

Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen

Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1988)
Deutsche Fassung EN 20 898-1:1991



EN 20 898
Teil 1

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **ISO 898-1**

Mechanical properties of fasteners; Part 1: Bolts, screws and studs;
(ISO 898-1:1988); German version EN 20 898-1:1991

Ersatz für
DIN ISO 898 T1/01.89

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation; Partie 1: Boulons, vis et goujons;
(ISO 898-1:1988); Version allemande EN 20 898-1:1991

Die Europäische Norm EN 20 898-1:1991 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

In die vorliegende Norm DIN EN 20 898 Teil 1 wurde die bisherige Norm DIN ISO 898 Teil 1, Ausgabe 01.89, inhaltlich unverändert übernommen. Die Änderung der Norm-Nummer war notwendig geworden, weil entsprechend einem Beschluß des DIN-Präsidiums, ab Juni 1991 EN-Normen nur noch in Form von DIN-EN-Normen in das Deutsche Normenwerk übernommen werden dürfen. Ähnliche Beschlüsse wurden auch von anderen CEN-Mitgliedsländern gefaßt. Damit soll die Transparenz des europäischen Normenwerks innerhalb der CEN-Mitgliedsländer verbessert werden.

Die Norm DIN EN 20 898 Teil 1 ist bei allen Produkten nach DIN-EN-Normen und DIN-ISO-Normen, in denen auf ISO 898-1 verwiesen wird, sowie nach DIN-Normen, die noch auf DIN ISO 898 Teil 1 Bezug nehmen, anzuwenden.

Im folgenden wird auf notwendige Ergänzungen hingewiesen, die wegen der Verpflichtung zur unveränderten Übernahme der Norm ISO 898-1:1988 nicht im Hauptteil dieser Norm vorgenommen werden konnten.

— In Abschnitt 2 sind zwei ISO-Normen als Entwürfe ausgewiesen. Diese sind inzwischen als Normen erschienen.

Im Text der Norm DIN EN 20 898 Teil 1 wird auf Internationale Normen verwiesen. Soweit die ISO-Normen mit Nationalen Normen oder Norm-Entwürfen identisch sind, werden diese im folgenden aufgeführt.

ISO 225 entspricht DIN EN 20 225
ISO 273 entspricht DIN EN 20 273
ISO 6157-1 entspricht DIN EN 26 157 Teil 1
ISO 6157-3 entspricht DIN EN 26 157 Teil 3

Zitierte Normen

Siehe Abschnitt 2

Frühere Ausgaben

DIN 266:03.31x; DIN 589:07.31,01.34; DIN Kr 550:03.36; DIN 267 Teil 1 und Teil 2:04.37; DIN 267:06.40,01.43,01.54,12.60; DIN 267 Teil 3:10.67; DIN 267 Teil 7:05.68; DIN ISO 898 Teil 1:04.79,01.89

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 898 T1/01.89 wurde folgende Änderung vorgenommen:

— Die Norm-Nummer wurde geändert.

Internationale Patentklassifikation

F 16 B 31/00
F 16 B 33/00
F 16 B 35/00

Fortsetzung 17 Seiten EN-Norm

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

DK 621.882.2-034.14 : 620.17

Deskriptoren: Verbindungselement, Bolzen, Schraube, Stiftschraube, Anforderung, mechanische Eigenschaft, Prüfung, Bezeichnung, Kennzeichnung

Deutsche Fassung

**Mechanische Eigenschaften von
Verbindungselementen**

Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1988)

Mechanical properties of fasteners – Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 898-1:1988)	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation – Partie 1: Boulons, vis et gou- jons (ISO 898-1:1988)
--	---

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1991-02-11 angenommen und ist dieselbe wie die obengenannte ISO-Norm.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Vorwort

1989 wurde ISO 898-1 : 1988 zum CEN Erstfragebogen-Verfahren vorgelegt.

Gemäß den Ergebnissen der Umfrage forderte das BT, CEN/TC 185 auf, eine prEN zur formellen Abstimmung vorzubereiten. CEN/TC hat beschlossen, ISO 898-1 : 1988 ohne Änderungen zur formellen Abstimmung vorzulegen.

Da der Text der Internationalen Norm ISO 898-1 : 1988 von CEN als Europäische Norm angenommen ist, sind folgende Länder gehalten, diese Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 898-1 : 1988 wurde von CEN als Europäische Norm ohne Abänderungen angenommen.

Anmerkung: In der ersten Zeile von Tabelle 5 und in den Kopfzeilen der Tabellen 6 und 8 ist das Symbol „ R_m “ durch „ $R_{m \min}$ “ zu ersetzen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	3	6 Zu ermittelnde mechanische Eigenschaften	7
2 Verweisungen auf andere Normen	3	7 Mindestbruchkräfte und Prüfkräfte	9
3 Bezeichnungssystem	3	8 Prüfverfahren	10
4 Werkstoffe	5	9 Kennzeichnung	15
5 Mechanische Eigenschaften	6	Anhang: Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen .	17

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 898 legt die mechanischen Eigenschaften für Schrauben bei Prüfung bei Raumtemperatur (siehe ISO 1) fest. Die Eigenschaften verändern sich bei höheren oder tieferen Temperaturen.

Dieser Teil von ISO 898 gilt für Schrauben

- mit Gewinde-Nenn Durchmesser $d \leq 39$ mm (Regel- und Feingewinde)
- mit ISO-Gewinde nach ISO 68,
- mit Durchmesser-Steigungs-Kombinationen nach ISO 261 und ISO 262
- mit Gewindetoleranzen nach ISO 965 – 1 und ISO 965 – 2
- mit beliebigen Formen
- aus unlegiertem oder legiertem Stahl.

Sie gilt nicht für Gewindestifte und ähnliche Verbindungselemente mit Gewinde (siehe ISO 898-5) und legt keine Anforderungen für Eigenschaften wie

- Schweißbarkeit
- Korrosionsbeständigkeit (siehe ISO 3506)
- Warmfestigkeit über +300 °C oder Kaltzähigkeit unter – 50 °C

fest.

Anmerkung: Das Bezeichnungssystem in diesem Teil von ISO 898 darf auch für Nenngrößen außerhalb des vorstehenden Anwendungsbereiches verwendet werden (z. B. $d > 39$ mm) unter der Voraussetzung, daß die Schrauben alle die der jeweiligen Festigkeitsklasse zugeordneten mechanischen Eigenschaften aufweisen.

2 Verweisungen auf andere Normen

ISO 1	Normbezugstemperaturen für industrielle Längenmessungen
ISO 68	ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung; Grundprofil
ISO 83	Stahl; Kerbschlagbiegeversuch (U-Probe)
ISO 225	Mechanische Verbindungselemente; Schrauben und Muttern; Kurzzeichen und Bezeichnung der Maße
ISO 261	Metrische ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung; Übersicht
ISO 262	Metrisches ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung; Gewindeauswahlreihen für Schrauben und Muttern
ISO 273	Mechanische Verbindungselemente; Durchgangslöcher für Schrauben
ISO 965 – 1	Metrisches ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung; Toleranzen; Teil 1: Grundlagen
ISO 965 – 2	Metrisches ISO-Gewinde für allgemeine Anwendung; Toleranzen; Teil 2: Grenzabmaße für handelsübliche Schrauben- und Muttergewinde; Toleranzklasse „mittel“
ISO 6157 – 1	Verbindungselemente; Oberflächenfehler; Teil 1: Schrauben für allgemeine Anforderungen ¹⁾
ISO 6157 – 3	Mechanische Verbindungselemente; Oberflächenfehler; Teil 3: Schrauben für spezielle Anforderungen ¹⁾
ISO 6506	Metallische Werkstoffe; Härteprüfung; Prüfung nach Brinell
ISO 6507 – 1	Metallische Werkstoffe; Härteprüfung; Prüfung nach Vickers; Teil 1: HV 5 bis HV 100
ISO 6507 – 2	Metallische Werkstoffe; Härteprüfung; Prüfung nach Vickers; Teil 2: HV 0,2 bis unter HV 5
ISO 6508	Metallische Werkstoffe; Härteprüfung; Prüfung nach Rockwell; Verfahren A, B, C, D, E, F, G, H, K
ISO 6892	Metallische Werkstoffe; Zugversuch

3 Bezeichnungssystem

Das Bezeichnungssystem für die Festigkeitsklassen von Schrauben zeigt Tabelle 1. Die Abzisse des Koordinatensystems gibt die Nennzugfestigkeit R_m in N/mm^2 an, die Ordinate nennt die Mindestbruchdehnung A_{min} in %.

Das Kennzeichen der Festigkeitsklasse besteht aus zwei Zahlen:

- die erste Zahl entspricht $1/100$ der Nennzugfestigkeit in N/mm^2 (siehe R_m in Tabelle 3)
- die zweite Zahl gibt das 10fache des Verhältnisses der unteren Streckgrenze R_{eL} (oder 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$) zur Nennzugfestigkeit R_m (Streckgrenzenverhältnis) an.

Die Multiplikation beider Zahlen ergibt $1/10$ der Streckgrenze in N/mm^2 .

Die untere Streckgrenze R_{eL} (oder 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$) und die Mindestzugfestigkeit R_m sind gleich oder größer als die Nennwerte (siehe Tabelle 3).

¹⁾ Z. Z. Entwurf

Tabelle 1. **Bezeichnungssystem der Festigkeitsklassen**

Nennzugfestigkeit R_m N/mm ²		300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400		
Mindestbruchdehnung A_{min} , %	7												
	8					6.8				12.9			
	9												
	10								10.9				
	12				5.8				9.8 ¹⁾				
	14							8.8					
	16												
	18												
	20												
	22				5.6								
	25			4.6									
	30	3.6											
Verhältnis Streckgrenze zur Zugfestigkeit													
Zweite Zahl des Bezeichnungssystems										.6	.8	.9	
$\frac{\text{untere Streckgrenze } R_{eL} \text{ oder } 0,2\% \text{-Dehngrenze } R_{p0,2}}{\text{Nennzugfestigkeit } R_m} \cdot 100$										%	60	80	90
¹⁾ Gilt nur für Gewinde-Nenn Durchmesser $d \leq 16$ mm.													

Anmerkung: Die aufgeführten Festigkeitsklassen in diesem Teil von ISO 898 gelten nicht alle grundsätzlich für alle Arten genormter Schrauben. In den einzelnen Produktnormen ist eine sinnvolle Auswahl der Festigkeitsklassen getroffen worden. Eine derartige Auswahl wird auch bei Anwendung der Festigkeitsklassen für nicht genormte Schrauben empfohlen.

4 Werkstoffe

Tabelle 2 enthält Stähle für die Schrauben der verschiedenen Festigkeitsklassen.

Die Mindest-Anlaßtemperaturen nach Tabelle 2 sind für die Festigkeitsklassen 8.8 bis 12.9 in allen Fällen verbindlich.

Die chemische Zusammensetzung der Werkstoffe ist nur für solche Schrauben verbindlich, die nicht im Zugversuch geprüft werden können.

Tabelle 2. **Stähle**

Festigkeits- klasse	Werkstoff und Wärmebehandlung	Chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %) Stückanalyse				Anlaß- Temperatur °C
		C		P	S	
		min.	max.	max.	max.	
3.6¹⁾	Kohlenstoffstahl	—	0,20	0,05	0,06	—
4.6¹⁾		—	0,55	0,05	0,06	
4.8¹⁾						
5.6		0,15	0,55	0,05	0,06	
5.8¹⁾		—	0,55	0,05	0,06	
6.8¹⁾						
8.8²⁾	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen oder Kohlenstoffstahl, abgeschreckt und angelassen	0,15 ³⁾	0,40	0,035	0,035	425
		0,25	0,55	0,035	0,035	
9.8	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	
10.9⁴⁾	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen	0,15 ³⁾	0,35	0,035	0,035	340
10.9⁵⁾	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
		0,20 ³⁾	0,55	0,035	0,035	
		0,20	0,55	0,035	0,035	
12.9^{5), 6)}	Legierter Stahl, abgeschreckt und angelassen ⁷⁾	0,20	0,50	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 Härte sicherzustellen.

3) Bei Kohlenstoffstählen mit Bor als Zusatz und einem Kohlenstoffgehalt unter 0,25 % (Schmelzanalyse) muß ein Mangan-gehalt von mindestens 0,60 % für Festigkeitsklasse 8.8 und 0,70 % 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 härtbar 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.

5 Mechanische Eigenschaften

Die mechanischen Eigenschaften von Schrauben nach Tabelle 3 gelten für Prüfungen nach Abschnitt 8 bei Raumtemperatur.

Tabelle 3. **Mechanische Eigenschaften von Schrauben**

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 ^{4), 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 $F = 30 D^2$	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 in J	min.	–		25	–		30	30	25	20	15		
5.13	Kopfschlagzähigkeit	kein Bruch												
5.14	Mindesthöhe der nicht entkohlten Gewindezone E	–					$\frac{1}{2} H1$		$\frac{2}{3} H1$	$\frac{3}{4} H1$				
	Maximale Tiefe der Auskohlung G mm	–					0,015							

- 1) Bei Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 mit Gewindedurchmesser $d \leq 16 \text{ mm}$ besteht ein erhöhtes Abstreifrisiko für Muttern, wenn die Schraubenverbindung über die Prüfkraft der Schraube hinaus angezogen wird. Die 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 Mindest-Zugfestigkeiten 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 $R_{p0,2}$.

6 Zu ermittelnde mechanische Eigenschaften

Für die Prüfung der mechanischen Eigenschaften von Schrauben sind in Tabelle 5 zwei Prüfprogramme, A und B, angegeben, denen die in Abschnitt 8 beschriebenen Prüfverfahren zugrunde liegen.

Die Anwendung des Prüfprogrammes B ist stets erwünscht, bei Produkten mit Bruchkräften unter 500 kN jedoch verbindlich. Prüfprogramm A ist für abgedrehte Proben und für Schrauben geeignet, deren Schaftquerschnitt kleiner als der Spannungsquerschnitt ist.

Tabelle 4. **Schlüssel für die Prüfprogramme** (siehe Tabelle 5)

Nenngröße	Schrauben mit Gewinde-Nenndurchmesser $d \leq 4 \text{ mm}$ oder Länge $l < 2,5 d^1)$	Schrauben mit Gewinde-Nenndurchmesser $d > 4 \text{ mm}$ und Länge $l \geq 2,5 d$
Entscheidende Prüfung für die Annahme	○	●
1) Ferner Schrauben mit Kopf- oder Schaftformen, die schwächer sind als der Gewindeteil.		

Tabelle 5. Prüfprogramme A und B für Annahmeprüfungen

Die Prüfverfahren gelten für die Bestimmung der mechanischen, nicht jedoch der chemischen Eigenschaften.

Prüf- gruppe	Eigenschaft		Prüfprogramm A				Prüfprogramm B			
			Versuchsart		Festigkeitsklasse		Versuchsart		Festigkeitsklasse	
					3,6, 4,6 5,6,	8,8, 9,8 10,9 12,9			3,6, 4,6 4,8, 5,6 5,8, 6,8	8,8, 9,8 10,9 12,9
I	5.1 und 5.2	Mindestzug- festigkeit R_m	8.1	Zugversuch	●	●	8.2	Zugversuch ¹⁾	●	●
	5.3	Mindesthärte ²⁾	8.3	Härte- prüfung ³⁾	○	○	8.3	Härte- prüfung ³⁾	○	○
	5.4 und 5.5	Maximale Härte			●	●			●	●
	5.6	Maximale Ober- flächenhärte			○	○			●	○
II	5.7	Mindestwert der unteren Streck- grenze R_{eL}	8.1	Zugversuch	●					
	5.8	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$	8.1	Zugversuch		●				
	5.9	Spannung unter Prüfkraft S_p					8.4	Prüfkraft- versuch	●	●
III	5.10	Mindestbruch- dehnung A_{min}	8.1	Zugversuch	●	●				
	5.11	Festigkeit unter Schrägzug- belastung ⁴⁾					8.5	Schrägzug- versuch ¹⁾	●	●
IV	5.12	Mindest-Kerb- schlagarbeit	8.6	Kerbschlag- biege- versuch ⁵⁾	● ⁶⁾	●	8.6			
	5.13	Kopfschlag- zähigkeit ⁷⁾					8.7	Kopfschlag- versuch	○	○
V	5.14	Maximale Randentkohlung	8.8	Entkohlungs- prüfung		● ○	8.8	Entkohlungs- prüfung		● ○
	5.15	Mindest- Anlaßtemperatur	8.9	Wiederanlaß- versuch		● ○	8.9	Wiederanlaß- versuch		● ○
	5.16	Oberflächen- zustand	8.10	Prüfung des Oberflächen- zustandes	● ○	● ○	8.10	Prüfung des Oberflächen- zustandes	● ○	● ○

- 1) Falls der Schrägzugversuch bestanden wurde, ist der axiale Zugversuch nicht erforderlich.
2) Die Mindesthärten gelten nur für Schrauben mit Nennlängen $l < 2,5 d$ und für solche Produkte, die nicht im Zugversuch geprüft werden können (z. B. wegen der Kopfform).
3) Die Härte kann nach Vickers, Brinell oder Rockwell geprüft werden. In Zweifelsfällen gilt die Härteprüfung nach Vickers.
4) Schrauben mit Kopfformen, die schwächer sind als der Gewindeteil, sind vom Schrägzugversuch ausgeschlossen.
5) Nur für Schrauben mit Gewinde-Nenndurchmessern $d \geq 16$ mm und nur nach Vereinbarung.
6) Nur für Festigkeitsklasse 5.6.
7) Nur für Schrauben mit Gewinde-Nenndurchmessern $d \leq 16$ mm und Längen, die zu kurz für einen Schrägzugversuch sind.

7 Mindestbruchkräfte und Prüfkräfte

Siehe Tabellen 6, 7, 8 und 9

Tabelle 6. **Mindestbruchkräfte – metrisches ISO-Regelgewinde**

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	1 660	2 010	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 7. **Prüfkräfte – metrisches ISO-Regelgewinde**

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
		Prüfkraft ($A_s \cdot S_p$) in N									
M 3	5,03	910	1 130	1 560	1 410	1 910	2 210	2 290	3 270	4 180	4 880
M 3,5	6,78	1 220	1 530	2 100	1 900	2 580	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M 4	8,78	1 580	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M 5	14,2	2 560	3 200	4 400	3 980	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M 6	20,1	3 620	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 600	13 100	16 700	19 500
M 7	28,9	5 200	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M 8	36,6	6 590	8 240	11 400	10 200	13 900	16 100	21 200	23 800	30 400	35 500
M 10	58,0	10 400	13 000	18 000	16 200	22 000	25 500	33 700	37 700	48 100	56 300
M 12	84,3	15 200	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900 ²⁾	54 800	70 000	81 800
M 14	115	20 700	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700 ²⁾	74 800	95 500	112 000
M 16	157	28 300	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000 ²⁾	102 000	130 000	152 000
M 18	192	34 600	43 200	59 500	53 800	73 000	84 500	115 000	–	159 000	186 000
M 20	245	44 100	55 100	76 000	68 600	93 100	108 000	147 000	–	203 000	238 000
M 22	303	54 500	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	–	252 000	294 000
M 24	353	63 500	79 400	109 000	98 800	134 000	155 000	212 000	–	293 000	342 000
M 27	459	82 600	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	275 000	–	381 000	445 000
M 30	561	101 000	126 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	–	466 000	544 000
M 33	694	125 000	156 000	215 000	194 000	264 000	305 000	416 000	–	570 000	673 000
M 36	817	147 000	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	490 000	–	678 000	792 000
M 39	976	176 000	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	586 000	–	810 000	947 000

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

²⁾ Für Stahlbauschrauben gilt 50 700, 68 800 bzw. 94 500 N.

Tabelle 8. **Mindestbruchkräfte – metrisches ISO-Feingewinde**

Gewinde	Nenn- Spannungs- querschnitt 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	323 000	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 9. **Prüfkräfte – metrisches ISO-Feingewinde**

Gewinde	Nenn- Spannungs- querschnitt 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
		Prüfkraft ($A_s \cdot S_p$) in N									
M 8 × 1	39,2	7 060	8 820	12 200	11 000	14 900	17 200	22 700	25 500	32 500	38 000
M 10 × 1	64,5	11 600	14 500	20 000	18 100	24 500	28 400	37 400	41 900	53 500	62 700
M 12 × 1,5	88,1	15 900	19 800	27 300	24 700	33 500	38 800	51 100	57 300	73 100	85 500
M 14 × 1,5	125	22 500	28 100	38 800	35 000	47 500	55 000	72 500	81 200	104 000	121 000
M 16 × 1,5	167	30 100	37 600	51 800	46 800	63 500	73 500	96 900	109 000	139 000	162 000
M 18 × 1,5	216	38 900	48 600	67 000	60 500	82 100	95 000	130 000	–	179 000	210 000
M 20 × 1,5	272	49 000	61 200	84 300	76 200	103 000	120 000	163 000	–	226 000	264 000
M 22 × 1,5	333	59 900	74 900	103 000	93 200	126 000	146 000	200 000	–	276 000	323 000
M 24 × 2	384	69 100	86 400	119 000	108 000	146 000	169 000	230 000	–	319 000	372 000
M 27 × 2	496	89 300	112 000	154 000	139 000	188 000	218 000	298 000	–	412 000	481 000
M 30 × 2	621	112 000	140 000	192 000	174 000	236 000	273 000	373 000	–	515 000	602 000
M 33 × 2	761	137 000	171 000	236 000	213 000	289 000	335 000	457 000	–	632 000	738 000
M 36 × 3	865	156 000	195 000	268 000	242 000	329 000	381 000	519 000	–	718 000	838 000
M 39 × 3	1030	185 000	232 000	319 000	288 000	391 000	453 000	618 000	–	855 000	999 000

8 Prüfverfahren

8.1 Zugversuch an abgedrehten Proben

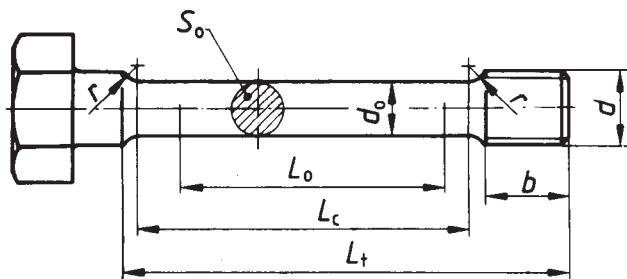
Die folgenden Eigenschaften werden an abgedrehten Proben im Zugversuch nach ISO 6892 geprüft.

- Zugfestigkeit R_m
- Untere Streckgrenze R_{eL} oder 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$
- Prozentuale Bruchdehnung $A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100$

Für den Zugversuch ist die in Bild 1 gezeigte Probe zu verwenden.

Bei vergüteten Schrauben mit $d > 16$ mm darf die Verringerung des Schaftdurchmessers beim Abdrehen nicht mehr als 25 % des Ausgangsdurchmessers (entsprechend etwa 44 % der Querschnittsfläche) betragen.

Schrauben in den Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 (kaltverformt) dürfen nur als ganze Schrauben im Zugversuch geprüft werden (siehe Abschnitt 8.2).



- d* Gewinde-Nenndurchmesser
- d₀* Schaftdurchmesser der Probe (*d₀* < Kerndurchmesser des Gewindes)
- b* Gewindelänge (*b* ≥ *d*)
- $L_0 = 5 d_0$ oder $(5,65 \sqrt{S_0})$
- L_c* Länge des zylindrischen Schaftes der Probe (*L_c* + *d₀*)
- L_t* Gesamtlänge der Probe (*L_c* + 2 *r* + *b*)
- L_u* Länge nach dem Bruch
- S₀* Querschnittsfläche
- r* Übergangsradius (*r* ≥ 4 mm)

Bild 1. Zugprobe

8.2 Zugversuch an ganzen Schrauben

Der Zugversuch an ganzen Schrauben ist in gleicher Weise wie der Zugversuch an abgedrehten Proben (siehe Abschnitt 8.1) durchzuführen. Er ist zur Ermittlung der Zugfestigkeit bestimmt. Grundlage der Berechnung der Zugfestigkeit *R_m* ist der Spannungsquerschnitt *A_s*.

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

darin ist

- d₂**) Flankendurchmesser des Gewindes (Nennmaß)
- d₃* Kerndurchmesser des Fertigungsprofils des Gewindes (Nennmaß)

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

mit

- d₁**) Kerndurchmesser des Grundprofils
- H* Höhe des Profildreiecks des Gewindes

Bei der Prüfung von ganzen Schrauben gelten die Kräfte der Tabellen 6 bis 9.

Bei der Durchführung des Versuches muß eine freie Gewindelänge von mindestens 1 *d* belastet sein. Der Bruch darf nur in diesem freien Gewindeteil oder im Schaft eintreten und nicht im Übergang zwischen Kopf und Schaft. Die Prüfmutter muß entsprechend gestaltet sein.

Die Belastungsgeschwindigkeit soll 25 mm/min nicht überschreiten. Die Prüfeinrichtung muß so gestaltet sein, daß keine Biegespannungen auftreten können.

8.3 Härteprüfung

Für Routineprüfungen darf die Härte auf dem Kopf, dem Schaft oder der Kuppe einer Schraube ermittelt werden, nachdem etwaiger Oberflächenschutz entfernt und die Probe entsprechend vorbereitet ist.

Für Schrauben der Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 ist die Härteprüfung auf der Kuppe der Schraube (Gewindeende) durchzuführen.

Wird die maximale Härte bei dieser Prüfung überschritten, so ist ein zweiter Versuch an einem Querschnitt 1 *d* vom Schraubenende entfernt auf der Mitte des Radius durchzuführen, wobei die maximale Härte den festgelegten Wert nicht überschreiten darf. In Zweifelsfällen gilt die Härteprüfung nach Vickers.

Die Prüfung der Oberflächenhärte soll am Schraubenende oder auf einer Schlüsselfläche durchgeführt werden. Die entsprechende Stelle ist für die Prüfung nur leicht zu schleifen oder zu polieren, damit reproduzierbare Prüfergebnisse erzielt werden und die ursprüngliche Oberfläche erhalten bleibt. Für die Prüfung der Oberflächenhärte gilt in Zweifelsfällen die Vickers-Prüfung HV 0,3.

Die nach HV 0,3 ermittelte Oberflächenhärte ist, um einen realistischen Vergleich zu haben, mit der ebenfalls nach HV 0,3 ermittelten Kernhärte zu vergleichen und der relative Anstieg, der bis zu 30 Vickersseinheiten betragen darf, ist zu ermitteln. Eine Härtesteigerung um mehr als 30 Vickersseinheiten bedeutet Aufkohlung.

Für die Festigkeitsklassen 8.8 bis 12.9 ist der Unterschied zwischen gemessener Kernhärte und gemessener Oberflächenhärte entscheidend für die Beurteilung des Kohlungszustandes der Oberflächenschicht der Schraube.

Zwischen der Härte und der Zugfestigkeit muß bei Schrauben keine direkte Beziehung bestehen. Höchstwerte der Härte sind aus anderen Gründen als aus Festigkeitsüberlegungen gewählt worden, z. B. um Versprödung zu vermeiden.

Anmerkung: Es muß sorgfältig unterschieden werden zwischen einem Härteanstieg durch Aufkohlung und dem Härteanstieg durch Wärmebehandlung oder durch Kaltverfestigung der Oberfläche.

8.3.1 Härteprüfung nach Vickers

Die Vickershärte ist nach ISO 6507 zu prüfen.

8.3.2 Härteprüfung nach Brinell

Die Brinellhärte ist nach ISO 6506 zu prüfen.

8.3.3 Härteprüfung nach Rockwell

Die Rockwellhärte ist nach ISO 6508 zu prüfen.

8.4 Prüfkraftversuch an ganzen Schrauben

Der Prüfkraftversuch gliedert sich in

- a) Aufbringen der festgelegten Prüfkraft (siehe Bild 2) und
- b) Messen der bleibenden Dehnung, falls eine solche durch die Prüfkraft verursacht wurde.

Die Prüfkraft nach den Tabellen 7 und 9 soll in einer Zugprüfmaschine axial auf die Schraube aufgebracht und 15 s gehalten werden. Die freie belastete Gewindelänge über der Mutter soll 6 Gewindegänge (6 *P*) betragen.

Für Schrauben mit Gewinde bis Kopf soll der freie belastete Gewindeteil so genau wie praktisch möglich 6 *P* betragen.

Um die bleibende Dehnung zu messen, muß die Schraube an beiden Enden Zentrierbohrungen (Kegelwinkel 60°) aufweisen. Vor und nach dem Aufbringen der Prüfkraft muß die Länge der Schraube mit einem Meßgerät mit kugeligen Meßflächen gemessen werden. Bei der Messung sind Handschuhe oder Zangen zu benutzen, um Meßfehler möglichst klein zu halten.

Die Bedingungen des Versuches gelten als erfüllt, wenn die gemessene Schraubenlänge nach dem Versuch bei einer Meßunsicherheit von ± 12,5 µm mit der vor dem Versuch gemessenen Schraubenlänge übereinstimmt.

Die Prüfgeschwindigkeit soll 3 mm/min nicht überschreiten. Die Prüfeinrichtung muß so gestaltet sein, daß keine Biegespannungen auftreten können.

Verschiedene Einflußgrößen, wie die Geradheit der Probe und die Koaxialität des Gewindes können zusammen mit dem Meßfehler zu einer scheinbaren Längenänderung der

*) Siehe ISO 965 - 1

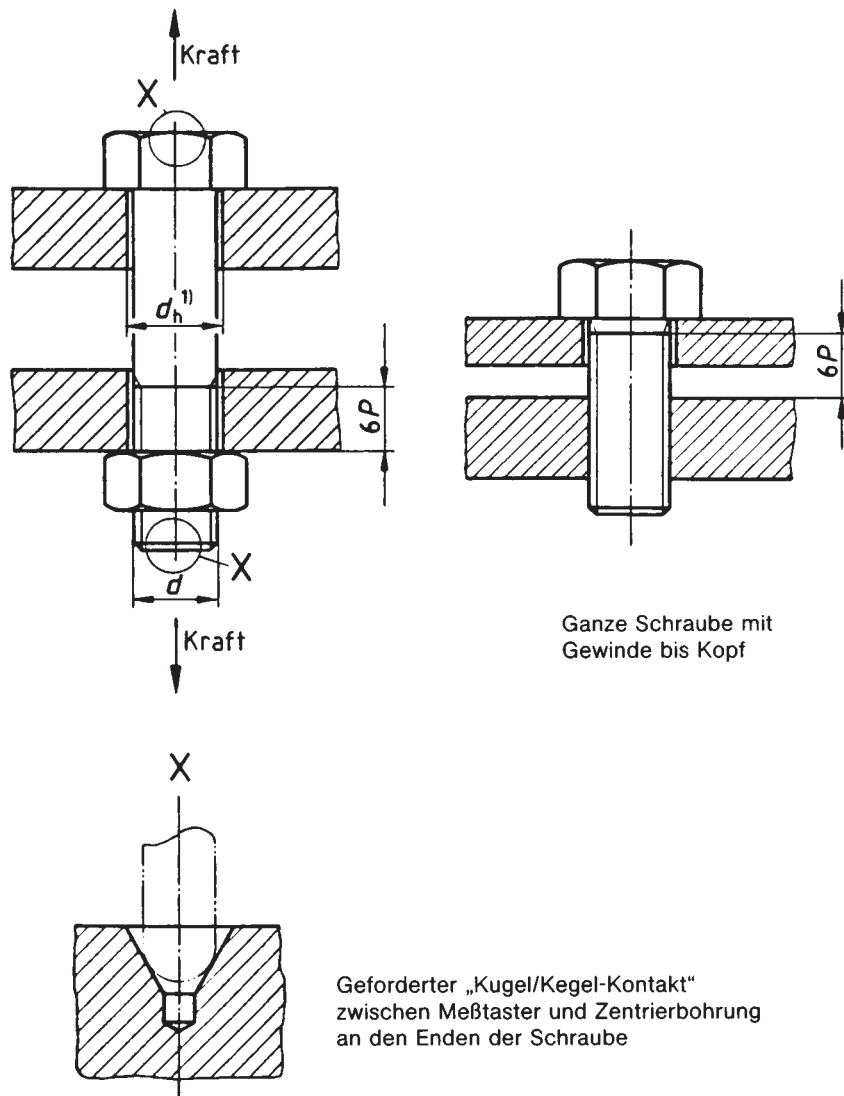


Bild 2. Aufbringen der Prüfkraft auf ganze Schrauben

Schraube führen, wenn die Prüfkraft erstmals aufgebracht wird. In solchen Fällen ist deshalb ein zweiter Versuch mit einer um 3% größeren Kraft durchzuführen. Der zweite Versuch gilt als bestanden, wenn die danach ermittelte Länge mit einer zulässigen Meßunsicherheit von 12,5 µm mit der nach dem ersten Versuch übereinstimmt.

8.5 Schrägzugversuch an ganzen Schrauben

(gilt nicht für Stiftschrauben)

Der Schrägzugversuch ist nach Bild 3 durchzuführen.

Der Abstand zwischen dem Gewindeauslauf und der Mutter der Spannvorrichtung soll mindestens 1 d betragen. Eine gehärtete Keilscheibe mit den Maßen nach Tabelle 10 und Tabelle 11 ist unter dem Schraubenkopf anzuordnen. Die Schraube muß im Zugversuch bis zum Bruch belastet werden.

Die Bedingungen dieses Versuches sind erfüllt, wenn der Bruch im Schaft oder freien Gewindeteil eintritt und nicht im Übergang vom Schaft zum Kopf. Die Schraube muß vor dem Bruch die für die jeweilige Festigkeitsklasse gültige Mindest-Zugfestigkeit entweder bei diesem Schrägzugversuch oder aber bei einem zusätzlichen Axialzugversuch erreichen.

Bei Schrauben mit Gewinde bis Kopf sind die Bedingungen des Schrägzugversuches auch dann erfüllt, wenn der Bruch im Gewindeteil beginnt und von dort in den Übergang zum Kopf oder in den Kopf selbst hineinreicht.

Für Schrauben der Produktklasse C soll ein Radius $r_1 = r_{\max} + 0,2$ mm verwendet werden.

$$\text{wobei } r_{\max} = \frac{d_{a \max} - d_{s \min}}{2}$$

Anmerkung: Die Kurzzeichen r , d_a und d_s sind in ISO 225 erläutert.

1) d_h nach DIN ISO 273, Reihe mittel (siehe Tabelle 10)

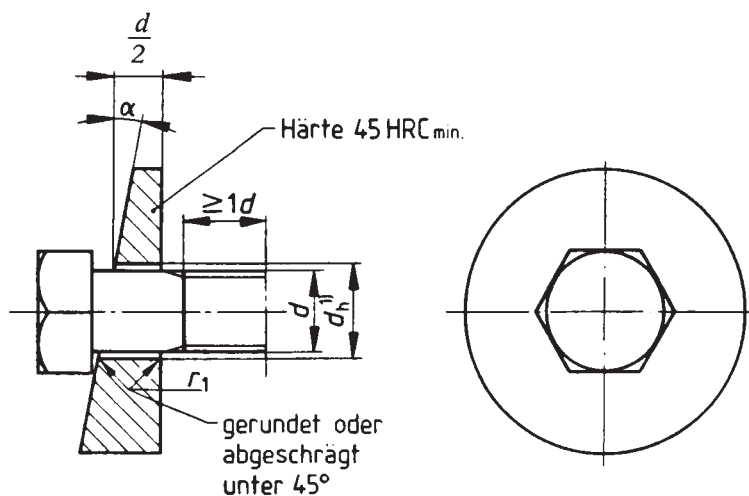


Bild 3. Schrägzugversuch an ganzen Schrauben

Tabelle 10. Lochdurchmesser für Schrägzugversuch

Maße in mm

Gewinde-Nenndurchmesser d	3	3,5	4	5	6	7	8	10	12	14
d_h	3,4	3,9	4,5	5,5	6,6	7,6	9	11	13,5	15,5
r_1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	1,3

Gewinde-Nenndurchmesser d	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39
d_h	17,5	20	22	24	26	30	33	36	39	42
r_1	1,3	1,3	1,3	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Tabelle 11. Keilwinkel

Gewinde-Nenndurchmesser der Schraube mm	Festigkeitsklasse			
	Schrauben mit gewindefreier Schaftlänge $l_s \geq 2 d$		Schrauben mit Gewinde bis Kopf oder gewindefreier Schaftlänge $l_s < 2 d$	
	3,6, 4,6, 4,8, 5,6 5,8, 8,8, 9,8, 10,9	6,8, 12,9	3,6, 4,6, 4,8, 5,6 5,8, 8,8, 9,8, 10,9	6,8, 12,9
	$\alpha \pm 30'$			
$d \leq 20$	10°	6°	6°	4°
$20 < d \leq 39$	6°	4°	4°	4°

Bei Schrauben mit Kopfdurchmesser über $1,7 d$, die beim Schrägzugversuch durchfallen, darf der Kopf auf einen Durchmesser von $1,7 d$ abgedreht und der Versuch mit einem Keilwinkel entsprechend Tabelle 11 wiederholt werden.

Bei Schrauben mit Kopfdurchmesser über $1,9 d$ darf anstelle des 10°-Keilwinkels ein solcher von 6° verwendet werden.

8.6 Kerbschlagbiegeversuch an bearbeiteten Proben

Der Kerbschlagbiegeversuch ist nach ISO 83 durchzuführen. Die Probe muß axial möglichst nahe der Oberfläche der Schraube entnommen werden, und zwar so, daß die nichtgekerbte Seite der Probe zur Oberfläche der Schraube gerichtet ist. Der Kerbschlagbiegeversuch ist nur bei Schrauben mit Gewinde-Nenndurchmessern $d \geq 16$ mm möglich.

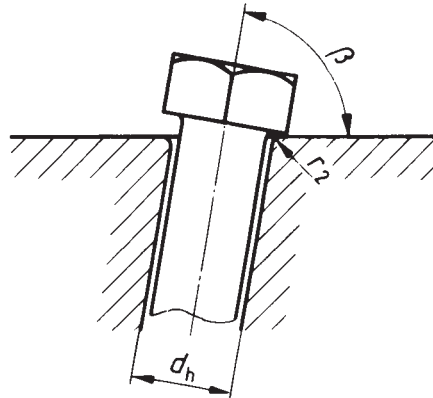
8.7 Kopfschlagversuch an ganzen Schrauben mit $d \leq 16$ mm und kurzen Längen, die einen Schrägzugversuch nicht zulassen

Der Kopfschlagversuch ist nach Bild 4 durchzuführen.

Der Kopf der Schraube muß sich durch mehrere Hammerschläge um den Winkel $90^\circ - \beta$ biegen lassen, ohne daß sich Anrisse im Übergang vom Schaft zum Kopf zeigen, wenn mit mindestens 8facher und höchstens 10facher Vergrößerung geprüft wird.

1) d_h entsprechend ISO 273, Reihe mittel (siehe Tabelle 10)

Bei Schrauben mit Gewinde bis Kopf ist ein Anreißen im ersten Gewindegang zulässig, sofern der Kopf nicht abplatzt.



Anmerkung 1: Werte für d_h und r_2 (wobei $r_2 = r_1$), siehe Tabelle 10

Anmerkung 2: Die Dicke der Prüfplatte soll $> 2 d$ sein.

Bild 4. Kopfschlagversuch

Tabelle 12. Werte für Winkel β

Festigkeitsklasse	3.6	4.6	5.6	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
β	60°			80°						

8.8 Bestimmung des Kohlunzustandes

Mit Hilfe der in den Abschnitten 8.8.2.1 oder 8.8.2.2 angegebenen Meßmethoden ist an einem Längsschliff des Gewindes zu prüfen, ob die Höhe der Zone des Grundmetalls (E) und die Tiefe der vollständig entkohlten Zone (G) innerhalb festgelegter Grenzen liegen (siehe Bild 5).

Der Größtwert von G und die Formeln für den Mindestwert von E sind in Tabelle 3 festgelegt.

8.8.1 Begriffe

8.8.1.1 Grundmetallhärte ist die Härte nahe der Randschicht im Verlauf vom Kern zum Außendurchmesser unmittelbar bevor ein Anstieg oder Abfall in Erscheinung tritt, der auf Aufkohlung oder Entkohlung hinweist.

8.8.1.2 Entkohlung ist der allgemeine Begriff für eine Verringerung des Kohlenstoffgehaltes in der Randschicht handelsüblicher Stähle.

8.8.1.3 Teilweise Entkohlung (Abkohlung) ist eine Entkohlung, bei der die Verringerung des Kohlenstoffgehaltes eine hellere Schattierung des angelassenen Martensits und eine deutlich niedrigere Härte als im Grundmetall verursacht.

8.8.1.4 Vollständige Entkohlung (Auskohlung) ist eine Entkohlung mit so starker Verringerung des Kohlenstoffgehaltes, daß ein rein ferritisches Gefüge entsteht.

8.8.1.5 Rückkohlung ist das Rückgängigmachen einer Randentkohlung durch Wärmebehandeln in einer Ofenatmosphäre mit entsprechend geregelttem Kohlenstoffpotential.

8.8.1.6 Aufkohlung ist eine Anreicherung der Randschicht mit Kohlenstoff über den Kohlenstoffgehalt des Grundmetalls hinaus.

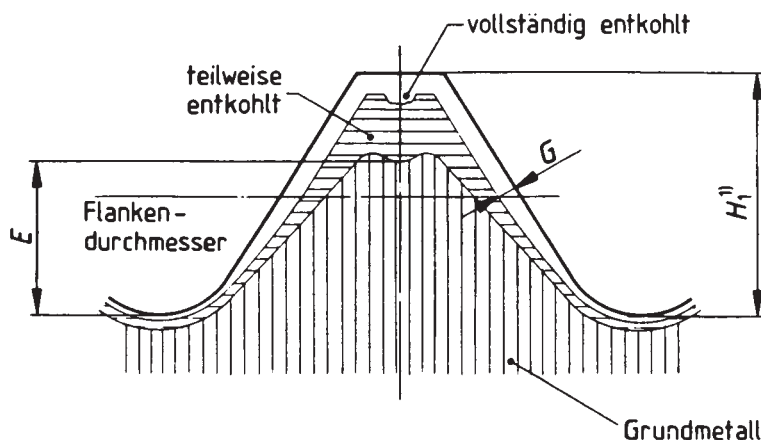


Bild 5. Entkohlungszonen

1) H_1 = Gewindetiefe des Bolzensgewindes unter Maximal-Material-Bedingung

8.8.2 Prüfverfahren

8.8.2.1 Mikroskopische Bestimmung

Die mikroskopische Prüfung erlaubt die Bestimmung von E und G .

Sie ist an einem Längsschliff im Gewinde durchzuführen, der ungefähr $1 d$ vom Gewindeende angebracht ist, nachdem die jeweilige Wärmebehandlung der Schraube abgeschlossen ist. Die Probe ist entweder in einer Schliffklemme aufzunehmen oder vorzugsweise in Kunststoff einzubetten.

Die Schlifffläche ist nach dem Schleifen zu polieren und mit 3%iger Salpetersäure zu ätzen, damit die durch Entkohlung verursachte Veränderung der Mikrostruktur erkennbar wird. Falls nichts anderes vereinbart wird, ist für die Prüfung ein Mikroskop mit einer Vergrößerung von 100 : 1 zu verwenden. Falls das Mikroskop eine Mattscheibe besitzt, kann die Entkohlungstiefe unmittelbar mit einem Maßstab gemessen werden. Wird ein Meßokular benutzt, soll ein Fadenkreuz oder ein Maßstab vorhanden sein.

8.8.2.2 Bestimmung durch Härteprüfung (Schiedsverfahren für die Bestimmung der teilweisen Entkohlung)

Die Bestimmung des Entkohlungszustandes im Gewinde vergüteter Schrauben durch Härteprüfung ist nur bei Gewinden mit mindestens 1,25 mm Steigung möglich.

Die Härte nach Vickers HV 0,3 ist an drei Stellen entsprechend Bild 6 zu bestimmen. Die Formeln für E sind in Tabelle 3 festgelegt. Die Meßstelle 3 muß auf der Flankendurchmesserlinie in dem den Meßstellen 1 und 2 benachbarten Gewindezahn liegen.

Die Vickers-Härte an der Meßstelle 2 muß gleich oder größer als die an der Meßstelle 1 minus 30 HV 0,3 sein. Die Höhe der nicht-entkohlten Zone E muß mindestens den Werten nach Tabelle 13 entsprechen.

Die Vickers-Härte an der Meßstelle 3 muß gleich oder geringer als die an der Meßstelle 1 plus 30 HV 0,3 sein.

Eine vollständige Entkohlung bis zu den maximalen Werten nach Tabelle 3 kann nicht durch Härtemessung geprüft werden.

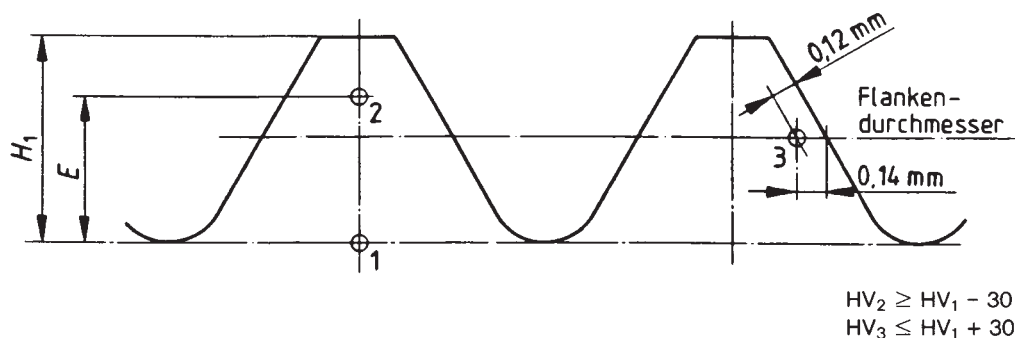


Bild 6. Härtemeßpunkte zur Prüfung des Kohlungszustandes

Tabelle 13. Werte für H_1 und E

Gewindesteigung $P^{1)}$ mm		0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	
H_1 mm		0,307	0,368	0,429	0,491	0,613	0,767	0,920	1,074	1,227	1,534	1,840	2,147	2,454	
Festigkeitsklasse	8,8, 9,8	E_{min} mm	0,154	0,184	0,215	0,245	0,307	0,384	0,460	0,537	0,614	0,767	0,920	1,074	1,227
	10,9		0,205	0,245	0,286	0,327	0,409	0,511	0,613	0,716	0,818	1,023	1,227	1,431	1,636
	12,9		0,230	0,276	0,322	0,368	0,460	0,575	0,690	0,806	0,920	1,151	1,380	1,610	1,841

1) Für P bis 1 mm nur mikroskopische Prüfung.

8.9 Wiederanlaßversuch

Die Mittelwerte aus drei Härtemessungen an einer Schraube jeweils vor und nach dem Wiederanlassen mit einer Temperatur 10°C unter der festgelegten Mindest-Anlaßtemperatur und einer Haltezeit von 30 min dürfen um nicht mehr als 20 Vickersseinheiten differieren.

8.10 Bestimmung des Oberflächenzustandes

Bei Anwendung des Prüfprogrammes A ist der Oberflächenzustand nach ISO 6157 Teil 1 oder ISO 6157 Teil 3 vor dem Abdrehen der Proben zu prüfen.

9 Kennzeichnung

9.1 Kennzeichen

Kennzeichen der Festigkeitsklassen für Schrauben sind in der Tabelle 14 aufgeführt.

Tabelle 14. Kennzeichen

Festigkeitsklasse	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Kennzeichen ^{1), 2)}	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	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 (siehe Tabelle 2) muß das Kennzeichen der Festigkeitsklasse unterstrichen sein: 10.9.

9.2 Identifizierung

9.2.1 Sechskantschrauben

Für die Kennzeichnung von Sechskantschrauben sind die in Abschnitt 3 beschriebenen Kennzeichen der Festigkeitsklassen zu verwenden.

Diese Kennzeichnung ist obligatorisch für alle Festigkeitsklassen und ist vorzugsweise auf dem Schraubenkopf (erhöht oder vertieft) oder auf einer Schlüsselfläche vertieft anzubringen (siehe Bild 7).

Die Kennzeichnung ist vorgeschrieben für Sechskantschrauben mit Gewinde- Nenndurchmesser $d \geq 5$ mm, wo immer die Form der Schraube dies zuläßt (vorzugsweise am Schraubenkopf).

9.2.2 Zylinderschrauben mit Innensechskant

Für die Kennzeichnung von Zylinderschrauben mit Innensechskant sind die in Abschnitt 3 beschriebenen Kennzeichen der Festigkeitsklassen zu verwenden.

Diese Kennzeichnung ist obligatorisch für Festigkeitsklassen gleich oder größer 8.8 und ist vorzugsweise auf der Zylinderfläche des Kopfes (vertieft) oder auf der Kopfoberfläche (erhöht oder vertieft) anzubringen (siehe Bild 8).

Die Kennzeichnung ist vorgeschrieben für Zylinderschrauben mit Innensechskant mit Gewinde- Nenndurchmesser $d \geq 5$ mm, wo immer die Form der Schraube eine Kennzeichnung zuläßt (vorzugsweise am Kopf).

Eine Kennzeichnung nach dem in ISO 898-2 für Muttern festgelegten Uhrzeigersystem ist für kleine Zylinderschrauben mit Innensechskant wahlweise zugelassen.

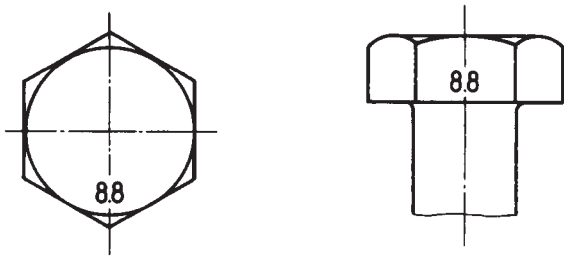


Bild 7. Beispiele für die Kennzeichnung von Sechskantschrauben

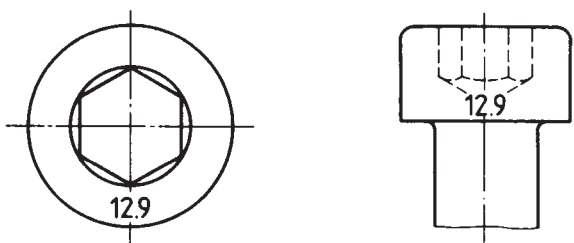


Bild 8. Beispiele für die Kennzeichnung von Zylinderschrauben mit Innensechskant

9.2.3 Stiftschrauben

Für die Kennzeichnung von Stiftschrauben sind die in Abschnitt 3 beschriebenen Kennzeichen der Festigkeitsklassen zu verwenden.

Diese Kennzeichnung ist obligatorisch für Festigkeitsklassen gleich oder größer 8.8 und ist vorzugsweise auf der Kuppe des Gewindeendes vertieft anzubringen (siehe Bild 9). Bei Stiftschrauben mit Festsitzgewinde am Einschraubende muß das Kennzeichen der Festigkeitsklasse auf der Kuppe des Mutterendes angebracht sein.

Die Kennzeichnung ist vorgeschrieben für Stiftschrauben mit Gewinde- Nenndurchmessern ab 5 mm.

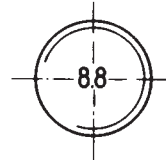


Bild 9. Kennzeichnung von Stiftschrauben

Eine wahlweise Kennzeichnung nach Tabelle 15 ist für Stiftschrauben zugelassen.

Tabelle 15. Wahlweise Kennzeichnungen für Stiftschrauben

Festigkeitsklasse	8.8	9.8	10.9	12.9
Kennzeichen	○	+	□	△

9.2.4 Andere Arten von Schrauben

Die Kennzeichen der Festigkeitsklassen nach den Abschnitten 9.2.1 und 9.2.2 sollen auch für andere Arten von Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6, 5.6 und aller Festigkeitsklassen gleich oder größer 8.8 angewendet werden, entweder durch entsprechende Angaben in den einzelnen Produktnormen oder bei Sonderteilen nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Besteller.

9.3 Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde

Schrauben mit Linksgewinde sind mit einem Symbol nach Bild 10 entweder auf der Oberfläche des Kopfes oder auf der Kuppe des Gewindeendes zu kennzeichnen. Diese Kennzeichnung ist vorgeschrieben für Schrauben mit Gewinde- Nenndurchmessern ab 5 mm.

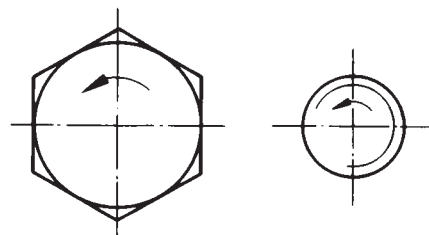


Bild 10. Kennzeichnung von Linksgewinde

Schrauben mit Linksgewinde können wahlweise auch mit einer Rille über die Sechskantecken entsprechend Bild 11 gekennzeichnet werden.

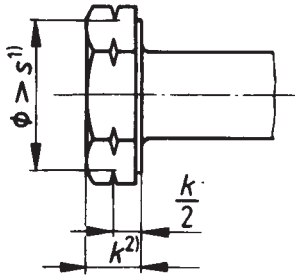


Bild 11. Wahlweise Kennzeichnung von Linksgewinde

9.4 Wahlweise Kennzeichnung

Die Verwendung der wahlweisen Kennzeichnungsarten nach Abschnitt 9.1 bis 9.3 bleibt dem Hersteller freigestellt.

9.5 Herkunftszeichen

Alle Schrauben, für die eine Kennzeichnung der Festigkeitsklasse vorgeschrieben ist, müssen auch mit einem Herkunftszeichen gekennzeichnet sein.

- 1) s Schlüsselweite
2) k Kopfhöhe

Anhang

Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen

(Dieser Anhang ist nicht Teil der Norm)

Tabelle 16. Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen

Festigkeits- klasse	Temperatur				
	+ 20 °C	+ 100 °C	+ 200 °C	+ 250 °C	+ 300 °C
	Untere Streckgrenze R_{eL} oder 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ²				
5.6	300	270	230	215	195
8.8	640	590	540	510	480
10.9	940	875	790	745	705
12.9	1100	1020	925	875	825

Die angegebenen Werte gelten nur als Anhalt für die Minderung der Streckgrenzen bei Schrauben, die unter erhöhten Temperaturen geprüft werden. Sie sind nicht für die Annahmeprüfung von Schrauben bestimmt.