sécurité appropriées peuvent prévenir cette rotation de desserrage, par ex. des sécurités Verbus-Ripp®/Inbus-Ripp® ou des microcapsulations Verbus-Plus®/Inbus-Plus® (sécurités de rotation). Si on accepte une certaine diminution de la tension et si on veut protéger l'assemblage contre la séparation et la perte, on peut aussi se servir d'éléments de sécurité à pincement ou engagement positif, par ex. les sécurités KAFLOK.

Les possibilités constructives suivantes pour assurer des assemblages vissés améliorent leur longévité:

Assurer contre la distension	
Mesures	Effet obtenu
Vis longues ($l > 4 \times d$) vis allégées Douille élastique	Elasticité élevée, perte de précontrainte minimum par tassement, longévité élevée
Pas d'utilisation d'éléments plastiques ou quasi-plastiques, peu de joints	Réduction des pertes possibles par tassement
Éléments d'assemblage à collerette	Surface d'appui accrue; évite le dépassement de la pression superficielle admissible. Tolérances plus grandes au \varnothing du trou à forer
Rondelles HB 200	Même avantages que ci-dessus. Utilisation jusqu'à la classe de résistance 10.9

Assurer contre le desserrage	
Mesures	Effet obtenu
Vis longues ($l > 4 \times d$) vis allégées Douille élastique	Augmentation de la souplesse des éléments d'assemblage
Dimensions plus grandes, classe de résistance plus élevées	Précontrainte plus élevée, ce qui rend plus difficiles les mouvements relatifs
Vis à épaules ajustées, goupilles cylindriques ou élastiques	Réduit ou empêche les mouvements relatifs entre les pièces serrées