

DIN EN ISO 898-1

DIN

ICS 21.060.10

Ersatz für
DIN EN ISO 898-1:1999-11

**Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus
Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl –
Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen –
Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1:2009);
Deutsche Fassung EN ISO 898-1:2009**

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel –
Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes –
Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-1:2009);
German version EN ISO 898-1:2009

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier
allié –
Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées –
Filetages à pas gros et filetages à pas fin (ISO 898-1:2009);
Version allemande EN ISO 898-1:2009

Gesamtumfang 67 Seiten

Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV) im DIN



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 898-1:2009) wurde vom ISO/TC 2 „Fasteners“ in Zusammenarbeit mit dem CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet. Das zuständige Deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 067-02-01 AA „Mechanische Eigenschaften für Schrauben aus Stahl“ im Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV).

Hinweis zur Anwendung dieser Norm:

Bei Erfordernissen von Festigkeiten über 1 200 MPa wird empfohlen, Schrauben der Festigkeitsklasse 12.9 einzusetzen.

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

ISO 68-1	siehe DIN ISO 68-1	ISO 965-4	siehe DIN ISO 965-4
ISO 225	siehe DIN EN 20225	ISO 4042	siehe DIN EN ISO 4042
ISO 261	siehe DIN ISO 261	ISO 6157-1	siehe DIN EN 26157-1
ISO 262	siehe DIN ISO 262	ISO 6157-3	siehe DIN EN 26157-3
ISO 273	siehe DIN EN 20273	ISO 6506-1	siehe DIN EN ISO 6506-1
ISO 724	siehe DIN ISO 724	ISO 6507-1	siehe DIN EN ISO 6507-1
ISO 898-2	siehe DIN EN 20898-2	ISO 6508-1	siehe DIN EN ISO 6508-1
ISO 898-5	siehe DIN EN ISO 898-5	ISO 7500-1	siehe DIN EN ISO 7500-1
ISO 898-7	siehe DIN EN 20898-7	ISO 10683	siehe DIN EN ISO 10683
ISO 965-1	siehe DIN ISO 965-1	ISO 10684	siehe DIN EN ISO 10684
ISO 965-2	siehe DIN ISO 965-2	ISO 16426	siehe DIN EN ISO 16426

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 898-1:1999-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich überarbeitet;
- b) Tabelle 2 „Stähle“ überarbeitet;
- c) mechanische Eigenschaften in Tabelle 3 überarbeitet;
- d) Prüfprogramme A und B wurden durch sechs Prüfreiheiten abgelöst;
- e) Erweiterung der Prüfverfahren in Abschnitt 9;
- f) Aufnahme der Kennzeichnung für Schrauben mit verminderter Belastbarkeit;
- g) Aussagen zum Einsatztemperaturbereich im Anhang B modifiziert;
- h) Anhänge A und C zur Bruchdehnung ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN 266: 1931x-03
 DIN 589: 1931-07, 1934-01
 DIN Kr 550: 1936-03
 DIN 267: 1940-06, 1943-01, 1954-01, 1960-12
 DIN 267-1: 1937-04
 DIN 267-2: 1937-04
 DIN 267-3: 1967-10
 DIN 267-7: 1968-05
 DIN ISO 898-1: 1979-04, 1989-01
 DIN EN 20898-1: 1992-04
 DIN EN ISO 898-1: 1999-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 20225, *Mechanische Verbindungselemente — Schrauben und Muttern — Bemaßung*

DIN EN 20273, *Mechanische Verbindungselemente — Durchgangslöcher für Schrauben*

DIN EN 20898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften — Regelgewinde*

DIN EN 20898-7, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 7: Torsionsversuch und Mindest-Bruchdrehmomente für Schrauben mit Nenndurchmesser 1 mm bis 10 mm*

DIN EN 26157-1, *Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 1: Schrauben für allgemeine Anforderungen*

DIN EN 26157-3, *Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 3: Schrauben für spezielle Anforderungen*

DIN EN ISO 898-5, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 5: Gewindestifte und ähnliche nicht auf Zug beanspruchte Verbindungselemente*

DIN EN ISO 4042, *Verbindungselemente — Galvanische Überzüge*

DIN EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung*

DIN EN ISO 10683, *Verbindungselemente — Galvanische Überzüge*

DIN EN ISO 10684, *Verbindungselemente — Feuerverzinkung*

DIN EN ISO 16426, *Verbindungselemente — Qualitätssicherungssystem*

DIN ISO 68-1, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Grundprofil — Teil 1: Metrisches Gewinde*

DIN ISO 261, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Übersicht*

DIN ISO 262, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Auswahlreihen für Schrauben, Bolzen und Muttern*

DIN ISO 724, *Metrische ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Grundmaße*

DIN ISO 965-1, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 1: Prinzipien und Grundlagen*

DIN ISO 965-2, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 2: Grenzmaße für Außen- und Innengewinde allgemeiner Anwendung; Toleranzklasse mittel*

DIN ISO 965-4, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 4: Grenzmaße für feuerverzinkte Außengewinde, passend für Innengewinde der Toleranzfeldlagen H oder G nach Aufbringung des Überzuges*

Deutsche Fassung

Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus
Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl —
Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen —
Regelgewinde und Feingewinde
(ISO 898-1:2009)

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel
and alloy steel —
Part 1: Bolts, screws and studs with specified property
classes —
Coarse thread and fine pitch thread
(ISO 898-1:2009)

Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en
acier au carbone et en acier allié —
Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité
spécifiées —
Filetages à pas gros et filetages à pas fin
(ISO 898-1:2009)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Februar 2009 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Bezeichnungssystem für Festigkeitsklassen	11
6 Werkstoffe	11
7 Mechanische und physikalische Eigenschaften	13
8 Eignung von Prüfverfahren	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Belastbarkeit von Schrauben	17
8.3 Kontrolle durch den Hersteller	18
8.4 Kontrolle durch den Lieferanten	18
8.5 Kontrolle durch den Kunden	18
8.6 Ausführbare Prüfungen für Gruppen von Schrauben und abgedrehte Proben.....	19
9 Prüfverfahren	26
9.1 Schrägzugversuch an fertigen Schrauben (keine Stiftschrauben)	26
9.2 Zugversuch an fertigen Schrauben zur Bestimmung der Zugfestigkeit R_m	30
9.3 Zugversuch an ganzen Schrauben zur Bestimmung der Bruchverlängerung A_f und der 0,004 8 d Dehngrenze R_{pf}	33
9.4 Zugversuch für Schrauben, die aufgrund der Kopfgeometrie nicht in der freien belasteten Gewindelänge brechen	36
9.5 Zugversuch für Schrauben mit Dehnschaft.....	37
9.6 Prüfkraftversuch an fertigen Schrauben	38
9.7 Zugversuch an abgedrehten Proben	40
9.8 Kopfschlagversuch.....	43
9.9 Härteprüfung	45
9.10 Entkohlungsprüfung.....	47
9.11 Aufkohlungsprüfung	50
9.12 Wiederanlassversuch	51
9.13 Torsionsversuch	52
9.14 Kerbschlagbiegeversuch an spanend hergestellten Proben	53
9.15 Prüfung auf Oberflächenfehler.....	54
10 Kennzeichnung	54
10.1 Allgemeines	54
10.2 Herstellerzeichen	54
10.3 Kennzeichnung und Bezeichnung von Schrauben mit voller Belastbarkeit.....	54
10.4 Kennzeichnung und Bezeichnung von Schrauben mit Geometrie bedingter reduzierter Belastbarkeit	58
10.5 Kennzeichnung von Verpackungen.....	59
Anhang A (informativ) Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Bruchverlängerung bzw. Bruchdehnung	60
Anhang B (informativ) Einfluss höherer Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften von Schrauben	61
Anhang C (informativ) Bruchverlängerung an ganzen Schrauben A_f	62
Literaturhinweise	63

Bilder

Bild 1 — Keil für Schrägzugversuch an fertigen Schrauben	27
Bild 2 — Beispiele für Prüfvorrichtungen	31
Bild 3 — Kraft-Verlängerungs-Kurve zur Bestimmung der Bruchverlängerung A_f	34
Bild 4 — Kraft-Verlängerungs-Kurve zur Bestimmung der $0,0048d$ Dehngrenze R_{pf}	35
Bild 5 — Beispiel für den Prüfaufbau zum Aufbringen der Prüfkraft auf fertige Schrauben	39
Bild 6 — Abgedrehte Probe für den Zugversuch	42
Bild 7 — Prüfvorrichtung für den Kopfschlagversuch	44
Bild 8 — Kreisfläche zur Härtemessung	46
Bild 9 — Entkohlungszonen	47
Bild 10 — Härtemesspunkte zur Prüfung von Entkohlung und Aufkohlung	49
Bild 11 — Beispiele für die Kennzeichnung von Sechskantschrauben und Schrauben mit Außensechsrund	56
Bild 12 — Beispiele für die Kennzeichnung von Zylinderschrauben mit Innensechskant	56
Bild 13 — Beispiel für die Kennzeichnung von Flachrundschrauben mit Vierkantansatz	56
Bild 14 — Beispiel für die Kennzeichnung von Stiftschrauben	57
Bild 15 — Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde	58
Bild 16 — Wahlweise Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde	58

Tabellen

Tabelle 1 — Verhältnis der Nennstreckgrenze zur Nennzugfestigkeit	11
Tabelle 2 — Stähle	12
Tabelle 3 — Mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben	14
Tabelle 4 — Mindestbruchkräfte — Metrisches ISO-Regelgewinde	15
Tabelle 5 — Prüfkraft — Metrisches ISO-Regelgewinde	16
Tabelle 6 — Mindestbruchkräfte — Metrisches ISO-Feingewinde	16
Tabelle 7 — Prüfkraft — Metrisches ISO-Feingewinde	17
Tabelle 8 — Prüfreihe FF1 — Fertige Schrauben mit voller Belastbarkeit	20
Tabelle 9 — Prüfreihe FF2 — Fertige Stiftschrauben mit voller Belastbarkeit	21
Tabelle 10 — Prüfreihe FF3 — Fertige Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit auf Grund der Kopfgestaltung	22
Tabelle 11 — Prüfreihe FF4 — Fertige Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit, z. B. wegen eines Dehnschaftes	23
Tabelle 12 — Prüfreihe MP1 — An abgedrehten Proben ermittelte Werkstoffeigenschaften	24
Tabelle 13 — Prüfreihe MP2 — An fertigen Schrauben mit voller Belastbarkeit ermittelte Werkstoffeigenschaften	25
Tabelle 14 — Gewindetoleranzklassen von Adaptern mit Innengewinde	27

Tabelle 15 — Lochdurchmesser und Keilradius	28
Tabelle 16 — Keilwinkel α für Schrägzugversuch.....	28
Tabelle 17 — Winkel β des festen Blocks für den Kopfschlagversuch.....	44
Tabelle 18 — Werte für die Gewindehöhe des Schraubengewindes unter Maximal-Material-Bedingung, H_1 , und der Mindesthöhe der nichtentkohlten Gewindezone, E_{\min}	48
Tabelle 19 — Kennzeichen für Schrauben mit voller Belastbarkeit	55
Tabelle 20 — Uhrzeigersystem zur Kennzeichnung von Schrauben mit voller Belastbarkeit	55
Tabelle 21 — Alternative Kennzeichen für Stiftschrauben.....	57
Tabelle 22 — Kennzeichen für Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit	59
Tabelle A.1 — Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Bruchverlängerung bzw. Bruchdehnung.....	60
Tabelle C.1 — Bruchverlängerung an ganzen Schrauben A_f	62

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 898-1:2009) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2 „Fasteners“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 898-1:1999.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 898-1:2009 wurde vom CEN als EN ISO 898-1:2009 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ISO 898 besteht aus folgenden Teilen mit dem allgemeinen Titel *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl*:

- Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde
- Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkräften — Regelgewinde
- Teil 5: Gewindestifte und ähnliche nicht auf Zug beanspruchte Verbindungselemente
- Teil 6: Muttern mit festgelegten Prüfkräften — Feingewinde
- Teil 7: Torsionsversuch und Mindest-Bruchdrehmomente für Schrauben mit Nenndurchmessern 1 mm bis 10 mm

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 898 legt mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl fest, die in einem Bereich der Umgebungstemperatur von 10 °C und 35 °C geprüft werden.

Schrauben (im Englischen als „fastener“ bezeichnet, wenn gleichzeitig „bolts“, „screws“ und „studs“ angesprochen werden), die den Anforderungen dieser Norm entsprechen, werden in diesem Bereich der Umgebungstemperatur bewertet. Es kann sein, dass sie die festgelegten mechanischen und physikalischen Eigenschaften bei höheren Temperaturen (siehe Angaben in Anhang B) und/oder niedrigeren Temperaturen nicht beibehalten.

ANMERKUNG 1 Schrauben, die den Anforderungen dieses Teils von ISO 898 entsprechen, werden für Anwendungen in dem Bereich zwischen -50 °C und +150 °C eingesetzt. Anwender sollten für Temperaturen außerhalb des Bereiches von -50 °C und +150 °C sowie bis zu einer Höchsttemperatur von +300 °C einen erfahrenen Metallurgen für Verbindungselemente konsultieren, um die geeignete Wahl für die vorgesehene Anwendung zu treffen.

ANMERKUNG 2 Informationen zur Auswahl und Anwendung von Stählen für den Gebrauch bei niedrigeren und höheren Temperaturen sind z. B. in EN 10269, ASTM F2281 und in ASTM A 320/A 320M enthalten.

Bestimmte Schrauben erfüllen möglicherweise nicht die in diesem Teil von ISO 898 festgelegten Anforderungen an die Belastbarkeit unter Zug oder Torsion, weil wegen der Kopfgeometrie die Scherfläche im Kopf gegenüber dem Spannungsquerschnitt im Gewinde verkleinert ist. Dies betrifft Schrauben mit niedrigen Köpfen, mit oder ohne Außenantrieb, mit niedrigen Rund- oder Zylinderköpfen mit Innenantrieb oder mit Senkköpfen mit Innenantrieb (siehe 8.2).

Dieser Teil von ISO 898 gilt für Schrauben:

- a) aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl;
- b) mit Metrischem ISO-Gewinde nach ISO 68-1;
- c) mit Regelgewinde M1,6 bis M39 und Feingewinde M8×1 bis M39×3;
- d) mit Durchmesser-Steigungs-Kombinationen nach ISO 261 und ISO 262;
- e) mit Gewindetoleranzen nach ISO 965-1, ISO 965-2 und ISO 965-4.

Er gilt nicht für Gewindestifte und ähnliche nicht auf Zug beanspruchte Verbindungselemente mit Gewinde (siehe ISO 898-5).

Er legt keine Anforderungen für Eigenschaften fest wie

- Schweißbarkeit,
- Korrosionsbeständigkeit,
- Scherfestigkeit,
- Drehmoment/Vorspannkraft-Verhalten oder
- Dauerfestigkeit.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 68-1, *ISO general purpose screw threads — Basic profile — Part 1: Metric screw threads (ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Grundprofil — Teil 1: Metrisches Gewinde)*

ISO 148-1, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method (Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren)*

ISO 225, *Fasteners — Bolts, screws, studs and nuts — Symbols and designations of dimensions (Mechanische Verbindungselemente — Schrauben und Muttern — Bemaßung)*

ISO 261, *ISO general purpose metric screw threads — General plan (Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Übersicht)*

ISO 262, *ISO general purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts (Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Auswahlreihen für Schrauben, Bolzen und Muttern)*

ISO 273, *Fasteners — Clearance holes for bolts and screws (Mechanische Verbindungselemente — Durchgangslöcher für Schrauben)*

ISO 724, *ISO general purpose metric screw threads — Basic dimensions (Metrische ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Grundmaße)*

ISO 898-2, *Mechanical properties of fasteners — Part 2: Nuts with specified proof load values — Coarse thread (Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften — Regalgewinde)*

ISO 898-5, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 5: Set screws and similar threaded fasteners not under tensile stresses (Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 5: Gewindestifte und ähnliche nicht auf Zug beanspruchte Verbindungselemente)*

ISO 898-7, *Mechanical properties of fasteners — Part 7: Torsional test and minimum torques for bolts and screws with nominal diameters 1 mm to 10 mm¹⁾ (Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 7: Torsionsversuch und Mindest-Bruchdrehmomente für Schrauben M1 bis M10)*

ISO 965-1, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 1: Principles and basic data (Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 1: Prinzipien und Grundlagen)*

ISO 965-2, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 2: Limits of sizes for general purpose external and internal screw threads — Medium quality (Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 2: Grenzmaße für Außen- und Innengewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzklasse mittel)*

ISO 965-4, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 4: Limits of sizes for hot-dip galvanized external screw threads to mate with internal screw threads tapped with tolerance position H or G after galvanizing (Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 4: Grenzmaße für feuerverzinkte Außengewinde, passend für Innengewinde der Toleranzfeldlagen H oder G nach Aufbringung des Überzuges)*

1) Befindet sich in Überarbeitung.

ISO 4042, *Fasteners — Electroplated coatings (Verbindungselemente — Galvanische Überzüge)*

ISO 4885:1996, *Ferrous products — Heat treatments — Vocabulary*

ISO 6157-1, *Fasteners — Surface discontinuities — Part 1: Bolts, screws and studs for general requirements (Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 1: Schrauben für allgemeine Anforderungen)*

ISO 6157-3, *Fasteners — Surface discontinuities — Part 3: Bolts, screws and studs for special requirements (Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 3: Schrauben für spezielle Anforderungen)*

ISO 6506-1, *Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method (Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren)*

ISO 6507-1, *Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method (Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren)*

ISO 6508-1, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T))*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature²⁾ (Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfung bei Raumtemperatur)*

ISO 7500-1, *Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Verification and calibration of the force-measuring system (Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung)*

ISO 10683, *Fasteners — Non-electrolytically applied zinc flake coatings (Verbindungselemente — Nicht-elektrolytisch aufgetragene Zinklamellenüberzüge)*

ISO 10684:2004, *Fasteners — Hot dip galvanized coatings (Verbindungselemente — Feuerverzinkung)*

ISO 16426, *Fasteners — Quality assurance system (Verbindungselemente — Qualitätssicherungssystem)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 fertige Schraube

Schraube mit oder ohne Beschichtung sowie mit voller oder eingeschränkter Belastbarkeit, bei der alle Herstellungsvorgänge durchgeführt worden sind und aus der keine abgedrehte Probe hergestellt wurde

3.2 abgedrehte Probe

aus einer Schraube durch Abdrehen hergestellte Probe, die zur Bestimmung der Werkstoffeigenschaften dient

3.3 ganze Schraube

fertige Schraube mit einem Schaftdurchmesser $d_s > d$ oder $d_s \approx d$ oder Schraube mit Gewinde bis Kopf oder Gewindebolzen/Gewindestift

2) Steht zur Veröffentlichung an. (Überarbeitung von ISO 6892:1998)

3.4

Schraube mit Dehnschaft

fertige Schraube mit einem Schaftdurchmesser $d_s < d_2$

3.5

Grundmetallhärte

Härte nahe der Randschicht im Verlauf vom Kern zum Außendurchmesser, unmittelbar bevor ein Anstieg oder Abfall auftritt, der auf Aufkohlung oder Entkohlung hinweist

3.6

Entkohlung

Verringerung des Kohlenstoffgehaltes in der Randschicht eines Werkstückes

[ISO 4885:1996]

3.7

teilweise Entkohlung

Abkohlung

Entkohlung, bei der die Verringerung des Kohlenstoffgehaltes eine hellere Schattierung des angelassenen Martensits und eine deutlich niedrigere Härte als im Grundmetall verursacht, ohne jedoch bei metallographischer Prüfung Ferritkörner zu zeigen

3.8

vollständige Entkohlung

Auskohlung

Entkohlung mit so starker Verringerung des Kohlenstoffgehaltes, dass bei metallographischer Prüfung ein rein ferritisches Gefüge sichtbar wird

3.9

Aufkohlung

Ergebnis einer Anreicherung der Randschicht mit Kohlenstoff über den Kohlenstoffgehalt des Grundmetalls hinaus

4 Symbole und Abkürzungen

Für dieses Dokument gelten die Symbole und Abkürzungen nach ISO 225 und ISO 965-1 zusammen mit den nachfolgenden.

A	prozentuale Bruchdehnung (einer abgedrehten Probe), %
A_f	Bruchverlängerung einer ganzen Schraube
$A_{s,nom}$	Nennspannungsquerschnitt im Gewinde, mm ²
A_{ds}	Querschnitt des Dehnschaftes, mm ²
b	Gewindelänge, mm
b_m	Gewindelänge des Einschraubendes der Stiftschraube, mm
d	Gewindenenddurchmesser, mm
d_0	Durchmesser der abgedrehten Probe, mm
d_1	Kerndurchmesser des Außengewindes am Grundprofil, mm
d_2	Flankendurchmesser des Außengewindes am Grundprofil, mm
d_3	Kerndurchmesser des Außengewindes, mm
d_a	Übergangsdurchmesser (Innendurchmesser der Auflagefläche), mm
d_h	Lochdurchmesser des Keils oder Blocks, mm

d_s	Durchmesser des gewindefreien Schaftes, mm
E	Höhe der nichtentkohlten Gewindezone, mm
F_m	höchste Zugkraft, N
$F_{m, \min}$	Mindestbruchkraft, N
F_p	Prüfkraft, N
F_{pf}	Belastung einer ganzen Schraube bei der $0,0048d$ Dehngrenze, N
G	Tiefe der Auskohlung im Gewinde, mm
H	Höhe des Profildreiecks, mm
H_1	Höhe des Außengewindes bei Maximal-Material-Bedingung, mm
k	Kopfhöhe, mm
K_V	Kerbschlagarbeit, J
l	Nennlänge, mm
l_o	Gesamtlänge der Schraube vor Belastung, mm
l_1	Gesamtlänge der Schraube nach der ersten Entlastung, mm
l_2	Gesamtlänge der Schraube nach der zweiten Entlastung, mm
l_s	Länge des gewindefreien Schaftes, mm
l_t	Gesamtlänge einer Stiftschraube, mm
l_{th}	freie belastete Gewindelänge einer Schraube in einer Prüfeinrichtung, mm
L_c	Länge des zylindrischen Schaftes der abgedrehten Probe, mm
L_o	Anfangsmesslänge der abgedrehten Probe, mm
L_t	Gesamtlänge der abgedrehten Probe, mm
L_u	Messlänge der abgedrehten Probe nach dem Bruch, mm
ΔL_p	plastische Dehnung, mm
M_B	Bruchdrehmoment, Nm
P	Gewindesteigung, mm
r	Übergangsradius, mm
R_{eL}	untere Streckgrenze einer abgedrehten Probe, MPa
R_m	Zugfestigkeit, MPa
$R_{p0,2}$	0,2 %-Dehngrenze einer abgedrehten Probe, MPa
R_{pf}	0,0048 d Dehngrenze einer ganzen Schraube, MPa
s	Schlüsselweite, mm
S_o	Querschnittsfläche einer abgedrehten Probe vor dem Zugversuch, mm ²
S_p	Spannung unter Prüfkraft, MPa
S_u	Querschnittsfläche einer abgedrehten Probe nach dem Bruch, mm ²
Z	prozentuale Brucheinschnürung einer abgedrehten Probe, %
α	Keilwinkel für den Zugversuch unter Belastung des Keils, °
β	Winkel des festen Blocks für den Kopfschlagversuch, °
nom	an einem Symbol ergänzter Index zur Angabe des Nennwertes
max	an einem Symbol ergänzter Index zur Angabe des Maximalwertes
min	an einem Symbol ergänzter Index zur Angabe des Mindestwertes

5 Bezeichnungssystem für Festigkeitsklassen

Das Symbol für Festigkeitsklassen von Schrauben besteht aus zwei Zahlen, die durch einen Punkt getrennt sind (siehe Tabellen 1 bis 3):

- die Zahl links vom Punkt, die aus ein oder zwei Ziffern besteht, entspricht 1/100 der Nennzugfestigkeit $R_{m,nom}$, in Megapascal (siehe Tabelle 3);
- die Zahl rechts vom Punkt gibt das 10fache des Verhältnisses zwischen Nenn-Streckgrenze (untere Streckgrenze $R_{eL,nom}$) oder Nennwert der 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2,nom}$, oder Nennwert der 0,004 8 d Dehngrenze $R_{pf,nom}$ (siehe Tabelle 3, Nr. 2 bis Nr. 4) zur Nennzugfestigkeit $R_{m,nom}$ nach Tabelle 1 (Streckgrenzenverhältnis) an.

Tabelle 1 — Verhältnis der Nennstreckgrenze zur Nennzugfestigkeit

Zahl rechts vom Punkt	.6	.8	.9
$\frac{R_{eL,nom}}{R_{m,nom}}$ oder $\frac{R_{p0,2,nom}}{R_{m,nom}}$ oder $\frac{R_{pf,nom}}{R_{m,nom}}$	0,6	0,8	0,9

BEISPIEL Eine Schraube mit einer Nennzugfestigkeit $R_{m,nom} = 800$ MPa und einem Streckgrenzenverhältnis von 0,8 hat die Festigkeitsklassenbezeichnung 8.8. Eine Schraube mit den gleichen Werkstoffeigenschaften, jedoch mit reduzierter Belastbarkeit, wird mit 08.8 bezeichnet (siehe 10.4).

Die Multiplikation von Nennzugfestigkeit und Streckgrenzenverhältnis ergibt die Nennstreckgrenze in Megapascal (MPa). Angaben zur Beziehung zwischen der Nennzugfestigkeit und der Bruchdehnung sind für jede Festigkeitsklasse im Anhang A enthalten.

Das Kennzeichnen und Etikettieren von Schrauben mit Festigkeitsklassen muss nach 10.3 erfolgen. Für Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit sind spezielle Kennzeichnungssymbole in 10.4 festgelegt.

Das Bezeichnungssystem in diesem Teil von ISO 898 darf auch für Nenngrößen außerhalb der in diesem Abschnitt angegebenen Grenzen (z. B. $d > 39$ mm) verwendet werden, vorausgesetzt, alle zutreffenden Anforderungen nach den Tabellen 2 und 3 werden erfüllt.

6 Werkstoffe

Tabelle 2 legt die Grenzwerte für die chemische Zusammensetzung von Stählen und Mindestanlass-temperaturen für die unterschiedlichen Festigkeitsklassen von Schrauben fest. Die chemische Zusammensetzung muss in Übereinstimmung mit den entsprechenden Internationalen Normen ermittelt werden.

ANMERKUNG Nationale Bestimmungen zur Beschränkung oder zum Verbot bestimmter chemischer Elemente sind in den jeweils betroffenen Ländern oder Regionen ebenfalls zu berücksichtigen.

Für Schrauben, die feuerverzinkt werden sollen, sind zusätzliche Werkstoffanforderungen in ISO 10684 enthalten.

Tabelle 2 — Stähle

Festigkeitsklasse	Werkstoff und Wärmebehandlung	Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse %) ^a				Anlasstemperatur °C min.	
		C min.	C max.	P max.	S max.		
4.6^{c,d}	Kohlenstoffstahl oder Kohlenstoffstahl mit Zusätzen	–	0,55	0,050	0,060	nicht festgelegt	–
4.8^d		0,13	0,55	0,050	0,060		
5.6^c		–	0,55	0,050	0,060		
5.8^d		0,15	0,55	0,050	0,060		
6.8^d							
8.8^f	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor oder Mn oder Cr), gehärtet und angelassen oder _____	0,15 ^e	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	Kohlenstoffstahl, gehärtet und angelassen oder _____	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Legierter Stahl, gehärtet und angelassen ^g	0,20	0,55	0,025	0,025		
9.8^f	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor oder Mn oder Cr), gehärtet und angelassen oder _____	0,15 ^e	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	Kohlenstoffstahl, gehärtet und angelassen oder _____	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Legierter Stahl, gehärtet und angelassen ^g	0,20	0,55	0,025	0,025		
10.9^f	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor oder Mn oder Cr), gehärtet und angelassen oder _____	0,20 ^e	0,55	0,025	0,025	0,003	425
	Kohlenstoffstahl, gehärtet und angelassen oder _____	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Legierter Stahl, gehärtet und angelassen ^g	0,20	0,55	0,025	0,025		
12.9^{f, h, i}	Legierter Stahl, gehärtet und angelassen ^g	0,30	0,50	0,025	0,025	0,003	425
12.9^{f, h, i}	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor oder Mn oder Cr oder Molybdän), gehärtet und angelassen	0,28	0,50	0,025	0,025	0,003	380

^a Im Schiedsfall gilt die Produktanalyse.

^b Der Bor-Gehalt darf 0,005 % erreichen, vorausgesetzt, dass das nicht wirksame Bor durch Zusätze von Titan und/oder Aluminium kontrolliert wird.

^c Bei kalt umgeformten Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6 kann eine Wärmebehandlung des für das Kaltumformen verwendeten Drahtes oder der kalt umgeformten Schraube notwendig werden, um die gewünschte Duktilität zu erreichen.

^d Für diese Festigkeitsklassen ist Automatenstahl mit folgenden maximalen Schwefel-, Phosphor- und Bleianteilen zulässig: Schwefel 0,34 %; Phosphor 0,11 %; Blei 0,35 %.

^e Bei einfachem Kohlenstoffstahl mit Bor als Zusatz und einem Kohlenstoffgehalt unter 0,25 % (Schmelzenanalyse) muss ein Mangan-Gehalt von mindestens 0,6 % für die Festigkeitsklasse 8.8 und 0,7 % für die Festigkeitsklassen 9.8 und 10.9 vorhanden sein.

^f Werkstoffe dieser Festigkeitsklassen müssen ausreichend härtbar sein, um sicherzustellen, dass im Gefüge des Kernes im Gewindeteil ein Martensitanteil von ungefähr 90 % im gehärteten Zustand vor dem Anlassen vorhanden ist.

^g Legierter Stahl muss mindestens einen der folgenden Legierungsbestandteile in der angegebenen Mindestmenge enthalten: Chrom 0,30 %, Nickel 0,30 %, Molybdän 0,20 %, Vanadium 0,10 %. Wenn zwei, drei oder vier Elemente in Kombinationen festgelegt sind und geringere Legierungsanteile haben als oben angegeben, dann ist der für die Klassifizierung anzuwendende Grenzwert 70 % der Summe der oben angegebenen Einzelgrenzwerte für die zwei, drei oder vier betreffenden Elemente.

^h Für die Festigkeitsklasse 12.9/12.9 ist eine metallographisch feststellbare, mit Phosphor angereicherte weiße Schicht nicht zulässig. Diese muss mit einem geeigneten Prüfverfahren nachgewiesen werden.

ⁱ Bei einem vorgesehenen Einsatz der Festigkeitsklasse 12.9/12.9 ist Vorsicht geboten. Dabei sollten die Eignung des Schraubenherstellers, die Montage und die Einsatzbedingungen berücksichtigt werden. Durch spezielle Umgebungsbedingungen kann es sowohl bei unbeschichteten als auch bei beschichteten Schrauben zu Spannungsrissskorrosion kommen.

7 Mechanische und physikalische Eigenschaften

Schrauben der festgelegten Festigkeitsklassen müssen bei Umgebungstemperatur³⁾ alle zutreffenden mechanischen und physikalischen Eigenschaften nach den Tabellen 3 bis 7 erfüllen, unabhängig von den Prüfungen, die während der Fertigung und der Ausgangskontrolle durchgeführt werden.

Die Anwendbarkeit der Prüfverfahren zum Nachweis, dass Schrauben unterschiedlicher Art und Abmessung die Eigenschaften aus Tabelle 3 und den Tabellen 4 bis 7 erfüllen, ist in Abschnitt 8 festgelegt.

ANMERKUNG 1 Selbst wenn die Stahleigenschaften der Schrauben alle relevanten Anforderungen der Tabellen 2 und 3 erfüllen, haben einige Arten von Schrauben wegen ihrer Abmessungen eine verminderte Belastbarkeit (siehe 8.2, 9.4 und 9.5).

ANMERKUNG 2 Nicht alle der in diesem Teil von ISO 898 aufgeführten Festigkeitsklassen gelten grundsätzlich für alle Arten von Schrauben. Weitere Hinweise für die Anwendung bestimmter Festigkeitsklassen ist in den entsprechenden Produktnormen enthalten. Bei nicht genormten Schrauben wird empfohlen, sich so eng wie möglich an die für ähnliche genormte Schrauben erfolgte Auswahl anzulehnen.

3) Die Kerbschlagarbeit wird bei einer Temperatur von -20 °C geprüft (siehe 9.14).

Tabelle 3 — Mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben

Nr.	Mechanische oder physikalische Eigenschaft	Festigkeitsklasse										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/ 12.9	
							$d \leq 16 \text{ mm}^a$	$d > 16 \text{ mm}^b$	$d \leq 16 \text{ mm}$			
1	Zugfestigkeit, R_m , MPa	nom. ^c	400		500		600	800		900	1 000	1 200
		min.	400	420	500	520	600	800	830	900	1 040	1 220
2	Untere Streckgrenze, R_{eL}^d , MPa	nom. ^c	240	–	300	–	–	–	–	–	–	–
		min.	240	–	300	–	–	–	–	–	–	–
3	0,2 %-Dehngrenze, $R_{p0,2}$, MPa	nom. ^c	–	–	–	–	–	640	640	720	900	1 080
		min.	–	–	–	–	–	640	660	720	940	1 100
4	0,004 8 d Dehngrenze für ganze Schrauben, R_{pf} , MPa	nom. ^c	–	320	–	400	480	–	–	–	–	–
		min.	–	340 ^e	–	420 ^e	480 ^e	–	–	–	–	–
5	Spannung unter Prüfkraft, S_p^f , MPa	nom.	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
	Prüffestigkeits-Verhältnis	$S_{p,nom}/R_{eL \text{ min}}$ oder	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
		$S_{p,nom}/R_{p0,2 \text{ min}}$ oder $S_{p,nom}/R_{pf \text{ min}}$										
6	Prozentuale Bruchdehnung einer abgedrehten Probe, A , %	min.	22	–	20	–	–	12	12	10	9	8
7	Prozentuale Bruchdehnung einer abgedrehten Probe, Z , %	min.	–				52		48	48	44	
8	Bruchverlängerung einer ganzen Schraube, A_f (siehe auch Anhang C)	min.	–	0,24	–	0,22	0,20	–	–	–	–	–
9	Kopfschlagzähigkeit		Kein Bruch									
10	Vickershärte, HV $F \geq 98 \text{ N}$	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max.	220 ^g				250	320	335	360	380	435
11	Brinellhärte, HBW $F = 30 D^2$	min.	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max.	209 ^g				238	304	318	342	361	414
12	Rockwellhärte, HRB	min.	67	71	79	82	89	–				
		max.	95,0 ^g				99,5	–				
	Rockwellhärte, HRC	min.	–				22	23	28	32	39	
		max.	–				32	34	37	39	44	
13	Oberflächenhärte, HV 0,3	max.	–				h			h, i	h, j	
14	Höhe der nichtentkohlten Gewindezone, E , mm	min.	–				$1/2 H_1$			$2/3 H_1$	$3/4 H_1$	
	Tiefe der Auskohlung im Gewinde, G , mm	max.	–				0,015					
15	Härteabfall nach Wiederanlassen (Härten), HV	max.	–				20					
16	Bruchdrehmoment, M_B , Nm	min.	–				nach ISO 898-7					
17	Kerbschlagarbeit, $K_V^{k,l}$, J	min.	–	27	–	27	27	27	27	27	m	
18	Oberflächenzustand nach		ISO 6157-1 ⁿ									ISO 6157-3

Tabelle 3 (fortgesetzt)

a	Werte gelten nicht für Stahlbauschrauben.
b	Für Stahlbauschrauben $d \geq M12$.
c	Nennwerte sind nur für das Bezeichnungssystem der Festigkeitsklassen festgelegt. Siehe Abschnitt 5.
d	Falls die untere Streckgrenze R_{eL} nicht bestimmt werden kann, ist die Ermittlung der 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$ zulässig.
e	Für die Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 werden die Werte für $R_{pf\ min}$ untersucht. Die aktuellen Werte sind nur zur Berechnung des Prüfspannungsverhältnisses angegeben. Sie sind keine Prüfwerte.
f	Prüfkräfte sind in den Tabellen 5 und 7 festgelegt.
g	Die am Ende einer Schraube bestimmte Härte darf maximal 250 HV, 238 HB bzw. 99,5 HRB betragen.
h	Die Oberflächenhärte darf an der jeweiligen Schraube 30 Vickerspunkte der gemessenen Kernhärte nicht überschreiten, wenn sowohl die Oberflächenhärte als auch die Kernhärte mit HV 0,3 ermittelt werden.
i	Eine Anstieg der Oberflächenhärte auf über 390 HV ist nicht zulässig.
j	Eine Anstieg der Oberflächenhärte auf über 435 HV ist nicht zulässig.
k	Die Werte werden bei einer Prüftemperatur von $-20\ ^\circ\text{C}$ bestimmt, siehe 9.14.
l	Gilt für $d \geq 16\ \text{mm}$.
m	Werte für K_V werden untersucht.
n	Anstatt ISO 6157-1 darf ISO 6157-3 nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunden gelten.

Tabelle 4 — Mindestbruchkräfte — Metrisches ISO-Regelgewinde

Ge- winde ^a d	Nenn- spannungs- querschnitt $A_{s, \text{nom}}$ ^b mm^2	Festigkeitsklasse								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Mindestbruchkraft, $F_{m, \text{min}}$ ($A_{s, \text{nom}} \times R_{m, \text{min}}$), N								
M3	5,03	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3,5	6,78	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	8,78	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	14,2	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	20,1	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	28,9	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	36,6	14 600 ^c	15 400	18 300 ^c	19 000	22 000	29 200 ^c	32 900	38 100 ^c	44 600
M10	58	23 200 ^c	24 400	29 000 ^c	30 200	34 800	46 400 ^c	52 200	60 300 ^c	70 800
M12	84,3	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 ^d	75 900	87 700	103 000
M14	115	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 ^d	104 000	120 000	140 000
M16	157	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 ^d	141 000	163 000	192 000
M18	192	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	–	200 000	234 000
M20	245	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	–	255 000	299 000
M22	303	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	–	315 000	370 000
M24	353	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	–	367 000	431 000
M27	459	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	–	477 000	560 000
M30	561	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	–	583 000	684 000
M33	694	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	–	722 000	847 000
M36	817	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	–	850 000	997 000
M39	976	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	–	1 020 000	1 200 000

a	Wenn in der Gewindebezeichnung keine Gewindesteigung angegeben ist, so ist Regelgewinde festgelegt.
b	Für die Berechnung von $A_{s, \text{nom}}$ siehe 9.1.6.1.
c	Für Schrauben mit der Gewindetoleranz 6az nach ISO 965-4, die feuerverzinkt werden, gelten nach ISO 10684:2004, Anhang A, reduzierte Werte.
d	Für Stahlbauschrauben 70 000 N (für M12), 95 500 N (für M14) und 130 000 N (für M16).

Tabelle 5 — Prüfkräfte — Metrisches ISO-Regelgewinde

Gewinde ^a <i>d</i>	Nennspannungsquerschnitt <i>t</i> $A_{s, \text{nom}}$ mm ²	Festigkeitsklasse								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
Prüfkraft, F_p ($A_{s, \text{nom}} \times S_p$), N										
M3	5,03	1 130	1 560	1 410	1 910	2 210	2 920	3 270	4 180	4 880
M3,5	6,78	1 530	2 100	1 900	2 580	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M4	8,78	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M5	14,2	3 200	4 400	3 980	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M6	20,1	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 600	13 100	16 700	19 500
M7	28,9	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M8	36,6	8 240 ^c	11 400	10 200 ^c	13 900	16 100	21 200 ^c	23 800	30 400 ^c	35 500
M10	58	13 000 ^c	18 000	16 200 ^c	22 000	25 500	33 700 ^c	37 700	48 100 ^c	56 300
M12	84,3	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900 ^d	54 800	70 000	81 800
M14	115	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700 ^d	74 800	95 500	112 000
M16	157	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000 ^d	102 000	130 000	152 000
M18	192	43 200	59 500	53 800	73 000	84 500	115 000	–	159 000	186 000
M20	245	55 100	76 000	68 600	93 100	108 000	147 000	–	203 000	238 000
M22	303	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	–	252 000	294 000
M24	353	79 400	109 000	98 800	134 000	155 000	212 000	–	293 000	342 000
M27	459	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	275 000	–	381 000	445 000
M30	561	126 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	–	466 000	544 000
M33	694	156 000	215 000	194 000	264 000	305 000	416 000	–	576 000	673 000
M36	817	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	490 000	–	678 000	792 000
M39	976	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	586 000	–	810 000	947 000

^a Wenn in der Gewindebezeichnung keine Gewindesteigung angegeben ist, so ist Regelgewinde festgelegt.

^b Für die Berechnung von $A_{s, \text{nom}}$ siehe 9.1.6.1.

^c Für Schrauben mit der Gewindetoleranz 6az nach ISO 965-4, die feuerverzinkt werden, gelten nach ISO 10684:2004, Anhang A, reduzierte Werte.

^d Für Stahlbauschrauben 50 700 N (für M12), 68 800 N (für M14) und 94 500 N (für M16).

Tabelle 6 — Mindestbruchkräfte — Metrisches ISO-Feingewinde

Gewinde <i>d × P</i>	Nennspannungsquerschnitt $A_{s, \text{nom}}$ mm ²	Festigkeitsklasse								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
Mindestbruchkraft, $F_{m, \text{min}}$ ($A_{s, \text{nom}} \times R_{m, \text{min}}$), N										
M8 × 1	39,2	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M10 × 1,25	61,2	24 500	25 700	30 600	31 800	36 700	49 000	55 100	63 600	74 700
M10 × 1	64,5	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M12 × 1,5	88,1	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 000
M12 × 1,25	92,1	36 800	38 700	46 100	47 900	55 300	73 700	82 900	95 800	112 000
M14 × 1,5	125	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M16 × 1,5	167	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M18 × 1,5	216	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	–	225 000	264 000
M20 × 1,5	272	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	–	283 000	332 000
M22 × 1,5	333	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	–	346 000	406 000
M24 × 2	384	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	–	399 000	469 000
M27 × 2	496	198 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	–	516 000	605 000
M30 × 2	621	248 000	261 000	310 000	323 000	373 000	515 000	–	646 000	758 000
M33 × 2	761	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	632 000	–	791 000	928 000
M36 × 3	865	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	–	900 000	1 055 000
M39 × 3	1 030	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	–	1 070 000	1 260 000

^a Für die Berechnung von $A_{s, \text{nom}}$ siehe 9.1.6.1.

Tabelle 7 — Prüfkräfte — Metrisches ISO-Feingewinde

Gewinde $d \times P$	Nenn- spannungs- querschnitt t $A_{s, \text{nom}}$ ^a mm ²	Festigkeitsklasse								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
Prüfkraft, $F_p (A_{s, \text{nom}} \times S_p)$, N										
M8 × 1	39,2	8 820	12 200	11 000	14 900	17 200	22 700	25 500	32 500	38 000
M10 × 1,25	61,2	13 800	19 000	17 100	23 300	26 900	35 500	39 800	50 800	59 400
M10 × 1	64,5	14 500	20 000	18 100	24 500	28 400	37 400	41 900	53 500	62 700
M12 × 1,5	88,1	19 800	27 300	24 700	33 500	38 800	51 100	57 300	73 100	85 500
M12 × 1,25	92,1	20 700	28 600	25 800	35 000	40 500	53 400	59 900	76 400	89 300
M14 × 1,5	125	28 100	38 800	35 000	47 500	55 000	72 500	81 200	104 000	121 000
M16 × 1,5	167	37 600	51 800	46 800	63 500	73 500	96 900	109 000	139 000	162 000
M18 × 1,5	216	48 600	67 000	60 500	82 100	95 000	130 000	–	179 000	210 000
M20 × 1,5	272	61 200	84 300	76 200	103 000	120 000	163 000	–	226 000	264 000
M22 × 1,5	333	74 900	103 000	93 200	126 000	146 000	200 000	–	276 000	323 000
M24 × 2	384	86 400	119 000	108 000	146 000	169 000	230 000	–	319 000	372 000
M27 × 2	496	112 000	154 000	139 000	188 000	218 000	298 000	–	412 000	481 000
M30 × 2	621	140 000	192 000	174 000	236 000	273 000	373 000	–	515 000	602 000
M33 × 2	761	171 000	236 000	213 000	289 000	335 000	457 000	–	632 000	738 000
M36 × 3	865	195 000	268 000	242 000	329 000	381 000	519 000	–	718 000	839 000
M39 × 3	1 030	232 000	319 000	288 000	391 000	453 000	618 000	–	855 000	999 000

^a Für die Berechnung von $A_{s, \text{nom}}$ siehe 9.1.6.1.

8 Eignung von Prüfverfahren

8.1 Allgemeines

Zum Prüfen der in Tabelle 3 festgelegten mechanischen und physikalischen Eigenschaften werden zwei Hauptgruppen von Prüfreiheiten (FF und MP) eingeführt. Während die Gruppe FF zum Prüfen fertiger Schrauben vorgesehen ist, dient die Gruppe MP zum Prüfen der Werkstoffeigenschaften von Schrauben. Die beiden Gruppen FF und MP sind unterteilt in die Prüfreiheiten FF1, FF2, FF3, FF4 und entsprechend MP1 und MP2 für unterschiedliche Arten von Schrauben. Es können jedoch nicht alle der in Tabelle 3 festgelegten mechanischen und physikalischen Eigenschaften an allen Arten und Größen von Schrauben geprüft werden, und zwar vorwiegend aus Gründen der Abmessung und/oder Belastbarkeit.

8.2 Belastbarkeit von Schrauben

8.2.1 Schrauben mit voller Belastbarkeit

Eine Schraube mit voller Belastbarkeit ist eine genormte oder nicht genormte fertige Schraube, die beim Zugversuch nach den Prüfreiheiten FF1, FF2 oder MP2:

a) in der freien belasteten Gewindelänge bricht für Schrauben mit $d_s > d_2$

oder

in der freien belasteten Gewindelänge oder im gewindefreien Schaft bricht für Schrauben mit $d_s \approx d_2$

und

b) die Mindestbruchkraft $F_{m, \text{min}}$ nach den Tabellen 4 oder 6 erreicht.

8.2.2 Schrauben, die aufgrund ihrer Geometrie eine reduzierte Belastbarkeit haben

Eine Schraube mit reduzierter Belastbarkeit ist eine genormte oder nicht genormte fertige Schraube mit Werkstoffeigenschaften nach den in diesem Teil von ISO 898 festgelegten Festigkeitsklassen, die auf Grund ihrer Geometrie die Prüfanforderungen für die Belastbarkeit nicht erfüllt, wenn sie nach den Prüfreiheiten FF1, FF2 oder MP2 geprüft wird.

Eine Schraube mit reduzierter Belastbarkeit bricht üblicherweise nicht in der freien belasteten Gewindelänge, wenn sie nach den Prüfreiheiten FF3 oder FF4 im Zugveruch geprüft wird.

Es gibt im Wesentlichen zwei geometrische Gründe für die reduzierte Belastbarkeit von Schrauben verglichen mit der höchsten Zugkraft des Gewindes:

- a) Kopfgeometrie, gilt für Schrauben mit niedrigem Kopf mit oder ohne Außenantrieb, mit niedrigem runden oder zylindrischen Kopf mit Innenantrieb oder mit Senkkopf mit Innenantrieb.
- b) Schaftgeometrie, gilt für Schrauben, die speziell für Anwendungen ausgelegt sind, bei denen die Belastbarkeit nach diesem Teil von ISO 898 nicht erforderlich oder nicht erwünscht ist, z. B. Schrauben mit Dehnschaft.

Prüfreihe FF3 (siehe Tabelle 10) ist für unter a) genannte Schrauben und Prüfreihe FF4 (siehe Tabelle 11) für unter b) genannte Schrauben vorgesehen.

8.3 Kontrolle durch den Hersteller

Nach diesem Teil von ISO 898 hergestellte Schrauben müssen alle zutreffenden Anforderungen nach den Tabellen 3 bis 7 erfüllen, wenn sie den mit „Ausführbar“ angegebenen Prüfverfahren nach den Tabellen 8 bis 11 unterzogen werden.

Dieser Teil von ISO 898 legt nicht fest, welches der Prüfverfahren vom Hersteller für jedes Fertigungslos angewendet werden muss. Es liegt in der Verantwortung des Herstellers, durch die Anwendung geeigneter Verfahren seiner Wahl, wie zum Beispiel prozessbegleitende Kontrolle oder prozessbegleitende Prüfung, sicherzustellen, dass das gefertigte Los allen zutreffenden Anforderungen entspricht.

Im Schiedsfall gelten die Prüfverfahren nach Abschnitt 9.

8.4 Kontrolle durch den Lieferanten

Der Lieferant kann die von ihm gelieferten Schrauben durch Verfahren seiner Wahl kontrollieren, vorausgesetzt die in den Tabellen 3 bis 7 festgelegten mechanischen und physikalischen Eigenschaften sind erfüllt.

Im Schiedsfall gelten die Prüfverfahren nach Abschnitt 9.

8.5 Kontrolle durch den Kunden

Der Kunde kann die gelieferten Schrauben mit den in Abschnitt 9 angegebenen Prüfverfahren kontrollieren, indem er Prüfungen aus der entsprechenden Prüfreihe in 8.6 auswählt.

Im Schiedsfall gelten die Prüfverfahren nach Abschnitt 9.

8.6 Ausführbare Prüfungen für Gruppen von Schrauben und abgedrehte Proben

8.6.1 Allgemeines

Die Anwendbarkeit der Prüfreihei FF1 bis FF4 sowie MP1 bis MP2, in denen die in Abschnitt 9 beschriebenen Prüfverfahren angewandt werden, ist in den Tabellen 8 bis 13 festgelegt.

Die Prüfreihei FF1 bis FF4 nach den Tabellen 8, 9, 10 und 11 sind vorgesehen für das Prüfen von fertigen Schrauben:

- FF1 — Prüfungen zur Bestimmung der Eigenschaften von fertigen Schrauben mit voller Kopffestigkeit und Vollschaft oder Dünnschaft (volle Belastbarkeit), $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$. Siehe Tabelle 8;
- FF2 — Prüfungen zur Bestimmung der Eigenschaften von fertigen Stiftschrauben mit Vollschaft oder Dünnschaft (volle Belastbarkeit), $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$. Siehe Tabelle 9;
- FF3 — Prüfungen zur Bestimmung der Eigenschaften von fertigen Schrauben mit $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$ und reduzierter Belastbarkeit wegen
 - 1) eines niedrigen Kopfes mit oder ohne Außenantrieb,
 - 2) eines niedrigen runden oder zylindrischen Kopfes mit Innenantrieb oder
 - 3) eines Senkkopfes mit Innenantrieb,siehe Tabelle 10.
- FF4 — Prüfungen zur Bestimmung der Eigenschaften von fertigen Schrauben, die speziell für Anwendungen ausgelegt sind, bei denen die volle Belastbarkeit nach diesem Teil von ISO 898 nicht erforderlich oder nicht erwünscht ist, z. B. Schrauben mit Dehnschaft (reduzierte Belastbarkeit), $d_s < d_2$. Siehe Tabelle 11.

Die Prüfreihei MP1 und MP2 nach den Tabellen 12 und 13 sind für das Prüfen der Werkstoffeigenschaften von Schrauben und/oder für die Prozessentwicklung vorgesehen. Die Prüfreihei FF1 bis FF4 dürfen auch für diesen Zweck verwendet werden.

- MP1 — Prüfungen zur Bestimmung der Werkstoffeigenschaften von Schrauben und/oder für die Prozessentwicklung — abgedrehte Proben. Siehe Tabelle 12;
- MP2 — Prüfungen zur Bestimmung der Werkstoffeigenschaften von ganzen Schrauben mit voller Belastbarkeit und/oder für die Prozessentwicklung, $d_s > d$ oder $d_s \approx d$. Siehe Tabelle 13.

8.6.2 Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit der Prüfverfahren für die Gruppen von Schrauben muss mit den Tabellen 8 bis 13 in Einklang stehen.

8.6.3 Lieferung von Prüfergebnissen

Wenn der Kunde für einen speziellen Auftrag einen Bericht über Prüfergebnisse anfordert, müssen diese auf Grundlage der in Abschnitt 9 festgelegten Prüfungen ermittelt und aus den Tabellen 8 bis 13 ausgewählt werden. Jede vom Kunden geforderte spezielle Prüfung muss bei der Auftragsstellung vereinbart werden.

Tabelle 8 — Prüfreihe FF1 — Fertige Schrauben mit voller Belastbarkeit

Nr. (siehe Tabelle 3)	Eigenschaft	Prüfverfahren	Abschnitt	Festigkeitsklassen			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				$D < 3 \text{ mm}$ oder $l < 2,5 d$ oder $b < 2,0 d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ und $l \geq 2,5 d$ und $b \geq 2,0 d$	$D < 3 \text{ mm}$ oder $l < 2,5 d$ oder $b < 2,0 d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ und $l \geq 2,5 d$ und $b \geq 2,0 d$
1	Mindestzugfestigkeit, $R_{m \text{ min}}$	Schrägzugversuch	9.1	NF	a	NF	a
		Zugversuch	9.2	NF	a	NF	a
5	Nennspannung unter Prüfkraft, $S_{p, \text{nom}}$	Prüfkraftversuch	9.6	NF		NF	
8	Mindestbruchverlängerung, $A_{f \text{ min}}$	Zugversuch für ganze Schrauben	9.3	NF	b, d	c, d	NF
9	Kopfschlagzähigkeit	Kopfschlagversuch	9.8				
		$1,5 d \leq l < 3 d$ $d \leq 10 \text{ mm}$ $l \geq 3 d$					
10 oder 11 oder 12	Härte	Härteprüfung	9.9				
13	Maximale Oberflächenhärte	Aufkohlungsprüfung	9.11	NF	NF		
14	Maximale Entkohlungszone	Entkohlungsprüfung	9.10	NF	NF		
15	Härteabfall nach Wiederanlassen	Wiederanlassversuch	9.12	NF	NF	e	e
16	Mindestbruchdrehmoment, $M_{B \text{ min}}$	Torsionsprüfung $1,6 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$, $b \geq 1 d + 2 P$	9.13	f	f, g		g
18	Oberflächenintegrität	Prüfung auf Oberflächenfehler	9.15				

a Für Schrauben mit $d \geq 3 \text{ mm}$, $l \geq 2 d$ und $b < 2 d$, siehe 9.1.5 und 9.2.5.
b Werte für die Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9 sind im Anhang C angegeben.
c Für Festigkeitsklassen 4.8, 5.8, 6.8.
d $l \geq 2,7 d$ und $b \geq 2,2 d$.
e Diese Prüfung ist eine Schiedsprüfung, die für den Zweifelsfall gilt.
f Für die Festigkeitsklassen 4.6 bis 6.8 sind keine Werte in ISO 898-7 festgelegt.
g Darf anstelle des Zugversuchs verwendet werden, im Schiedsfall gilt jedoch der Zugversuch.

	Ausführbar: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden. Im Schiedsfall muss die Prüfung nach Abschnitt 9 ausgeführt werden.
	Ausführbar, wird aber nur durchgeführt, wenn ausdrücklich festgelegt: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden als Alternativprüfung für eine angegebene Eigenschaft (Beispiel: Torsionsversuch bei möglichem Zugversuch), oder als Sonderprüfung, wenn diese durch eine Produktnorm oder durch den Kunden zum Zeitpunkt der Bestellung gefordert wird (Beispiel: Kerbschlagbiegeversuch).
NF	Nicht ausführbar: Die Prüfung kann nicht ausgeführt werden entweder auf Grund der Form und/oder der Abmessung der Schraube (Beispiel: Länge zu kurz für die Prüfung, kein Kopf) oder auf Grund der begrenzten Anwendbarkeit für einen bestimmten Schraubentyp (Beispiel: Prüfung für wärmebehandelte Schrauben).

Tabelle 9 — Prüfreihe FF2 — Fertige Stiftschrauben mit voller Belastbarkeit

Nr. (siehe Tabelle 3)	Eigenschaft	Prüfverfahren		Festigkeitsklassen				
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9		
				$d < 3 \text{ mm}$ oder $l_t < 3 d$ oder $b < 2,0 d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ und $l_t \geq 3 d$ und $b \geq 2,0 d$	$d < 3 \text{ mm}$ oder $l_t < 3 d$ oder $b < 2,0 d$	$D \geq 3 \text{ mm}$ und $l_t \geq 3 d$ und $b \geq 2,0 d$	
1	Mindestzugfestigkeit, $R_{m \text{ min}}$	Zugversuch	9.2	NF	a	NF	a	
5	Nennspannung unter Prüfkraft, $S_{p, \text{nom}}$	Prüfkraftversuch	9.6	NF		NF		
8	Mindestbruchverlängerung, $A_{f \text{ min}}$	Zugversuch für ganze Schrauben	9.3	NF	b, c	b, d	NF	b, c
10 oder 11 oder 12	Härte	Härteprüfung	9.9					
13	Maximale Oberflächenhärte	Aufkohlungsprüfung	9.11	NF	NF			
14	Maximale Entkohlungszone	Entkohlungsprüfung	9.10	NF	NF			
15	Härteabfall nach Wiederanlassen	Wiederanlassversuch	9.12	NF	NF	e	e	
18	Oberflächenintegrität	Prüfung auf Oberflächenfehler	9.15					

a Wenn ein Bruch in der Gewindelänge des Einschraubendes der Stiftschraube b_m auftritt, gilt die Mindesthärte anstatt $R_{m, \text{min}}$. Alternativ darf die Zugfestigkeit R_m mit Hilfe von abgedrehten Proben nach 9.7 bestimmt werden.

b $l_t \geq 3,2 d, b \geq 2,2 d$.

c Werte für die Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9 sind im Anhang C angegeben.

d Für Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8.

e Diese Prüfung ist eine Schiedsprüfung, die für den Zweifelsfall gilt.

□	Ausführbar: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden. Im Schiedsfall muss die Prüfung nach Abschnitt 9 ausgeführt werden.
■	Ausführbar, wird aber nur durchgeführt, wenn ausdrücklich festgelegt: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden als Alternativprüfung für eine angegebene Eigenschaft (Beispiel: Torsionsversuch bei möglichem Zugversuch), oder als Sonderprüfung, wenn diese durch eine Produktnorm oder durch den Kunden zum Zeitpunkt der Bestellung gefordert wird (Beispiel: Kerbschlagbiegeversuch).
NF	Nicht ausführbar: Die Prüfung kann nicht ausgeführt werden entweder auf Grund der Form und/oder der Abmessung der Schraube (Beispiel: Länge zu kurz für die Prüfung, kein Kopf) oder auf Grund der begrenzten Anwendbarkeit für einen bestimmten Schraubentyp (Beispiel: Prüfung für wärmebehandelte Schrauben).

Tabelle 10 — Prüfreihe FF3 — Fertige Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit auf Grund der Kopfgestaltung

Nr. (siehe Tabelle 3)	Eigenschaft	Prüfverfahren	Abschnitt	Festigkeitsklassen			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				$D < 3 \text{ mm}$ oder $l < 2,5 d$ oder $b < 2,0 d$	$D \geq 3 \text{ mm}$ und $l \geq 2,5 d$ und $b \geq 2,0 d$	$D < 3 \text{ mm}$ oder $l < 2,5 d$ oder $b < 2,0 d$	$D \geq 3 \text{ mm}$ und $l \geq 2,5 d$ und $b \geq 2,0 d$
a	Mindestbruchkraft	Zugversuch für Schrauben, die auf Grund der Kopfgestaltung nicht in der freien belasteten Gewindelänge brechen	9.4	NF	a	NF	a
10 oder 11 oder 12	Härte	Härteprüfung	9.9				
13	Maximale Oberflächenhärte	Aufkohlungsprüfung	9.11	NF	NF		
14	Maximale Entkohlungszone	Entkohlungsprüfung	9.10	NF	NF		
15	Härteabfall nach Wiederanlassen	Wiederanlassversuch	9.12	NF	NF	b	b
18	Oberflächenintegrität	Prüfung auf Oberflächenfehler	9.15				

^a Zur Mindestbruchkraft siehe die entsprechende Produktnorm.

^b Diese Prüfung ist eine Schiedsprüfung, die für den Zweifelsfall gilt.



Ausführbar: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden. Im Schiedsfall muss die Prüfung nach Abschnitt 9 ausgeführt werden.



Ausführbar, wird aber nur durchgeführt, wenn ausdrücklich festgelegt: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden als Alternativprüfung für eine angegebene Eigenschaft (Beispiel: Torsionsversuch bei möglichem Zugversuch), oder als Sonderprüfung, wenn diese durch eine Produktnorm oder durch den Kunden zum Zeitpunkt der Bestellung gefordert wird (Beispiel: Kerbschlagbiegeversuch).



Nicht ausführbar: Die Prüfung kann nicht ausgeführt werden entweder auf Grund der Form und/oder der Abmessung der Schraube (Beispiel: Länge zu kurz für die Prüfung, kein Kopf) oder auf Grund der begrenzten Anwendbarkeit für einen bestimmten Schraubentyp (Beispiel: Prüfung für wärmebehandelte Schrauben).

Tabelle 11 — Prüfreihe FF4 — Fertige Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit, z. B. wegen eines Dehnschaftes

Nr. (siehe Tabelle 3)	Eigenschaft	Prüfverfahren	Abschnitt	Festigkeitsklassen			
				4.6, 5.6		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				$d < 3 \text{ mm}$ oder Schaftlänge $< 3 d_s$ oder $b < d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ und Schaftlänge $\geq 3 d_s$ und $b \geq d$	$d < 3 \text{ mm}$ oder Schaftlänge $< 3 d_s$ oder $b < d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ und Schaftlänge $\geq 3 d_s$ und $b \geq d$
1	Mindestzugfestigkeit, $R_{m \text{ min}}$	Zugversuch für Schrauben mit Dehnschaft	9.5	NF	a	NF	a
10 oder 11 oder 12	Härte	Härteprüfung	9.9				
13	Maximale Oberflächenhärte	Aufkohlungsprüfung	9.11	NF	NF		
14	Maximale Entkohlungszone	Entkohlungsprüfung	9.10	NF	NF		
15	Härteabfall nach Wiederanlassen	Wiederanlassversuch	9.12	NF	NF	b	b
18	Oberflächenintegrität	Prüfung auf Oberflächenfehler	9.15				

a R_m bezieht sich auf den Querschnitt des Dehnschafts, $A_{ds} = \frac{\pi}{4} d_s^2$.

b Diese Prüfung ist eine Schiedsprüfung, die für den Zweifelsfall gilt.

	Ausführbar: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden. Im Schiedsfall muss die Prüfung nach Abschnitt 9 ausgeführt werden.
	Ausführbar, wird aber nur durchgeführt, wenn ausdrücklich festgelegt: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden als Alternativprüfung für eine angegebene Eigenschaft (Beispiel: Torsionsversuch bei möglichem Zugversuch), oder als Sonderprüfung, wenn diese durch eine Produktnorm oder durch den Kunden zum Zeitpunkt der Bestellung gefordert wird (Beispiel: Kerbschlagbiegeversuch).
NF	Nicht ausführbar: Die Prüfung kann nicht ausgeführt werden entweder auf Grund der Form und/oder der Abmessung der Schraube (Beispiel: Länge zu kurz für die Prüfung, kein Kopf) oder auf Grund der begrenzten Anwendbarkeit für einen bestimmten Schraubentyp (Beispiel: Prüfung für wärmebehandelte Schrauben).

Tabelle 12 — Prüfreihe MP1 — An abgedrehten Proben ermittelte Werkstoffeigenschaften

Nr. (siehe Tabelle 3)	Eigenschaft	Prüfverfahren	Abschnitt	Festigkeitsklassen				
				4.6, 5.6		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9		
				$3 \leq d < 4,5 \text{ mm}$ und $d_o < d_{3 \text{ min}}$ und $b \geq d$ und $l \geq 6,5 d$ a	$d \geq 4,5 \text{ mm}$ und $d_o \geq 3 \text{ mm}$ und $b \geq d$ und $l \geq d + 26 \text{ mm}$ a	$3 \leq d < 4,5 \text{ mm}$ und $d_o < d_{3 \text{ min}}$ und $b \geq d$ und $l \geq 6,5 d$ a, b, c	$4,5 \leq d \leq 16 \text{ mm}$ und $d_o \geq 3 \text{ mm}$ und $b \geq d$ und $l \geq d + 26 \text{ mm}$ a, d, e	$d > 16 \text{ mm}$ und $d_o \geq 0,75 d_s$ und $b \geq d$ und $l \geq 5,5 d + 8 \text{ mm}$ a, f, g
1	Mindestzugfestigkeit, $R_{m \text{ min}}$	Zugversuch für abgedrehte Proben	9.7					
2	Mindestwert der unteren Streckgrenze, $R_{eL \text{ min}}$			h	h	NF	NF	NF
3	Mindestwert der 0,2 %-Dehngrenze, $R_{p0,2 \text{ min}}$			NF ^h	NF ^h			
6	Mindestbruchdehnung, A_{min}							
7	Prozentuale Mindestbrucheinschnürung, Z_{min}			NF	NF			
10 oder 11 oder 12	Härte	Härteprüfung	9.9					
13	Maximale Oberflächenhärte	Aufkohlungsprüfung	9.11	NF	NF			
14	Maximale Entkohlungszone	Entkohlungsprüfung	9.10	NF	NF			
17	Mindestkerbschlagarbeit, $K_v \text{ min}$	Kerbschlagbiegeversuch $d \geq 16 \text{ mm}$ und l^1 oder $l_t \geq 55 \text{ mm}$	9.14	NF	j	NF		
18	Oberflächenintegrität ^k	Prüfung auf Oberflächenfehler	9.15					

a Zur Ermittlung der kleinsten Gesamtlänge für Stiftschrauben ist 1 d zur Längengleichung hinzuzufügen.
b Für Schrauben $l \geq 5 d$ zur Bestimmung von Z_{min} .
c Für Stiftschrauben $l_t \geq 6 d$ zur Bestimmung von Z_{min} .
d Für Schrauben $l \geq d + 20 \text{ mm}$ zur Bestimmung von Z_{min} .
e Für Stiftschrauben $l_t \geq 2 d + 20 \text{ mm}$ zur Bestimmung von Z_{min} .
f Für Schrauben $l \geq 4 d + 8 \text{ mm}$ zur Bestimmung von Z_{min} .
g Für Stiftschrauben $l_t \geq 5 d + 8 \text{ mm}$ zur Bestimmung von Z_{min} .
h Wenn die untere Streckgrenze R_{eL} nicht ermittelt werden kann, ist es zulässig, die 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$ zu ermitteln.
i Der feste Teil des Kopfes darf einbezogen werden.
j Nur Festigkeitsklasse 5.6.
k Vor der Bearbeitung zu bewerten.

	Ausführbar: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden. Im Schiedsfall muss die Prüfung nach Abschnitt 9 ausgeführt werden.
	Ausführbar, wird aber nur durchgeführt, wenn ausdrücklich festgelegt: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden als Alternativprüfung für eine angegebene Eigenschaft (Beispiel: Torsionsversuch bei möglichem Zugversuch), oder als Sonderprüfung, wenn diese durch eine Produktnorm oder durch den Kunden zum Zeitpunkt der Bestellung gefordert wird (Beispiel: Kerbschlagbiegeversuch).
NF	Nicht ausführbar: Die Prüfung kann nicht ausgeführt werden entweder auf Grund der Form und/oder der Abmessung der Schraube (Beispiel: Länge zu kurz für die Prüfung, kein Kopf) oder auf Grund der begrenzten Anwendbarkeit für einen bestimmten Schraubentyp (Beispiel: Prüfung für wärmebehandelte Schrauben).

Tabelle 13 — Prüfreihe MP2 — An fertigen Schrauben mit voller Belastbarkeit ermittelte Werkstoffeigenschaften

Nr. (siehe Tabelle 3)	Eigenschaft	Prüfverfahren	Abschnitt	Festigkeitsklassen		
				4.6, 5.6	4.8, 5.8, 6.8	8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9
				$d \geq 3 \text{ mm}$ und $l \geq 2,7 d^a$ und $b \geq 2,2 d$		
1	Mindestzugfestigkeit, $R_{m \text{ min}}$	Zugversuch für fertige Schrauben	9.2	d	d	d
4	Mindestwert der 0,004 8 d Dehngrenze, $R_{pf \text{ min}}$	Zugversuch für ganze Schrauben	9.3	b		c
5	Nennspannung unter Prüfkraft, $S_{p, \text{ nom}}$	Prüfkraftversuch für fertige Schrauben	9.6	d	d	d
8	Mindestbruchverlängerung, $A_f \text{ min}$	Zugversuch für ganze Schrauben	9.3	e		e
10 oder 11 oder 12	Härte	Härteprüfung	9.9			
13	Maximale Oberflächenhärte	Aufkohlungsprüfung	9.11	NF	NF	
14	Maximaler Abkohlbereich	Entkohlungsprüfung	9.10	NF	NF	
15	Härteabfall nach Wiederanlassen	Wiederanlassversuch	9.12	NF	NF	f
18	Oberflächenintegrität	Prüfung auf Oberflächenfehler	9.15			

a Für Stiftschrauben mit größerer Tragfähigkeit am Einschraubende als am mutterseitigen Ende oder für Gewindebolzen $l_t \geq 3,2 d$.

b Für die Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6 ist die 0,004 8 d Dehngrenze R_{pf} nicht in Tabelle 3 festgelegt.

c Keine Werte verfügbar.

d $l \geq 2,5 d$ und $b \geq 2,0 d$

e Werte für A_f sind in Anhang C zur Information angegeben.

f Diese Prüfung ist eine Schiedsprüfung, die für den Zweifelsfall gilt.

	Ausführbar: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden. Im Schiedsfall muss die Prüfung nach Abschnitt 9 ausgeführt werden.
	Ausführbar, wird aber nur durchgeführt, wenn ausdrücklich festgelegt: Die Prüfung kann nach Abschnitt 9 ausgeführt werden als Alternativprüfung für eine angegebene Eigenschaft (Beispiel: Torsionsversuch bei möglichem Zugversuch), oder als Sonderprüfung, wenn diese durch eine Produktnorm oder durch den Kunden zum Zeitpunkt der Bestellung gefordert wird (Beispiel: Kerbschlagbiegeversuch).
NF	Nicht ausführbar: Die Prüfung kann nicht ausgeführt werden entweder auf Grund der Form und/oder der Abmessung der Schraube (Beispiel: Länge zu kurz für die Prüfung, kein Kopf) oder auf Grund der begrenzten Anwendbarkeit für einen bestimmten Schraubentyp (Beispiel: Prüfung für wärmebehandelte Schrauben).

9 Prüfverfahren

9.1 Schrägzugversuch an fertigen Schrauben (keine Stiftschrauben)

9.1.1 Allgemeines

Zweck dieses Zugversuchs ist die gleichzeitige Bestimmung:

- der Zugfestigkeit von fertigen Schrauben, R_m ;
- der Unversehrtheit des Übergangsbereiches zwischen Kopf und gewindefreiem Schaft oder Gewinde.

9.1.2 Anwendbarkeit

Diese Prüfung gilt für Schrauben mit oder ohne Flansch mit den folgenden technischen Angaben:

- ebene Auflagefläche oder Auflagefläche mit Sperrverzahnung;
- Festigkeit des Kopfes höher als Festigkeit des Gewindeteils;
- Festigkeit des Kopfes höher als Festigkeit des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden;
- Durchmesser des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden, $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$;
- Nennlänge $l \geq 2,5 d$;
- Gewindelänge $b \geq 2,0$;
- für Stahlbauschrauben mit $b < 2 d$;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- alle Festigkeitsklassen.

9.1.3 Geräte

Die Zugprüfmaschine muss ISO 7500-1 entsprechen. Selbstausrichtende Spannzangen dürfen nicht verwendet werden.

9.1.4 Prüfvorrichtung

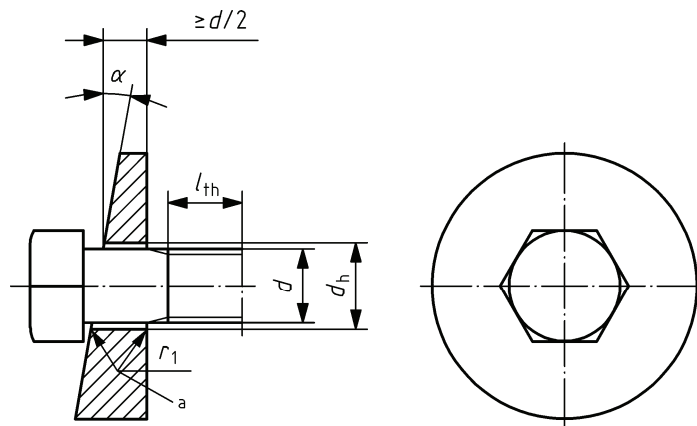
Die Spannzangen, der Keil und die Adapter müssen Folgendem entsprechen:

- Mindesthärte: 45 HRC;
- Gewindetoleranzklasse des Adapters mit Innengewinde: nach Tabelle 14;
- Lochdurchmesser d_h : nach Tabelle 15;
- Keil nach Bild 1 und den Tabellen 15 und 16.

Tabelle 14 — Gewindetoleranzklassen von Adaptern mit Innengewinde

Oberflächenausführung der Schraube	Gewindetoleranzklasse	
	Gewindetoleranzklasse einer Schraube vor jeglicher Oberflächenbeschichtung	Gewindetoleranzklasse eines Adapters mit Innengewinde
Wie hergestellt	6h oder 6g	6H
Galvanische Beschichtung nach ISO 4042	6g oder 6e oder 6f	6H
Zinklamellenüberzug nach ISO 10683	6g oder 6e oder 6f	6H
Feuerverzinkung nach ISO 10684 zum Anpassen mit Muttern nach Gewindetoleranzklasse		
— 6H	6az	6H
— 6AZ	6g oder 6h	6AZ
— 6AX	6g oder 6h	6AX

Die Prüfvorrichtung sollte ausreichend starr sein, um sicherzustellen, dass es zu einem Biegen im Übergangsbereich zwischen dem Kopf und dem gewindefreien Schaft oder dem Gewinde kommt.



^a Radius oder 45°-Fase. Siehe Tabelle 15.

Bild 1 — Keil für Schrägzugversuch an fertigen Schrauben

Tabelle 15 — Lochdurchmesser und Keilradius

Maße in Millimeter

Gewinde- nenndurchmesser <i>d</i>	<i>d_h^{a, b}</i>		<i>r₁^c</i>	Gewinde- nenndurchmesser <i>d</i>	<i>d_h^{a, b}</i>		<i>r₁^c</i>
	min.	max.			min.	max.	
3	3,4	3,58	0,7	16	17,5	17,77	1,3
3,5	3,9	4,08	0,7	18	20	20,33	1,3
4	4,5	4,68	0,7	20	22	22,33	1,6
5	5,5	5,68	0,7	22	24	24,33	1,6
6	6,6	6,82	0,7	24	26	26,33	1,6
7	7,6	7,82	0,8	27	30	30,33	1,6
8	9	9,22	0,8	30	33	33,39	1,6
10	11	11,27	0,8	33	36	36,39	1,6
12	13,5	13,77	0,8	36	39	39,39	1,6
14	15,5	15,77	1,3	39	42	42,39	1,6

^a Reihe mittel nach ISO 273.

^b Bei Schrauben mit Vierkantansatz muss das Loch dem Vierkant angepasst werden.

^c Für die Produktklasse C sollte ein Radius *r₁* nach der folgenden Gleichung verwendet werden:

$$r_1 = r_{\max} + 0,2$$

Dabei ist

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

Tabelle 16 — Keilwinkel α für Schrägzugversuch

Gewinde- nenndurchmesser <i>d</i> mm	Festigkeitsklassen für			
	Schrauben mit Länge des gewindefreien Schaftes <i>l_s ≥ 2 d</i>		Schrauben mit Gewinde bis Kopf und Schrauben mit Länge des gewindefreien Schaftes <i>l_s < 2 d</i>	
	4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 9.8, 10.9	12.9/12.9	4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 9.8, 10.9	12.9/12.9
	$\alpha \pm 30'$			
$3 \leq d \leq 20$	10°	6°	6°	4°
$20 < d \leq 39$	6°	4°	4°	4°

Bei fertigen Schrauben mit Kopfdurchmessern über $1,7 d$, die den Schrägzugversuch nicht bestehen, darf der Kopf auf einen Durchmesser von $1,7 d$ abgedreht und der Versuch mit einem Keilwinkel nach Tabelle 16 wiederholt werden.

Außerdem darf bei fertigen Schrauben mit Kopfdurchmessern über $1,9 d$ anstelle des 10°-Keilwinkels ein Keilwinkel von 6° verwendet werden.

9.1.5 Prüfverfahren

Die Schraube muss geprüft werden wie angeliefert.

Der in 9.1.4 definierte Keil muss unter dem Schraubenkopf nach Bild 1 angebracht werden. Die freie belastete Gewindelänge, l_{th} , muss mindestens $1 d$ betragen.

Der Schrägzugversuch darf auch an Stahlbauschrauben mit kurzer Gewindelänge durchgeführt werden, deren freie belastete Gewindelänge l_{th} weniger als $1 d$ beträgt.

Der Schrägzugversuch muss nach ISO 6892-1 durchgeführt werden. Die an der beweglichen Traverse bestimmte Prüfgeschwindigkeit darf 25 mm/min nicht überschreiten.

Der Zugversuch muss bis zum Bruch durchgeführt werden.

Die höchste Zugkraft, F_m , ist zu messen.

9.1.6 Prüfergebnisse

9.1.6.1 Bestimmung der Zugfestigkeit, R_m

9.1.6.1.1 Verfahren

Die Berechnung der Zugfestigkeit, R_m , basiert auf dem Nennspannungsquerschnitt, $A_{s,nom}$, und der im Versuch ermittelten höchsten Zugkraft, F_m :

$$R_m = \frac{F_m}{A_{s,nom}}$$

$$\text{mit } A_{s,nom} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Dabei ist

d_2 der Flankendurchmesser des Außengewindes am Grundprofil nach ISO 724;

d_3 der Kerndurchmesser des Außengewindes;

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

d_1 der Kerndurchmesser des Außengewindes am Grundprofil nach ISO 724;

H die Höhe des Grunddreiecks des Gewindes nach ISO 68-1.

Werte für den Nennspannungsquerschnitt $A_{s,nom}$ sind in den Tabellen 4 und 6 angegeben.

9.1.6.1.2 Anforderungen

Bei Schrauben mit $d_s > d_2$ und Schrauben mit Gewinde bis zum Kopf muss der Bruch in der freien belasteten Gewindelänge auftreten.

Bei Schrauben mit $d_s \approx d_2$ muss der Bruch in der freien belasteten Gewindelänge oder im gewindefreien Schaft auftreten.

R_m muss die in Tabelle 3 festgelegten Anforderungen erfüllen. Die in den Tabellen 4 und 6 festgelegte Mindestbruchkraft $F_{m, \min}$ muss erfüllt werden.

ANMERKUNG Bei kleinen Durchmessern besteht ein zunehmender Unterschied zwischen dem Nennspannungsquerschnitt und dem tatsächlichen Spannungsquerschnitt. Wenn die Härte zur Prozesskontrolle verwendet wird, kann es besonders für kleinere Durchmesser notwendig sein, die Härte über die in Tabelle 3 angegebenen Werte für die Mindesthärte anzuheben, um die Mindestbruchkraft zu erreichen.

9.1.6.2 Ermittlung der Unversehrtheit des Übergangsbereiches zwischen Kopf und gewindefreiem Schaft/Gewinde — Anforderungen

Der Bruch darf nicht im Kopf auftreten.

Bei Schrauben mit gewindefreiem Schaft darf der Bruch nicht im Übergangsbereich zwischen Kopf und Schaft auftreten.

Bei Schrauben mit Gewinde bis zum Kopf darf sich der Bruch, der zum Versagen führt, bis in den Übergangsbereich zwischen Kopf und Gewinde oder vor der Trennung bis in den Kopf ausdehnen oder ausbreiten, vorausgesetzt, er entsteht in der freien belasteten Gewindelänge.

9.2 Zugversuch an fertigen Schrauben zur Bestimmung der Zugfestigkeit R_m

9.2.1 Allgemeines

Zweck dieses Zugversuchs ist die Bestimmung der Zugfestigkeit von fertigen Schrauben R_m .

Dieser Versuch darf mit dem in 9.3 beschriebenen Versuch kombiniert werden.

9.2.2 Anwendbarkeit

Diese Prüfung gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Schrauben mit höherer Kopffestigkeit als Festigkeit des Gewindeteils;
- Schrauben mit höherer Kopffestigkeit als Festigkeit des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden;
- Durchmesser des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden, $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$;
- Schrauben mit Nenngewindelänge $l \geq 2,5 d$;
- Gewindelänge $b \geq 2,0 d$;
- für Stahlbauschrauben mit $b < 2 d$;
- Stiftschrauben mit Gesamtlänge $l_t \geq 3,0 d$;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- alle Festigkeitsklassen.

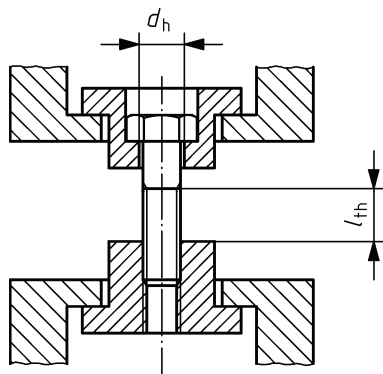
9.2.3 Geräte

Die Zugprüfmaschine muss ISO 7500-1 entsprechen. Querschiebung an Schrauben muss vermieden werden, z. B. durch selbstausrichtende Spannanzgen.

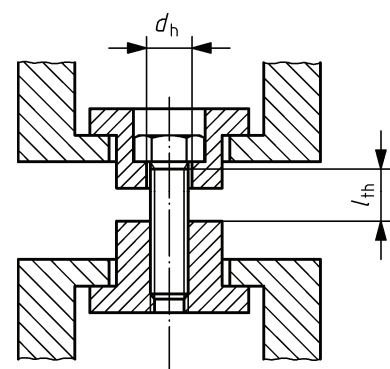
9.2.4 Prüfvorrichtung

Die Spannanzgen und die Adapter müssen Folgendem entsprechen:

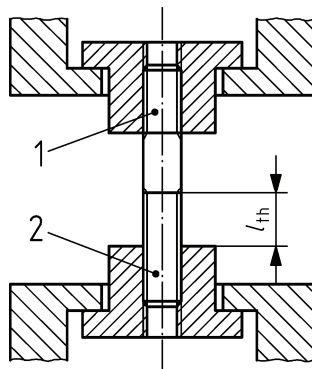
- Mindesthärte: 45 HRC;
- Lochdurchmesser d_h : nach Tabelle 15;
- Gewindetoleranzklasse der(s) Adapter(s) mit Innengewinde: nach Tabelle 14.



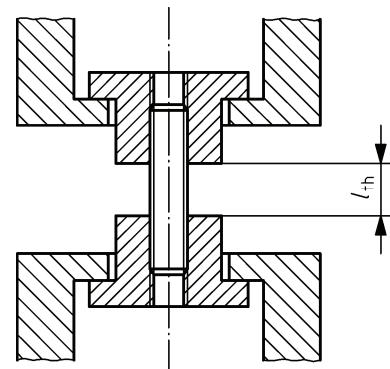
a) Beispiel einer Prüfvorrichtung für Schrauben mit gewindefreiem Schaft



b) Beispiel einer Prüfvorrichtung für Schrauben mit Gewinde bis Kopf



c) Beispiel einer Prüfvorrichtung für Stiftschrauben



d) Beispiel einer Prüfvorrichtung für Gewindebolzen

Legende

- 1 Einschraubende
- 2 mutterseitiges Ende
- d_h Lochdurchmesser
- l_{th} freie belastete Gewindelänge der Schraube in einer Prüfvorrichtung

Bild 2 — Beispiele für Prüfvorrichtungen

9.2.5 Prüfverfahren

Die Schraube muss geprüft werden wie angeliefert.

Die zu prüfenden Schrauben müssen, wie in den Bildern 2 a) und 2 b) gezeigt, in die Adapter eingesetzt/eingeschraubt werden; die zu prüfenden Stiftschrauben und Gewindebolzen müssen, wie in den Bildern 2 c) und 2 d) gezeigt, in zwei Adapter mit Gewinde eingeschraubt werden. Die Gewindeeinschraubtiefe muss mindestens $1 d$ betragen.

Die freie belastete Gewindelänge l_{th} , muss mindestens $1 d$ betragen.

Wenn jedoch diese Prüfung mit der Prüfung nach 9.3 kombiniert wird, muss die freie belastete Gewindelänge l_{th} $1,2 d$ betragen.

Der Zugversuch darf an Stahlbauschrauben mit kurzer Gewindelänge durchgeführt werden, deren freie belastete Gewindelänge l_{th} weniger als $1 d$ beträgt.

Der Zugversuch muss nach ISO 6892-1 durchgeführt werden. Die an der beweglichen Traverse bestimmte Prüfgeschwindigkeit darf 25 mm/min nicht überschreiten.

Der Zugversuch muss bis zum Bruch fortgeführt werden.

Die höchste Zugkraft, F_m , ist zu messen.

9.2.6 Prüfergebnisse

9.2.6.1 Verfahren

Zur Berechnung siehe 9.1.6.1.

9.2.6.2 Anforderungen

Bei Schrauben mit $d_s > d_2$ muss der Bruch in der freien belasteten Gewindelänge auftreten.

Bei Schrauben mit $d_s \approx d_2$ muss der Bruch in der freien belasteten Gewindelänge oder im gewindefreien Schaft auftreten.

Bei Schrauben mit Gewinde bis zum Kopf darf sich der Bruch, der zum Versagen führt, bis in den Übergangsbereich zwischen Kopf und Gewinde oder vor der Trennung bis in den Kopf ausdehnen oder ausbreiten, vorausgesetzt, er beginnt in der freien belasteten Gewindelänge.

R_m muss die in Tabelle 3 festgelegten Anforderungen erfüllen. Die in den Tabellen 4 und 6 festgelegte Mindestbruchkraft $F_{m, \min}$ muss erfüllt werden.

ANMERKUNG Bei kleinen Durchmessern besteht ein zunehmender Unterschied zwischen dem Nennspannungsquerschnitt und dem tatsächlichen Spannungsquerschnitt. Wenn die Härte zur Prozesskontrolle verwendet wird, kann es besonders für kleinere Durchmesser notwendig sein, die Härte über die in Tabelle 3 angegebenen Werte für die Mindesthärte anzuheben, um die Mindestbruchkraft zu erreichen.

9.3 Zugversuch an ganzen Schrauben zur Bestimmung der Bruchverlängerung A_f und der 0,004 8 d Dehngrenze R_{pf}

9.3.1 Allgemeines

Zweck dieses Zugversuchs ist die gleichzeitige Bestimmung:

- der Bruchverlängerung ganzer Schrauben, A_f ;
- der 0,004 8 d Dehngrenze ganzer Schrauben, R_{pf} .

Dieser Versuch darf mit dem in 9.2 beschriebenen Versuch kombiniert werden.

9.3.2 Anwendbarkeit

Diese Prüfung gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Schrauben mit höherer Kopffestigkeit als Festigkeit des Gewindeteils;
- Schrauben mit höherer Kopffestigkeit als Festigkeit des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden;
- Durchmesser des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden, $d_s > d$ oder $d_s \approx d$;
- Schrauben mit einem Nenndurchmesser $l \geq 2,7 d$;
- Gewindelänge $b \geq 2,2 d$;
- Stiftschrauben mit der Gesamtlänge $l_t \geq 3,2 d$;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- alle Festigkeitsklassen.

9.3.3 Geräte

Die Zugprüfmaschine muss ISO 7500-1 entsprechen. Querkrafteinleitung an Schrauben muss vermieden werden, z. B. durch selbstausrichtende Spannzangen.

9.3.4 Prüfvorrichtungen

Die Spannzangen und die Adapter müssen Folgendem entsprechen:

- Mindesthärte: 45 HRC;
- Lochdurchmesser d_h : nach Tabelle 15;
- Gewindetoleranzklasse der(s) Adapter(s) mit Innengewinde: nach Tabelle 14.

Die Prüfvorrichtung sollte ausreichend starr sein, um Verformungen zu vermeiden, die die Bestimmung der Belastung bei der 0,004 8 d Dehngrenze F_{pf} und der Bruchverlängerung A_f beeinflussen.

9.3.5 Prüfverfahren

Die Schraube muss geprüft werden wie angeliefert.

Die zu prüfende Schraube muss, wie in den Bildern 2 a) bis 2 b) gezeigt, in Adaptern eingesetzt/eingeschraubt werden; die zu prüfenden Stiftschrauben müssen, wie in den Bildern 2 c) und 2 d) gezeigt, in zwei Adaptern mit Gewinde eingeschraubt werden. Die Gewindeeinschraubtiefe muss mindestens $1 d$ betragen.

Die freie belastete Gewindelänge l_{th} muss $1,2 d$ betragen.

ANMERKUNG Um $l_{th} = 1,2 d$ auf praktische Weise zu erhalten, wird folgendes Verfahren vorgeschlagen:

- zunächst Aufschrauben des Adapters mit Gewinde bis zum Gewindeauslauf;
- anschließend Abschrauben des Adapters mit der erforderlichen Anzahl von Drehungen, die $l_{th} = 1,2 d$ entsprechen.

Der Zugversuch muss nach ISO 6892-1 durchgeführt werden. Die an der beweglichen Traverse bestimmte Prüfgeschwindigkeit darf 10 mm/min bis zur Belastung bei der $0,0048 d$ Dehngrenze F_{pf} und darüber hinaus 25 mm/min nicht überschreiten.

Die Last F muss so lange gemessen werden, bis der Bruch eintritt, entweder durch eine geeignete elektronische Vorrichtung (z. B. Mikroprozessor) oder an der Kraft-Verlängerungs-Kurve, siehe ISO 6892-1; die Kurve kann automatisch oder graphisch erstellt werden.

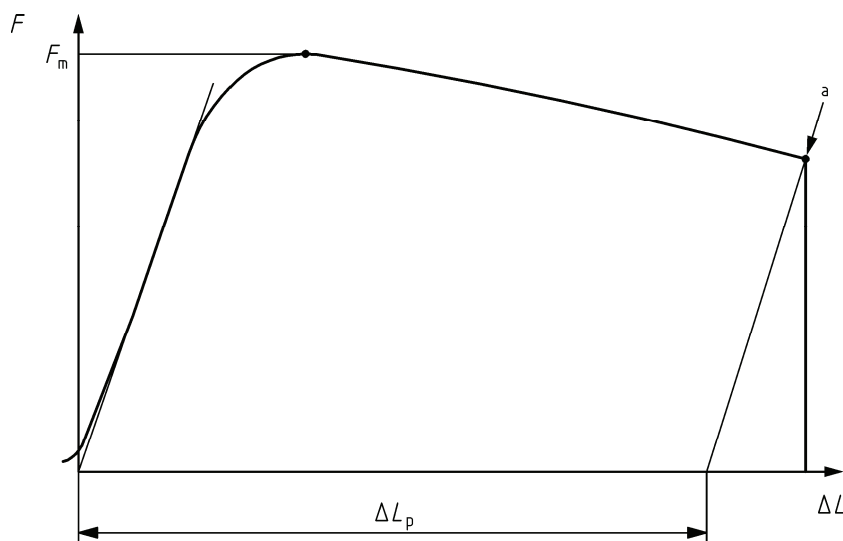
Für eine angemessen genaue graphische Messung muss die Skalierung der Kurve so gewählt werden, dass die Neigung im elastischen Bereich (gerader Teil der Kurve) zwischen 30° und 45° zur Wegeachse liegt.

9.3.6 Prüfergebnisse

9.3.6.1 Bestimmung der Bruchverlängerung A_f

9.3.6.1.1 Verfahren

Die plastische Verlängerung ΔL_p wird direkt an der automatisch oder graphisch erstellten Kraft-Verlängerungs-Kurve gemessen, siehe Bild 3.



a Auftreten des Bruchs

Bild 3 — Kraft-Verlängerungs-Kurve zur Bestimmung der Bruchverlängerung A_f

Die Neigung im elastischen Bereich (gerader Teilbereich der Kurve) muss bestimmt werden. Durch den Punkt, an dem der Bruch auftritt, muss eine Linie parallel zur Neigung im elastischen Bereich gezogen werden, die einen Schnittpunkt mit der Achse der Verlängerung hat, siehe Bild 3. Die plastische Dehnung ΔL_p wird auf der Achse der Verlängerung bestimmt, wie in Bild 3 gezeigt.

Im Zweifelsfall muss die Neigung auf der Kraft-Verlängerungs-Kurve im elastischen Bereich durch Ziehen einer Linie bestimmt werden, die die beiden Punkte der Kurve schneidet, die $0,4 F_p$ und $0,7 F_p$ entsprechen. Dabei ist F_p die in den Tabellen 5 und 7 festgelegte Prüfkraft.

Die Bruchverlängerung ganzer Schrauben wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$A_f = \frac{\Delta L_p}{1,2 d}$$

9.3.6.1.2 Anforderungen

Für die Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 muss A_f die in Tabelle 3 festgelegte Anforderung erfüllen.

9.3.6.2 Bestimmung der $0,0048 d$ Dehngrenze R_{pf}

9.3.6.2.1 Verfahren

R_{pf} muss mit Hilfe der Kraft-Verlängerungs-Kurve bestimmt werden, siehe Bild 4.

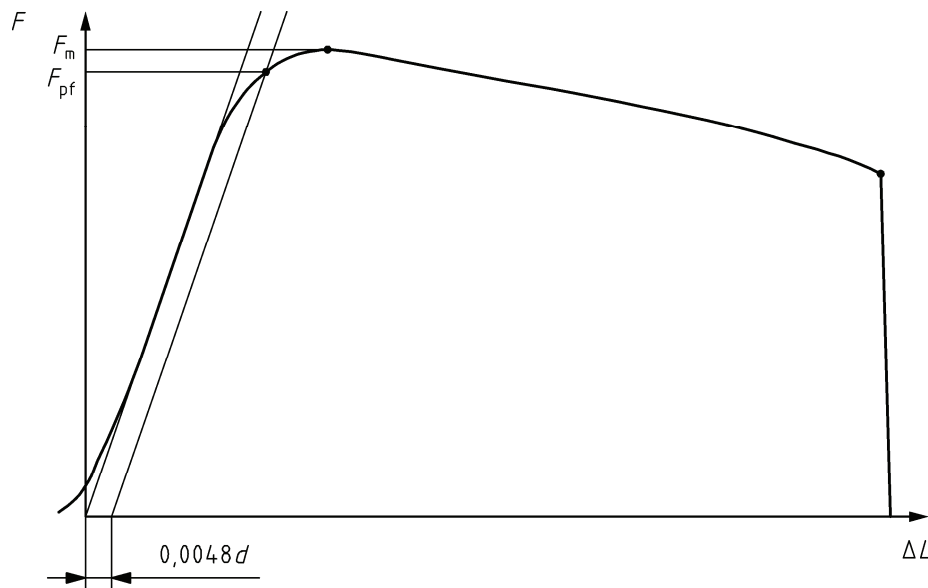


Bild 4 — Kraft-Verlängerungs-Kurve zur Bestimmung der $0,0048 d$ Dehngrenze R_{pf}

Parallel zur Neigung im elastischen Bereich (gerader Teil der Kurve) muss eine Linie in einem Abstand von $0,0048 d$ auf der Achse der Verlängerung gezogen werden; der Schnittpunkt zwischen dieser Linie und der Kurve entspricht der Kraft F_{pf} .

ANMERKUNG $0,0048 d = 0,4 \% \text{ von } 1,2 d$.

Im Zweifelsfall muss die Neigung auf der Kraft-Verlängerungs-Kurve im elastischen Bereich durch Ziehen einer Linie bestimmt werden, die die beiden Punkte der Kurve schneidet, die $0,4 F_p$ und $0,7 F_p$ entsprechen. Dabei ist F_p die in den Tabellen 5 und 7 festgelegte Prüfkraft.

Die 0,004 8 d Dehngrenze R_{pf} wird wie folgt berechnet:

$$R_{pf} = \frac{F_{pf}}{A_{s, nom}}$$

mit $A_{s, nom}$ wie in 9.1.6.1 festgelegt.

9.3.6.2.2 Anforderung

Keine Anforderung festgelegt.

ANMERKUNG 1 Werte für R_{pf} werden untersucht. Siehe Tabelle 3 (Nr. 4 und Fußnote e) zur Information.

ANMERKUNG 2 Werte der Streckgrenze, die aus Prüfungen mit ganzen Schrauben anstatt mit abgedrehten Proben ermittelt wurden, können wegen der Versuchsdurchführung, der Prüfverfahren und auf Grund von Größeneinflüssen variieren.

9.4 Zugversuch für Schrauben, die aufgrund der Kopfgeometrie nicht in der freien belasteten Gewindelänge brechen

9.4.1 Allgemeines

Zweck dieses Zugversuchs ist die Bestimmung der Zugfestigkeit bei Schrauben, die aufgrund ihrer Kopfgeometrie nicht in der freien belasteten Gewindelänge brechen (siehe 8.2).

9.4.2 Anwendbarkeit

Dieser Versuch gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Durchmesser des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden, $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$;
- Nennlänge $l \geq 2,5 d$;
- Gewindelänge $b \geq 2,0 d$;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- alle Festigkeitsklassen.

9.4.3 Geräte

Die Zugprüfmaschine muss ISO 7500-1 entsprechen. Querkrafteinleitung an Schrauben muss vermieden werden, z. B. durch selbstausrichtende Spannzangen.

9.4.4 Prüfvorrichtung

Die Spannzangen und die Adapter müssen Folgendem entsprechen:

- Mindesthärte: 45 HRC;
- Lochdurchmesser d_h : nach Tabelle 15;
- Gewindetoleranzklasse des Adapters mit Innengewinde: nach Tabelle 14.

9.4.5 Prüfverfahren

Die Schraube muss geprüft werden wie angeliefert.

Die Schraube muss, wie in den Bildern 2 a) und 2 b) gezeigt, in einem Adapter angebracht werden.

Die freie belastete Gewindelänge l_{th} muss mindestens $1 d$ betragen.

Der Zugversuch muss nach ISO 6892-1 durchgeführt werden. Die an der beweglichen Traverse bestimmte Prüfungsgeschwindigkeit darf 25 mm/min nicht überschreiten.

Der Zugversuch muss bis zum Bruch fortgeführt werden.

Die höchste Zugkraft F_m ist zu messen.

9.4.6 Prüfergebnisse — Anforderung

Die höchste Zugkraft F_m muss gleich oder größer sein als die in der entsprechenden Produktnorm oder einer anderen Spezifikation festgelegte Mindestbruchkraft.

9.5 Zugversuch für Schrauben mit Dehnschaft

9.5.1 Allgemeines

Zweck dieses Zugversuchs ist die Bestimmung der Zugfestigkeit R_m für Schrauben mit Dehnschaft (siehe 8.2).

9.5.2 Anwendbarkeit

Diese Prüfung gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Durchmesser des gewindefreien Schaftes $d_s < d_2$;
- Länge des Dehnschaftes $\geq 3 d_s$ (siehe L_C in Bild 6);
- Gewindelänge $b \geq 1 d$;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 und 12.9/12.9.

9.5.3 Geräte

Die Zugprüfmaschine muss ISO 7500-1 entsprechen. Querkrafteinleitung an Schrauben muss vermieden werden, z. B. durch selbstausrichtende Spannzangen.

9.5.4 Prüfvorrichtung

Die Spannzangen und die Adapter müssen Folgendem entsprechen:

- Mindesthärte: 45 HRC;
- Lochdurchmesser d_h : nach Tabelle 15;
- Gewindetoleranzklasse der(s) Adapter(s) mit Innengewinde: nach Tabelle 14.

9.5.5 Prüfverfahren

Die Schraube muss geprüft werden wie angeliefert.

Die zu prüfende Schraube muss, wie in Bild 2 a) gezeigt, in die Adapter eingesetzt/ingeschraubt werden; Schraubenbolzen mit Dehnschaft müssen, wie in Bild 2 c) gezeigt, in zwei Adapter mit Gewinde eingeschraubt werden. Die Gewindeeinschraubtiefe muss mindestens $1 d$ betragen.

Der Zugversuch muss nach ISO 6892-1 durchgeführt werden. Die an der beweglichen Traverse bestimmte Prüfgeschwindigkeit darf 25 mm/min nicht überschreiten.

Der Zugversuch muss bis zum Bruch fortgeführt werden.

Die höchste Zugkraft F_m ist zu messen.

9.5.6 Prüfergebnisse

9.5.6.1 Verfahren

Die Berechnung der Zugfestigkeit R_m basiert auf dem Querschnitt des Dehnschaftes A_{ds} und der während der Prüfung gemessenen höchsten Zugkraft F_m :

$$R_m = \frac{F_m}{A_{ds}}$$

mit $A_{ds} = \frac{\pi}{4} d_s^2$

9.5.6.2 Anforderungen

Der Bruch muss im Dehnschaft auftreten.

R_m muss der in Tabelle 3 festgelegten Anforderung entsprechen.

9.6 Prüfkraftversuch an fertigen Schrauben

9.6.1 Allgemeines

Der Prüfkraftversuch besteht aus zwei Hauptschritten:

- Aufbringen der festgelegten Zugkraft (siehe Bild 5) und
- Messen der bleibenden Verlängerung, falls eine solche durch die Prüfkraft verursacht wurde.

9.6.2 Anwendbarkeit

Dieser Versuch gilt für Schrauben und Stiftschrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Schrauben mit höherer Kopffestigkeit als Festigkeit des Gewindeteils;
- Schrauben mit höherer Kopffestigkeit als Festigkeit des gewindefreien Schaftes;
- Durchmesser des gewindefreien Schaftes, sofern vorhanden, $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$;
- Schrauben mit Nennlänge $l \geq 2,5 d$;
- Gewindelänge $b \geq 2,0 d$;
- Stiftschrauben mit Gesamtlänge $l_t \geq 3,0 d$;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- alle Festigkeitsklassen.

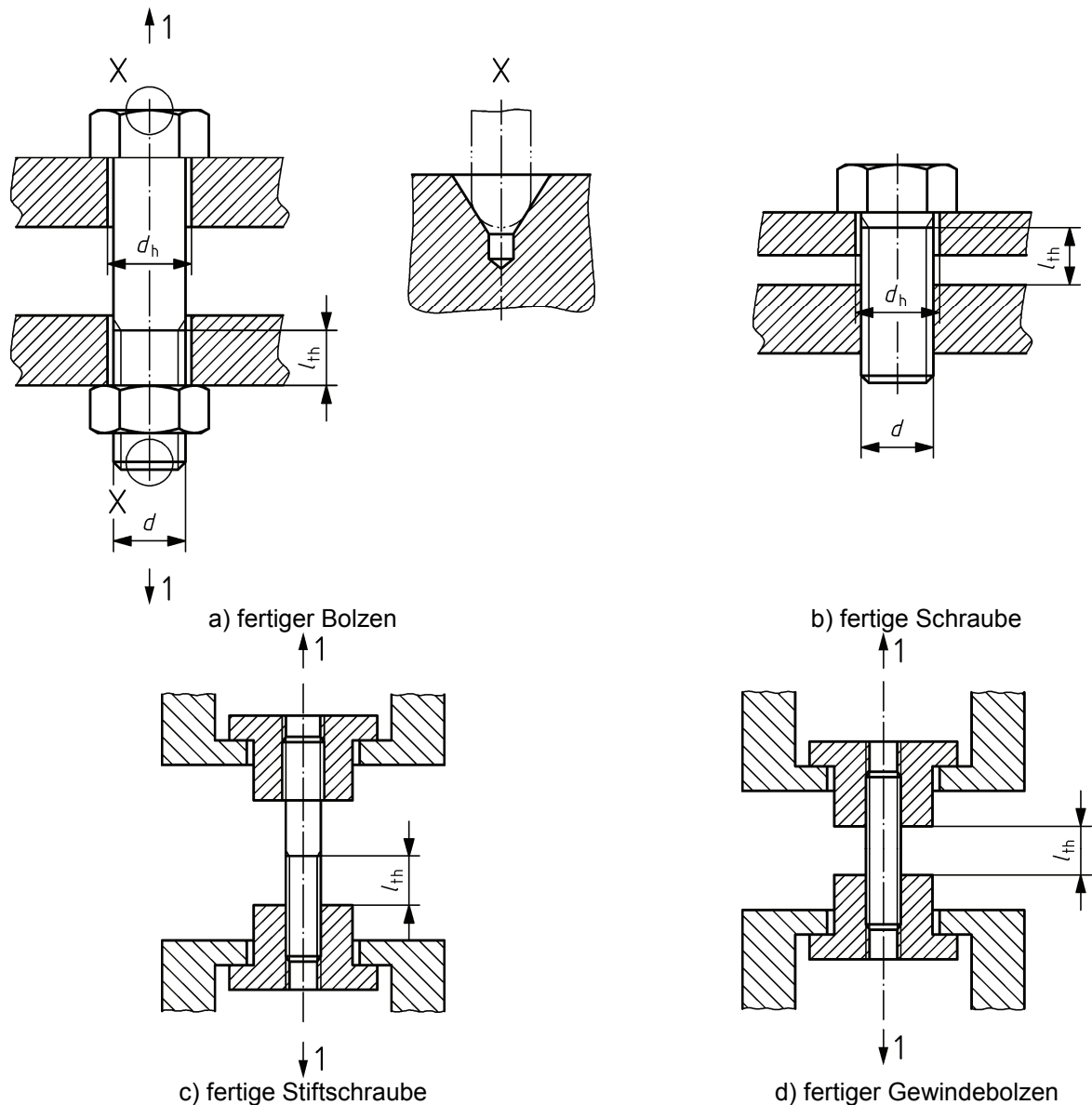
9.6.3 Geräte

Die Zugprüfmaschine muss ISO 7500-1 entsprechen. Querkrafteinleitung an Schrauben muss vermieden werden, z. B. durch selbstausrichtende Spannzangen.

9.6.4 Prüfvorrichtung

Die Spannzangen und die Adapter müssen Folgendem entsprechen:

- Mindesthärte: 45 HRC;
- Lochdurchmesser d_h : nach Tabelle 15;
- Gewindetoleranzklasse der(s) Adapter(s) mit Innengewinde: nach Tabelle 14.



Legende

1 Kraft

Ein Beispiel ist der „Kugel/Konus-Kontakt“ zwischen Messtaster und konischen Zentrierbohrungen an den Schraubenenden, der in der Einzelheit X dargestellt ist. Jedes andere geeignete Verfahren darf angewendet werden.

Bild 5 — Beispiel für den Prüfaufbau zum Aufbringen der Prüfkraft auf fertige Schrauben

9.6.5 Prüfverfahren

Die Schraube im angelieferten Zustand muss an jedem Ende in geeigneter Weise, z. B. wie in Bild 5 (Einzelheit X) gezeigt, vorbereitet werden. Für die Längenmessung muss die Schraube mit einem Messgerät mit kugeligen Messflächen oder einem anderen geeigneten Verfahren vermessen werden. Bei der Messung müssen Handschuhe oder Zangen benutzt werden, um temperaturbedingte Messfehler möglichst klein zu halten. Es muss die Gesamtlänge der Schraube vor der Belastung, l_0 , gemessen werden.

Die Schraube muss, wie in Bild 5 gezeigt, in Adaptern eingesetzt/ingeschraubt werden. Bei Stiftschrauben müssen zwei Adapter mit Gewinde verwendet werden. Die Gewindeeinschraubtiefe muss mindestens $1 d$ betragen. Die freie belastete Länge l_{th} muss $1 d$ betragen.

ANMERKUNG Um $l_{th} = 1 d$ auf praktische Weise zu erhalten, wird folgendes Verfahren vorgeschlagen:

- zunächst Anschrauben des Adapters mit Gewinde bis zum Gewindeauslauf;
- anschließend Abschrauben des Adapters um die geforderte Anzahl von Drehungen, die $l_{th} = 1 d$ entsprechen.

Die in den Tabellen 5 und 7 festgelegte Prüfkraft muss axial auf die Schraube aufgebracht werden.

Die an der beweglichen Traverse ermittelte Prüfgeschwindigkeit darf 3 mm/min nicht überschreiten. Die volle Prüfkraft muss 15 s gehalten werden.

Nach Entlastung muss die Gesamtlänge der Schraube, l_1 , gemessen werden.

9.6.6 Prüfergebnisse — Anforderung

Die Gesamtlänge l_1 der Schraube nach dem Versuch muss bei einer zulässigen Messunsicherheit von $\pm 12,5 \mu\text{m}$ mit der vor dem Versuch gemessenen Länge l_0 übereinstimmen.

Verschiedene Einflussgrößen wie die Geradheit der Probe, die Koaxialität des Gewindes und die Messunsicherheit können zu einer scheinbaren Längenänderung der Schraube führen, wenn die Prüfkraft erstmalig aufgebracht wird. In solchen Fällen muss deshalb ein zweiter Versuch nach 9.6.5 mit einer um 3 % größeren Kraft als der in den Tabellen 5 und 7 festgelegten Prüfkraft durchgeführt werden. Der zweite Versuch gilt als bestanden, wenn die danach ermittelte Länge l_2 mit der nach dem ersten Versuch ermittelten Länge l_1 bei einer zulässigen Messunsicherheit von $\pm 12,5 \mu\text{m}$ übereinstimmt.

9.7 Zugversuch an abgedrehten Proben

9.7.1 Allgemeines

Zweck dieses Versuchs ist die Bestimmung:

- der Zugfestigkeit R_m ;
- der unteren Streckgrenze R_{eL} oder der 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$;
- der prozentualen Bruchdehnung A , und
- der prozentualen Brucheinschnürung Z .

9.7.2 Anwendbarkeit

Dieser Versuch gilt für Verbindungselemente mit den folgenden technischen Angaben:

a) Abgedrehte Proben aus Schrauben:

- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- Gewindelänge $b \geq 1 d$;
- Nennlänge $l \geq 6 d_o + 2 r + d$ (entsprechend der Angabe in Bild 6) zur Bestimmung von A ;
- Nennlänge $l \geq 4 d_o + 2 r + d$ (entsprechend der Angabe in Bild 6) zur Bestimmung von Z ;

b) Abgedrehte Proben aus Stiftschrauben:

- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$;
- Gewindelänge $b \geq 1 d$;
- Gewindelänge des Einschraubendes der Stiftschraube $b_m \geq 1 d$;
- Gesamtlänge $l_t \geq 6 d_o + 2 r + 2 d$ (entsprechend der Angabe in Bild 6) zur Bestimmung von A ;
- Gesamtlänge $l_t \geq 4 d_o + 2 r + 2 d$ (entsprechend der Angabe in Bild 6) zur Bestimmung von Z .

c) Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 und 12.9/12.9.

ANMERKUNG Abgedrehte Proben können auch aus Schrauben hergestellt werden, die aufgrund ihrer Geometrie eine reduzierte Belastbarkeit haben, sofern die Kopffestigkeit größer ist als die mittels des Querschnitts S_o der Probe ermittelte Festigkeit, sowie aus Schrauben mit einem Durchmesser des gewindefreien Schaftes von $d_s < d_2$ (siehe 8.2).

Bei Schrauben der Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 (kaltumgeformte, nicht wärmebehandelte Schrauben) muss der Zugversuch an der ganzen Schraube durchgeführt werden, siehe 9.3.

9.7.3 Geräte

Die Zugprüfmaschine muss ISO 7500-1 entsprechen. Querschiebung an Schrauben muss vermieden werden, z. B. durch selbstausrichtende Spannzangen.

9.7.4 Prüfvorrichtung

Die Spannzangen und die Adapter müssen Folgendem entsprechen:

- Mindesthärte: 45 HRC;
- Lochdurchmesser d_h : nach Tabelle 15;
- Gewindetoleranzklasse der(des) Adapter(s) mit Innengewinde: nach Tabelle 14.

9.7.7 Prüfergebnisse

9.7.7.1 Verfahren

Folgende Eigenschaften müssen in Übereinstimmung mit ISO 6892-1 bestimmt werden.

a) Zugfestigkeit R_m :

$$R_m = \frac{F_m}{S_o}$$

b) untere Streckgrenze R_{eL} oder 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$;

c) prozentuale Bruchdehnung, sofern L_o mindestens $5 d_o$ beträgt:

$$A = \frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100$$

Dabei ist

L_u die Messlänge der abgedrehten Probe nach dem Bruch (siehe ISO 6892-1).

d) prozentuale Brucheinschnürung, sofern L_o mindestens $3 d_o$ beträgt:

$$Z = \frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100$$

Dabei ist

S_u die Querschnittsfläche einer abgedrehten Probe nach dem Bruch.

9.7.7.2 Anforderungen

Die folgenden Eigenschaften müssen Tabelle 3 entsprechen:

- Mindestzugfestigkeit $R_{m \min}$;
- untere Streckgrenze R_{eL} oder 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$;
- prozentuale Bruchdehnung A ;
- prozentuale Brucheinschnürung Z .

9.8 Kopfschlagversuch

9.8.1 Allgemeines

Zweck des Kopfschlagversuchs ist das Prüfen der Unversehrtheit des Übergangs zwischen Kopf und gewindefreiem Schaft oder dem Gewinde durch schlagartiges Biegen des Schraubenkopfes um einen gegebenen Winkel auf einen festen Block.

ANMERKUNG Dieser Versuch wird in der Regel vorgenommen, wenn ein Schrägzugversuch wegen einer zu kurzen Schraube nicht durchgeführt werden kann.

9.8.2 Anwendbarkeit

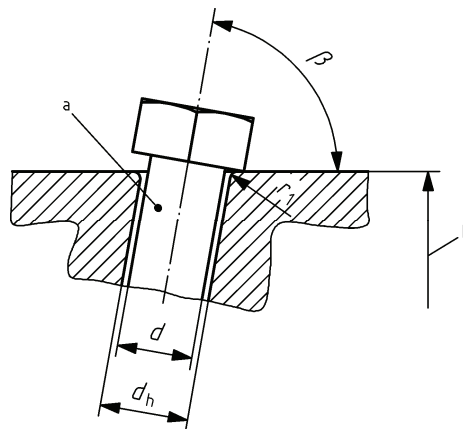
Dieser Versuch gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Festigkeit des Kopfes höher als Festigkeit des Gewindeteils;
- Nennlänge $l \geq 1,5 d$;
- $d \leq 10$ mm;
- alle Festigkeitsklassen.

9.8.3 Prüfvorrichtung

Der in Bild 7 dargestellte feste Block muss folgendermaßen ausgeführt sein:

- Mindesthärte: 45 HRC;
- Lochdurchmesser d_h und Radius r_1 : nach Tabelle 15;
- Dicke: mindestens $2 d$;
- Winkel β : nach Tabelle 17.



- a $l \geq 1,5 d$
- b Mindestdicke des festen Blocks: $2 d$

Bild 7 — Prüfvorrichtung für den Kopfschlagversuch

Tabelle 17 — Winkel β des festen Blocks für den Kopfschlagversuch

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

9.8.4 Prüfverfahren

Die Schraube muss geprüft werden wie angeliefert.

Der Kopfschlagversuch muss mit einer wie in Bild 7 gezeigten Vorrichtung durchgeführt werden.

Der Block muss fixiert sein. Der Kopf der Schraube muss sich mit mehreren Hammerschlägen um den Winkel von $90^\circ - \beta$ biegen lassen. Die Werte des Winkels β sind in Tabelle 17 festgelegt.

Die Prüfung muss bei mindestens 8-facher bis höchstens 10-facher Vergrößerung erfolgen.

9.8.5 Prüfergebnis — Anforderung

Es darf keine Anzeichen von Rissen im Übergang zwischen Kopf und gewindefreiem Schaft geben.

Bei Schrauben mit Gewinde bis Kopf ist diese Anforderung selbst dann erfüllt, wenn ein Anreißen im ersten Gewindegang auftritt, jedoch der Kopf nicht abplatzt.

9.9 Härteprüfung

9.9.1 Allgemeines

Zweck der Härteprüfung ist

- bei Schrauben, bei denen kein Zugversuch durchgeführt werden kann, die Härte der Schraube zu ermitteln;
- bei Schrauben, bei denen ein Zugversuch durchgeführt werden kann (siehe 9.1, 9.2, 9.5 und 9.7), die Härte der Schraube zu ermitteln, um sicherzustellen, dass die maximale Härte nicht überschritten ist.

ANMERKUNG Es gibt nicht immer einen direkten Bezug zwischen Härte und Zugfestigkeit. Die Werte für die maximale Härte sind aus anderen Gründen als den theoretischen Betrachtungen der maximalen Festigkeit festgelegt (z. B. um Versprödung zu vermeiden).

Die Härte darf entweder an einer geeigneten Oberfläche oder an einem Querschnitt durch das Gewinde ermittelt werden.

9.9.2 Anwendbarkeit

Diese Prüfung gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- alle Größen;
- alle Festigkeitsklassen.

9.9.3 Prüfverfahren

Die Härte darf mit Härteprüfungen nach Vickers, Brinell oder Rockwell ermittelt werden.

- a) Härteprüfung nach Vickers
Die Vickershärte muss nach ISO 6507-1 geprüft werden.
- b) Härteprüfung nach Brinell
Die Brinellhärte muss nach ISO 6506-1 geprüft werden.
- c) Härteprüfung nach Rockwell
Die Rockwellhärte muss nach ISO 6508-1 geprüft werden.

9.9.4 Prüfverfahren

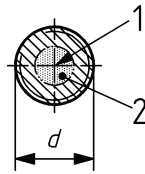
9.9.4.1 Allgemeines

Schrauben für Härteprüfungen müssen im Anlieferungszustand vorliegen.

9.9.4.2 Härtemessungen am Querschnitt durch den Gewindeteil

Eine Querschnittsprobe muss $1 d$ vom Gewindeende entfernt genommen werden, und die Oberfläche muss sorgfältig vorbereitet werden.

Härtemessungen müssen in der die Schraubenachse umgebenden Kreisfläche, deren Umfangslinie im Abstand von $0,25 d$ zur Schraubenachse verläuft, vorgenommen werden, siehe Bild 8.



Legende

- 1 Schraubenachse
- 2 Kreisfläche mit einem Radius von $0,25 d$

Bild 8 — Kreisfläche zur Härtemessung

9.9.4.3 Härtemessungen an der Oberfläche

Die Härte muss an ebenen Oberflächen des Kopfes, an der Schraubenkuppe oder am gewindefreien Schaft nach Entfernung von metallischen Überzügen oder anderen Beschichtungen und sorgfältiger Vorbereitung der Probe ermittelt werden.

Dieses Verfahren darf als Routineprüfung verwendet werden.

9.9.4.4 Prüflast für die Härtemessung

Die Härteprüfung nach Vickers muss mit einer Mindestlast von 98 N durchgeführt werden.

Die Härteprüfung nach Brinell muss mit einer Last von $30 D^2$ ausgedrückt in N durchgeführt werden.

9.9.5 Anforderungen

Bei Schrauben, die nicht im Zugversuch geprüft werden können, und Stahlbauschrauben mit kurzer Gewindelänge, die im Zugversuch geprüft werden können und eine freie belastete Gewindelänge von $l_{th} < 1 d$ haben, muss die Härte in dem in Tabelle 3 festgelegten Härtebereich liegen.

Bei Schrauben, die im Zugversuch geprüft werden können und eine freie belastete Gewindelänge von $l_{th} \geq 1 d$ haben, sowie bei Schrauben mit Dehnschaft und bei abgedrehten Proben darf die Härte die in Tabelle 3 angegebenen maximalen Härtewerte nicht überschreiten.

Bei Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6, 4.8, 5.6 und 5.8 darf die an der Schraubenkuppe nach 9.9.4.3 ermittelte Härte die maximale Härte nach Tabelle 3 nicht überschreiten.

Für vergütete Schrauben muss die Anforderung an das Vorhandensein von 90 % Martensit (siehe Tabelle 2) überprüft werden, wenn zwischen Härtewerten, die in der die Schraubenachse umgebenden Fläche (siehe Bild 8) bestimmt wurden, ein Unterschied von über 30 HV vorliegt.

Bei Schrauben der Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 muss sich die nach 9.9.4.2 ermittelte Härte in dem in Tabelle 3 festgelegten Härtebereich befinden.

Im Schiedsfall muss die Vickers-Härteprüfung nach 9.9.4.2 als Schiedsprüfung angewendet werden.

9.10 Entkohlungsprüfung

9.10.1 Allgemeines

Mit der Entkohlungsprüfung wird ermittelt, ob die Oberfläche gehärteter und angelassener Schrauben entkohlt ist sowie die Tiefe der entkohlten Zone bestimmt (siehe Bild 9).

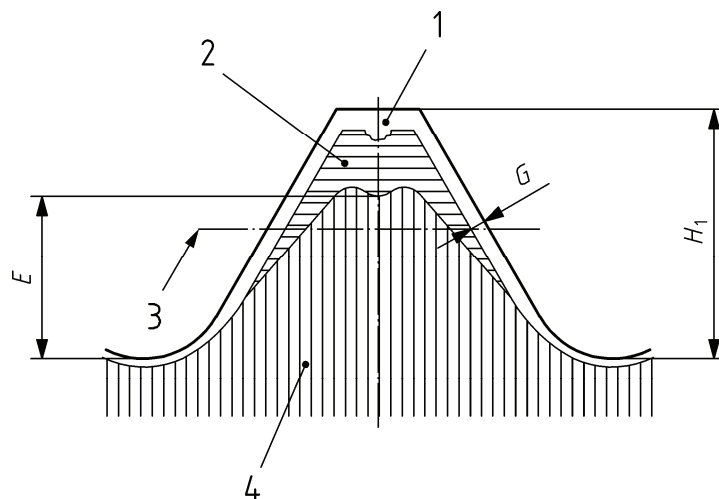
ANMERKUNG Eine durch die Wärmebehandlungsverfahren verursachte Verringerung des Kohlenstoffgehaltes (Entkohlung) auf Werte außerhalb der in Tabelle 3 festgelegten Grenzwerte kann die Festigkeit des Gewindes verringern und zum Versagen führen.

Der Kohlungszustand muss durch eines der beiden folgenden Verfahren bestimmt werden:

- mikroskopische Prüfung;
- Härteprüfung.

Die mikroskopische Prüfung erlaubt die Messung der vollständig entkohlten Zone (G), falls vorhanden, und der Höhe der Zone des Grundmetalls (E) (siehe Bild 9).

Die Härteprüfung erlaubt die Bestimmung der Höhe der Zone des Grundmetalls (E) und die Ermittlung einer teilweisen Entkohlung durch Mikrohärtigkeit (siehe Bild 9).



Legende

- 1 vollständig entkohlt
- 2 teilweise entkohlt
- 3 Flankendurchmesserlinie
- 4 Grundmetall
- E Höhe der nichtentkohlten Gewindezone
- G Tiefe der vollständigen Entkohlung im Gewinde
- H_1 Gewindetiefe des Schraubengewindes unter Maximal-Material-Bedingung

Bild 9 — Entkohlungszone

9.10.2 Mikroskopisches Prüfverfahren

9.10.2.1 Anwendbarkeit

Dieses Verfahren gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- alle Größen;
- Festigkeitsklassen 8.8 bis 12.9/12.9.

9.10.2.2 Vorbereitung der Probe

Proben müssen von den Schrauben nach Abschluss jeglicher Wärmebehandlung und nach Entfernen von möglicherweise vorhandenen metallischen Überzügen oder anderen Beschichtungen genommen werden.

Proben müssen als Längsschliff durch die Gewindeachse, ungefähr 1 *d* vom Gewindeende entfernt, genommen werden. Die Probe muss in Kunststoff eingebettet oder ersatzweise in einer Schliffklemme aufgenommen werden. Nach dem Aufnehmen bzw. Einbetten muss die Oberfläche ordnungsgemäß geschliffen und poliert werden.

ANMERKUNG Ätzen mit 3 % Salpetersäure (konzentrierte Salpetersäure in Ethanol) ist üblicherweise geeignet, die durch Entkohlung verursachte Veränderung der Mikrostruktur sichtbar zu machen.

9.10.2.3 Prüfverfahren

Die Probe muss in ein Mikroskop eingebracht werden. Soweit nicht anders vereinbart, muss für die Untersuchung eine 100fache Vergrößerung verwendet werden.

Falls das Mikroskop eine Mattscheibe besitzt, kann die Entkohlungstiefe unmittelbar mit einem Maßstab gemessen werden. Wird ein Messokular benutzt, sollte ein Fadenkreuz oder ein Maßstab vorhanden sein.

9.10.2.4 Anforderungen

Die maximale Tiefe der vollständigen Entkohlung, *G*, falls zutreffend, muss die in Tabelle 3 festgelegten Anforderungen erfüllen. Die Höhe der nichtentkohlten Zone, *E*, muss die in Tabelle 18 festgelegten Anforderungen erfüllen.

Tabelle 18 — Werte für die Gewindehöhe des Schraubengewindes unter Maximal-Material-Bedingung, H_1 , und der Mindesthöhe der nichtentkohlten Gewindezone, E_{min}

Maße in Millimeter

Gewindesteigung <i>p^a</i>		0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	
<i>H₁</i>		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	<i>E_{min}^b</i>	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/ <u>12.9</u>		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
<p>^a Für <i>P</i> < 1,25 mm nur mikroskopische Prüfung.</p> <p>^b Berechnet auf der Grundlage der Festlegung in Tabelle 3, Nr. 14.</p>															

9.10.3 Härteprüfverfahren (Schiedsverfahren zur Bestimmung für die teilweise Entkohlung)

9.10.3.1 Anwendbarkeit

Dieses Verfahren gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

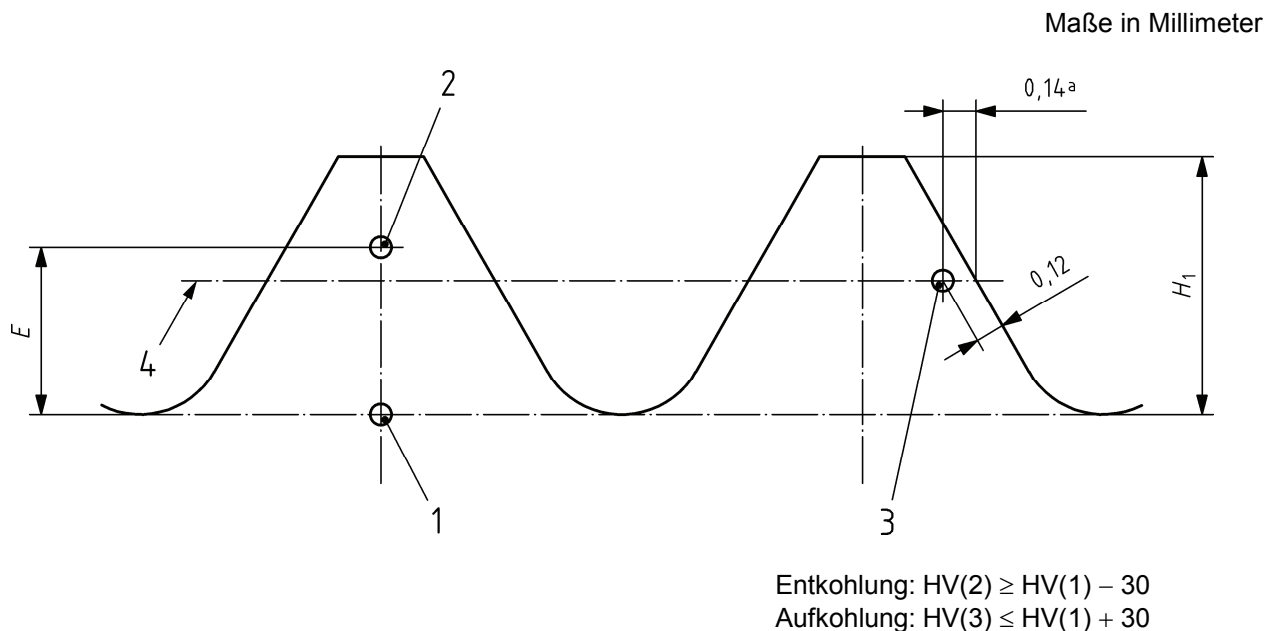
- Steigung $P \geq 1,25$ mm;
- Festigkeitsklassen 8.8 bis 12.9/12.9.

9.10.3.2 Vorbereitung der Probe

Die Probe muss nach 9.10.2.2 vorbereitet werden; ein Ätzen und Entfernen des Oberflächenüberzuges ist aber nicht notwendig.

9.10.3.3 Prüfverfahren

Die Härte nach Vickers muss, wie in Bild 10 gezeigt, an den Messpunkten 1 und 2 bestimmt werden. Die Prüfkraft muss 2,942 N (Vickers-Härteprüfung HV 0,3) betragen.



Legende

- E Höhe der nichtentkohlten Gewindezone, mm
 H_1 Höhe des Außengewindes bei Maximal-Material-Bedingung, mm
 1, 2, 3 Messpunkte (1 dient als Referenzpunkt)
 4 Flankendurchmesserlinie
 a Der Wert 0,14 mm ist nur als Hilfe angegeben, um den Punkt entlang der Flankendurchmesserlinie zu finden.

Bild 10 — Härtemesspunkte zur Prüfung von Entkohlung und Aufkohlung

9.10.3.4 Anforderungen

Die Vickershärte am Messpunkt 2 $HV(2)$ muss gleich oder größer als am Messpunkt 1 $HV(1)$ sein abzüglich 30 Vickersseinheiten. Die Höhe der nichtentkohlten Zone E muss die in Tabelle 18 festgelegten Anforderungen erfüllen.

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

9.11 Aufkohlungsprüfung

9.11.1 Allgemeines

Bei dieser Prüfung wird sichergestellt, dass die Oberfläche von gehärteten und angelassenen Schrauben während der Wärmebehandlung nicht aufgekohlt wurde. Der Unterschied zwischen Grundmetallhärte und Oberflächenhärte ist entscheidend für die Bewertung des Aufkohlungszustandes in einer Oberflächenschicht.

ANMERKUNG Aufkohlung ist schädlich, da ein Ansteigen der Oberflächenhärte zur Versprödung oder zu reduzierter Dauerfestigkeit führen kann. Zwischen einem durch Aufkohlung verursachten Ansteigen der Oberflächenhärte und jener durch Wärmebehandlung (Randhärtung) oder Kaltumformung der Oberfläche, wie z. B. nach der Wärmebehandlung gewalzte Gewinde, muss sorgfältig unterschieden werden.

Die Aufkohlung muss mit einem der beiden folgenden Verfahren ermittelt werden:

- Härteprüfung an einem Längsschliff;
- Oberflächenhärteprüfung.

Im Schiedsfall und wenn die Gewindesteigung $P \geq 1,25$ mm beträgt, muss die Härteprüfung an einem Längsschliff nach 9.11.2 als Schiedsprüfung durchgeführt werden.

9.11.2 Härteprüfung an einem Längsschliff

9.11.2.1 Anwendbarkeit

Dieses Verfahren gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Steigung $P \geq 1,25$;
- Festigkeitsklassen 8.8 bis 12.9/12.9.

9.11.2.2 Vorbereitung der Proben

Die Probe muss nach 9.10.2.2 vorbereitet werden; ein Entfernen eines Oberflächenüberzuges und ein Ätzen sind aber nicht notwendig.

9.11.2.3 Prüfverfahren

Die Härte nach Vickers muss, wie in Bild 10 gezeigt, an den Messpunkten 1 und 3 bestimmt werden. Die Prüfkraft muss 2,942 N (Vickers-Härteprüfung HV 0,3) betragen.

Wenn die Probe in einer Prüfung nach 9.10.3.3 verwendet wurde, muss die Härtebestimmung am Messpunkt 3 auf der Flankendurchmesserlinie in dem den Messpunkten 1 und 2 benachbarten Gewindezahn liegen.

9.11.2.4 Anforderung

Die Vickershärte am Messpunkt 3 HV(3) muss gleich oder größer als am Messpunkt 1 HV(1) sein zuzüglich 30 Vickersseinheiten.

Ein Ansteigen um mehr als 30 Vickersseinheiten zeigt Aufkohlung an. Siehe auch Tabelle 3 (Nr. 13 und Fußnoten h, i und j), die Härteeinschränkungen für die Festigkeitsklassen 10.9 und 12.9/12.9 angeben.

9.11.3 Oberflächenhärteprüfung

9.11.3.1 Anwendbarkeit

Dieses Verfahren gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- alle Größen;
- Festigkeitsklassen 8.8 bis 12.9/12.9.

9.11.3.2 Vorbereitung der Probe

Eine geeignete ebene Oberfläche auf dem Kopf oder an der Schraubenkuppe muss durch leichtes Schleifen und Polieren vorbereitet werden, um reproduzierbare Prüfungsergebnisse zu erzielen und die ursprünglichen Eigenschaften der Oberflächenschicht des Werkstoffes beizubehalten.

1 *d* entfernt vom Gewindeende muss eine Querschnittsprobe genommen und die Oberfläche sorgfältig vorbereitet werden.

9.11.3.3 Prüfverfahren

Die Oberflächenhärte muss an einer vorbereiteten Oberfläche ermittelt werden.

Die Grundmetallhärte muss an der Querschnittsprobe ermittelt werden.

Die Prüfkraft muss für beide Ermittlungen bei 2,942 N (Vickershärteprüfung HV 0,3) liegen.

9.11.3.4 Anforderungen

Der an der Oberfläche ermittelte Härtewert muss gleich oder größer als der Grundmetallhärtewert sein zuzüglich 30 Vickersseinheiten.

Ein Ansteigen um mehr als 30 Vickersseinheiten zeigt Aufkohlung an. Siehe auch Tabelle 3 (Nr. 13 und Fußnote g), die die Einschränkungen für die maximale Oberflächenhärte für die Festigkeitsklassen 10.9 und 12.9/12.9 angibt.

9.12 Wiederanlassversuch

9.12.1 Allgemeines

Bei diesem Versuch wird geprüft, ob die Mindestanlasstemperatur während der Wärmebehandlung erreicht wurde.

Diese Prüfung ist eine Schiedsprüfung, die für den Zweifelsfall gilt.

9.12.2 Anwendbarkeit

Dieses Verfahren gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- alle Größen;
- Festigkeitsklassen 8.8 bis 12.9/12.9.

9.12.3 Prüfverfahren

Die Vickershärte muss nach 9.9.4.2 durch drei Messungen an einer Schraube ermittelt werden.

Diese Schraube muss mit einer Haltezeit von 30 min bei einer Temperatur von 10 °C unter der in Tabelle 2 festgelegten Mindestanlasstemperatur wieder angelassen werden. Nach dem Wiederanlassen muss die Vickershärte durch drei neue Messungen an der gleichen Schraube und im gleichen Bereich wie bei der ersten Messung ermittelt werden.

9.12.4 Anforderungen

Es muss der Mittelwert aus den drei Härtemessungen vor und nach dem Wiederanlassen verglichen werden. Eine Verringerung der Härte nach dem Wiederanlassen, falls zutreffend, muss weniger als 20 Vickers-einheiten betragen.

9.13 Torsionsversuch

9.13.1 Allgemeines

Zweck des Torsionsversuchs ist die Bestimmung des Bruchdrehmoments M_B bei Schrauben, die nicht auf Zug geprüft werden können.

9.13.2 Anwendbarkeit

Dieses Verfahren gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- Schrauben mit höherer Kopffestigkeit als Festigkeit des Gewindeteils;
- Durchmesser des gewindefreien Schaftes $d_s > d_2$ oder $d_s \approx d_2$;
- Gewindelänge $b \geq 1 d + 2 P$;
- $1,6 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$;
- Festigkeitsklassen 4.6 bis 12.9/12.9.

ANMERKUNG Für die Festigkeitsklassen 4.6 bis 6.8 sind in der ISO 898-7 keine Werte festgelegt.

9.13.3 Geräte und Prüfvorrichtung

Siehe ISO 898-7.

9.13.4 Prüfverfahren

Die Schraube muss geprüft werden wie angeliefert.

Die Schraube muss über eine Gewindelänge von mindestens $1 d$ in die Prüfvorrichtung nach ISO 898-7 eingeklemmt werden.

Die freie belastete Gewindelänge l_{th} muss mindestens $2 P$ vom Kopf bis zum Gewindeauslauf oder vom gewindefreien Schaft zum Gewindeauslauf betragen. Das Drehmoment wird fortlaufend in aufsteigender Weise aufgebracht.

ANMERKUNG Es ist beabsichtigt, ISO 898-7:1992 zu überarbeiten. Eine Prüfung der diesbezüglichen Grundlagenforschung hat ergeben, dass die Werte für die freie belastete Gewindelänge und Verschraubungslänge vertauscht wurden.

9.13.5 Prüfergebnisse

9.13.5.1 Verfahren

Siehe ISO 898-7.

9.13.5.2 Anforderungen

Siehe ISO 898-7.

Im Schiedsfall gilt Folgendes:

- bei Schrauben, die nicht im Zugversuch geprüft werden können, muss die Härteprüfung in Übereinstimmung mit 9.9 als Schiedsprüfung durchgeführt werden;
- bei Schrauben, die im Zugversuch geprüft werden können, muss der Zugversuch als Schiedsprüfung durchgeführt werden.

9.14 Kerbschlagbiegeversuch an spanend hergestellten Proben

9.14.1 Allgemeines

Zweck des Kerbschlagbiegeversuchs ist das Prüfen der Belastbarkeit des Werkstoffes von Schrauben unter Schlagbeanspruchung bei einer festgelegten niedrigen Temperatur. Dieser Versuch findet nur Anwendung, wenn er in einer Produktnorm gefordert oder zwischen dem Hersteller und dem Kunden vereinbart wird.

9.14.2 Anwendbarkeit

Dieses Verfahren gilt für Schrauben mit den folgenden technischen Angaben:

- spanend hergestellte Proben von Schrauben;
- $d \geq 16$ mm;
- Gesamtlänge der Schrauben (einschließlich fester Teil des Kopfes) ≥ 55 mm;
- Stiftschrauben mit Gesamtlänge $l_t \geq 55$ mm;
- Festigkeitsklassen 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 und 12.9/12.9.

9.14.3 Geräte und Prüfvorrichtung

Siehe ISO 148-1.

9.14.4 Spanend hergestellte Probe

Die Probe muss aus der angelieferten Schraube spanend hergestellt werden.

Die spanend hergestellte Probe muss ISO 148-1 (Charpy V-Kerb-Prüfung) entsprechen. Sie muss in Längsrichtung so nah wie möglich an der Oberfläche der Schraube entnommen werden und so weit wie möglich in den Gewindeteil hineinreichen. Die nichtgekerbte Seite der Probe muss zur Oberfläche der Schraube gerichtet sein.

9.14.5 Prüfverfahren

Die spanend hergestellte Probe muss bei einer stabilisierten Temperatur von -20 °C gehalten werden. Der Kerbschlagbiegeversuch ist nach ISO 148-1 durchzuführen.

9.14.6 Anforderungen

Während der Prüfung bei einer Temperatur von -20 °C muss die Kerbschlagarbeit die Festlegungen nach Tabelle 3 erfüllen.

ANMERKUNG Weitere Prüftemperaturen und Werte für die Kerbschlagarbeit können in den relevanten Produktnormen festgelegt oder zwischen Hersteller und Kunden vereinbart werden.

9.15 Prüfung auf Oberflächenfehler

Die Prüfung auf Oberflächenfehler muss an Schrauben im angelieferten Zustand durchgeführt werden. Bei Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9 muss die Prüfung auf Oberflächenfehler nach ISO 6157-1 durchgeführt werden. Durch Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunden darf ISO 6157-3 angewandt werden.

Bei Schrauben der Festigkeitsklasse 12.9/12.9 muss die Prüfung auf Oberflächenfehler nach ISO 6157-3 durchgeführt werden.

Bei der Prüfreihe MP1 (siehe Abschnitt 8) ist die Prüfung auf Oberflächenfehler vor dem Abdrehen anzuwenden.

10 Kennzeichnung

10.1 Allgemeines

Schrauben, die nach den Anforderungen dieses Teils von ISO 898 hergestellt sind, müssen mit dem in Abschnitt 5 beschriebenen Bezeichnungssystem bezeichnet sowie nach 10.2 und entsprechend ihrer Belastbarkeit nach 10.3 oder 10.4 gekennzeichnet werden. Jedoch dürfen das Bezeichnungssystem nach Abschnitt 5 und die Festlegungen für die Kennzeichnung nach 10.3 oder 10.4 nur angewendet werden, wenn alle zutreffenden Anforderungen dieses Teils von ISO 898 erfüllt sind.

Sofern in der Produktnorm keine anderen Festlegungen getroffen sind, darf das Maß der Kopfhöhe nicht die Höhe einer erhöhten Markierung auf dem Schraubenkopf beinhalten.

10.2 Herstellerzeichen

Ein Herstellerzeichen muss während des Herstellungsprozesses an allen Schrauben angebracht werden, die mit dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse gekennzeichnet sind. Die Kennzeichnung mit dem Herstellerzeichen wird auch bei Schrauben empfohlen, die nicht mit einem Kennzeichen der Festigkeitsklasse gekennzeichnet sind.

Im Sinne dieses Teils von ISO 898 gilt ein Händler, der Schrauben vertreibt, die mit seinem eigenen Zeichen versehen sind, als Hersteller.

10.3 Kennzeichnung und Bezeichnung von Schrauben mit voller Belastbarkeit

10.3.1 Allgemeines

Schrauben mit voller Belastbarkeit, die entsprechend den Anforderungen dieses Teils von ISO 898 hergestellt sind, müssen nach 10.3.2 bis 10.3.4 gekennzeichnet werden.

Alternative oder wahlweise zulässige Kennzeichnungen, wie in 10.3.2 bis 10.3.4 beschrieben, liegen im Ermessen des Herstellers.

10.3.2 Kennzeichen für Festigkeitsklassen

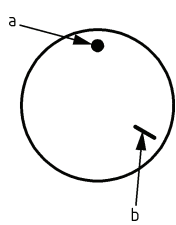
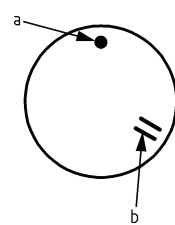
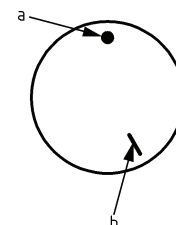
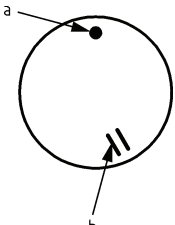
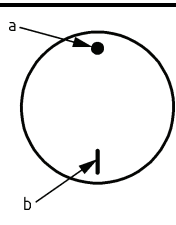
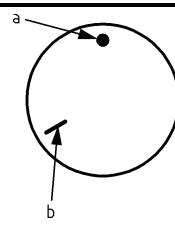
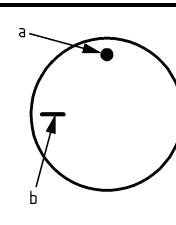
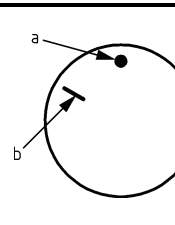
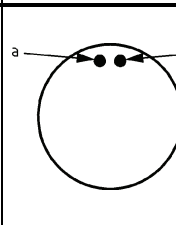
Die Kennzeichen sind in Tabelle 19 festgelegt.

Tabelle 19 — Kennzeichen für Schrauben mit voller Belastbarkeit

Festigkeitsklasse	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	<u>12.9</u>
Kennzeichen ^a	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	<u>12.9</u>
^a Der Punkt im Kennzeichen darf entfallen.										

Im Fall von kleinen Schrauben, oder wenn die Kopfform eine Kennzeichnung nach Tabelle 19 nicht zulässt, darf das Uhrzeigersystem der Kennzeichen nach Tabelle 20 angewendet werden.

Tabelle 20 — Uhrzeigersystem zur Kennzeichnung von Schrauben mit voller Belastbarkeit

Festigkeitsklasse	4.6	4.8	5.6	5.8	
Kennzeichen					
Festigkeitsklasse	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Kennzeichen					
^a Die 12 Uhr-Position (Bezugsmarkierung) ist entweder durch das Herstellerzeichen oder durch einen Punkt festzulegen.					
^b Die Festigkeitsklasse wird durch einen Strich oder Doppelstrich und im Fall von 12.9 durch einen Punkt gekennzeichnet.					

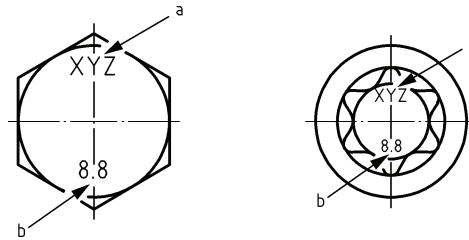
10.3.3 Identifizierung

10.3.3.1 Sechskantschrauben und Schrauben mit Außensechsrund

Sechskantschrauben und Schrauben mit Außensechsrund (einschließlich Schrauben mit Flansch) müssen mit dem Herstellerzeichen und mit dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse nach Tabelle 19 gekennzeichnet werden.

Das Kennzeichnen ist vorgeschrieben für Schrauben aller Festigkeitsklassen und mit Gewindenenddurchmesser $d \geq 5$ mm.

Die Kennzeichnung muss vorzugsweise auf dem Schraubenkopf, erhöht oder vertieft, oder auf einer Schlüsselfläche vertieft angebracht werden (siehe Bild 11). Bei Schrauben mit Flansch muss die Kennzeichnung auf dem Flansch angebracht werden, sofern der Herstellprozess eine Kennzeichnung auf dem Kopf nicht zulässt.



- a Herstellerzeichen
- b Festigkeitsklasse

Bild 11 — Beispiele für die Kennzeichnung von Sechskantschrauben und Schrauben mit Außensechsrund

10.3.3.2 Zylinderschrauben mit Innensechskant und mit Innensechsrund

Zylinderschrauben mit Innensechskant und mit Innensechsrund müssen mit dem Herstellerzeichen und mit dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse nach Tabelle 19 gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung ist vorgeschrieben für Zylinderschrauben mit Innensechskant und mit Innensechsrund mit Gewindenenddurchmesser $d \geq 5$ mm.

Die Kennzeichnung muss vorzugsweise auf der Zylinderfläche des Kopfes vertieft oder auf der Kopfstirnfläche erhöht oder vertieft angebracht werden (siehe Bild 12).

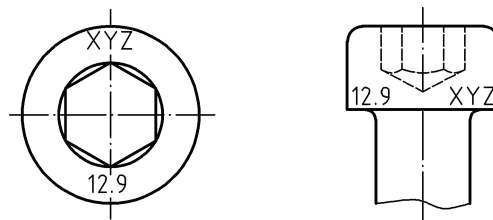


Bild 12 — Beispiele für die Kennzeichnung von Zylinderschrauben mit Innensechskant

10.3.3.3 Flachrundschrauben mit Vierkantansatz

Flachrundschrauben mit Vierkantansatz müssen mit dem Herstellerzeichen und mit dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse nach Tabelle 19 gekennzeichnet werden.

Das Kennzeichen ist vorgeschrieben für Schrauben aller Festigkeitsklassen und mit Gewindenenddurchmesser $d \geq 5$ mm.

Die Kennzeichnung muss auf der Kopfoberfläche erhöht oder vertieft angebracht werden (siehe Bild 13).

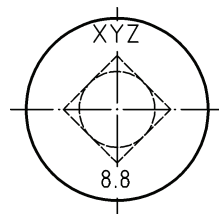


Bild 13 — Beispiel für die Kennzeichnung von Flachrundschrauben mit Vierkantansatz

10.3.3.4 Stiftschrauben

Stiftschrauben müssen mit dem Herstellerzeichen und mit dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse nach Tabelle 19 oder dem alternativen Kennzeichen nach Tabelle 21 gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung ist vorgeschrieben für Stiftschrauben der Festigkeitsklassen 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 und 12.9/12.9 und mit Gewindenenddurchmesser $d \geq 5$ mm.

Die Kennzeichnung muss auf dem gewindefreien Teil der Stiftschraube angebracht werden. Wenn die Kennzeichnung auf dem gewindefreien Teil nicht möglich ist, muss eine Kennzeichnung mit der Festigkeitsklasse auf dem mutterseitigen Ende angebracht werden, und das Herstellerzeichen darf ausgelassen werden (siehe Bild 14).

Für Stiftschrauben mit Festsitzgewinde muss die Kennzeichnung mit der Festigkeitsklasse auf dem mutterseitigen Ende angebracht werden, und das Kennzeichen des Herstellers darf ausgelassen werden.

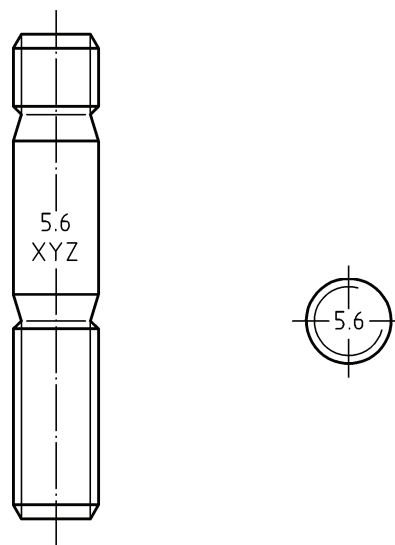


Bild 14 — Beispiel für die Kennzeichnung von Stiftschrauben

Tabelle 21 — Alternative Kennzeichen für Stiftschrauben

Festigkeitsklasse	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9
Kennzeichen	—	○ ^a	+	□ ^a	△ ^a
^a Es ist zulässig, nur die Konturen oder den gesamten Bereich des Kennzeichens zu vertiefen.					

10.3.3.5 Andere Arten von Schrauben

Falls vom Kunden gewünscht, müssen die in den vorangehenden Unterabschnitten von 10.3 beschriebenen Kennzeichnungssysteme auch für andere Arten von Schrauben und für spezielle Schrauben verwendet werden.

Das Kennzeichnen von Senkschrauben, Linsensenkschrauben, Zylinderschrauben, Linsenschrauben oder Schrauben mit ähnlichen Kopfformen, die mit Schlitz oder Kreuzschlitz bzw. mit einem Innensechskant oder anderen Innenantrieb versehen sind, ist unüblich.

10.3.4 Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde

Schrauben mit Linksgewinde und Gewindenenddurchmesser $d \geq 5$ mm müssen mit einem Kennzeichen nach Bild 15 entweder auf der Oberfläche des Kopfes oder auf der Kuppe des Gewindeendes gekennzeichnet werden.

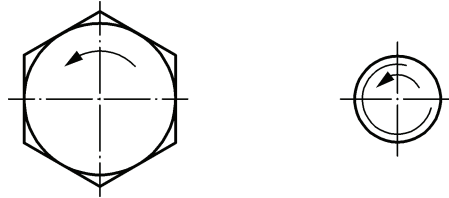
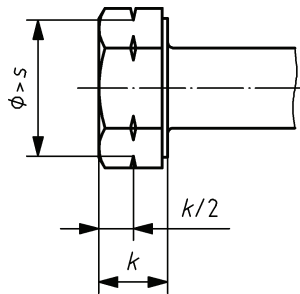


Bild 15 — Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde

Sechskantschrauben mit Linksgewinde dürfen wahlweise auch nach Bild 16 gekennzeichnet werden.



Legende

- s Schlüsselweite
- k Kopfhöhe

Bild 16 — Wahlweise Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde

10.4 Kennzeichnung und Bezeichnung von Schrauben mit Geometrie bedingter reduzierter Belastbarkeit

10.4.1 Allgemeines

Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit, die nach diesem Teil von ISO 898 hergestellt sind, müssen nach 10.3.3 und 10.3.4 gekennzeichnet werden mit der Ausnahme, dass nach Tabelle 22 dem Kennzeichen der Festigkeitsklasse die Ziffer „0“ vorangestellt werden muss.

Kennzeichen nach den Tabellen 19, 20 oder 21 dürfen für Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit nicht verwendet werden.

Gilt die reduzierte Belastbarkeit für Schrauben nach einer Produktnorm, müssen die Kennzeichen nach Tabelle 22 für alle in der Produktnorm festgelegten Größen angewendet werden, selbst wenn einige Größen die Anforderungen für die volle Belastbarkeit erfüllen würden.

10.4.2 Kennzeichen für Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit

Kennzeichen müssen den Festlegungen in Tabelle 22 entsprechen.

Tabelle 22 — Kennzeichen für Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit

Festigkeitsklasse	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	<u>12.9</u>
Kennzeichen ^a	04.6	04.8	05.6	05.8	06.8	08.8	09.8	010.9	012.9	<u>012.9</u>
^a Der Punkt darf im Kennzeichen ausgelassen werden.										

10.5 Kennzeichnung von Verpackungen

Alle Verpackungen für alle Arten von Schrauben jeglicher Größe müssen gekennzeichnet werden (z. B. durch Beschriftung). Die Kennzeichnung muss das Zeichen des Herstellers und/oder des Händlers sowie das Kennzeichen der Festigkeitsklasse nach Tabelle 19 oder Tabelle 22 und die Nummer des Fertigungsloses nach ISO 16426 tragen.

Anhang A (informativ)

Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Bruchverlängerung bzw. Bruchdehnung

Siehe Tabelle A.1.

Tabelle A.1 — Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Bruchverlängerung bzw. Bruchdehnung

Nennzugfestigkeit $R_{m,nom}$, MPa		400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300
Mindestbruch- verlängerung oder -dehnung ^a , $A_{f,min}$ oder A_{min}	$A_{f,min}$ A_{min}										
	0,37 22		4.6								
	0,33 20			5.6							
	0,24		4.8								
	0,22			5.8							
	0,20^b 12^c				6.8		8.8				
	— 10							9.8			
	0,13 9								10.9		
— 8									12.9/12.9		

^a Die fett gedruckten Werte für $A_{f,min}$ und A_{min} sind verbindliche normative Werte, siehe Tabelle 3.
^b Gilt nur für Festigkeitsklasse 6.8.
^c Gilt nur für Festigkeitsklasse 8.8.

Anhang B (informativ)

Einfluss höherer Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften von Schrauben

Höhere Temperaturen können zu Veränderungen der mechanischen und funktionellen Eigenschaften von Schrauben führen.

Bei typischen Betriebstemperaturen bis 150 °C sind keine schädlichen Auswirkungen wegen der Veränderung mechanischer Eigenschaften von Schrauben bekannt. Bei Temperaturen über 150 °C und bis zu einer Höchsttemperatur von 300 °C sollte die Funktionsfähigkeit von Schrauben durch sorgfältiges Prüfen sichergestellt werden.

Bei steigender Temperatur kann es zu einer zunehmenden

- Verminderung der Streckgrenze, der 0,2 %-Dehngrenze oder der 0,004 $8 d$ Dehngrenze bei fertigen Schrauben, sowie
- Verringerung der Zugfestigkeit

kommen. Fortlaufender Einsatz von Schrauben bei höheren Betriebstemperaturen kann zu deutlicher Spannungsrelaxation führen, die mit höheren Temperaturen zunimmt. Spannungsrelaxation geht einher mit einem Nachlassen der Klemmkraft.

Kalt verformte Schrauben (Festigkeitsklassen 4.8, 5.8, 6.8) sind anfälliger für Spannungsrelaxation als gehärtete und angelassene oder spannungsarm geglühte Schrauben.

Vorsicht ist geboten, wenn bleihaltige Stähle für Schrauben bei höheren Temperaturen verwendet werden. Bei derartigen Schrauben sollte das Risiko einer Versprödung durch flüssige Metalle berücksichtigt werden, wenn die Betriebstemperatur sich im Schmelzbereich des Bleis befindet.

Angaben zur Auswahl und Anwendung von Stählen für den Einsatz bei höheren Temperaturen sind beispielsweise in EN 10269 und in ASTM F2281 enthalten.

Anhang C (informativ)

Bruchverlängerung an ganzen Schrauben A_f

In Tabelle 3 werden nur die Mindestwerte für die Bruchverlängerung an ganzen Schrauben ($A_{f,min}$) für die Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 festgelegt. Werte für andere Festigkeitsklassen sind in Tabelle C.1 zur Information aufgeführt. Diese Werte werden noch überprüft.

Tabelle C.1 — Bruchverlängerung an ganzen Schrauben A_f

Festigkeitsklasse	4.6	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
$A_{f,min}$	0,37	0,33	0,20	–	0,13	–

Literaturhinweise

EN 10269, *Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen*

ISO 1891, *Fasteners — Terminology*

ASTM F2281, *Standard Specification for Stainless Steel and Nickel Alloy Bolts, Hex Cap Screws, and Studs, for Heat Resistance and High Temperature Applications*

ASTM A 320/A 320M, *Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for Low-Temperature Service*