

DIN EN ISO 898-1



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 0,004 8 d 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 — Entkohlungszone	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 Flachrundschraben 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 — Regelgewinde)

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 0,004 8 d 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}	0,004 8 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.	B ^b max.	
4.6^{c,d}	Kohlenstoffstahl oder Kohlenstoffstahl mit Zusätzen	—	0,55	0,050	0,060	nicht festgelegt	—
4.8^d							
5.6^c		0,13	0,55	0,050	0,060		
5.8^d		—	0,55	0,050	0,060		
6.8^d		0,15	0,55	0,050	0,060		
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 Mangengehalt 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 Spannungsrisskorrosion 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	
								$d \leq 16 \text{ mm}^a$	$d > 16 \text{ mm}^b$				
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	$\frac{S_{p,nom}}{R_{eL \text{ min}}}$ oder	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
		$\frac{S_{p,nom}}{R_{p0,2 \text{ min}}}$ oder $\frac{S_{p,nom}}{R_{pf \text{ min}}}$											
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.	–					$\frac{1}{2} H_1$			$\frac{2}{3} H_1$	$\frac{3}{4} H_1$	
	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	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	Prüfkraften 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°C bestimmt, siehe 9.14.
l	Gilt für $d \geq 16$ 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

Gewinde ^a <i>d</i>	Nennspannungsquerschnitt ^b <i>A</i> _{s, 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, <i>F</i> _{m, min} (<i>A</i> _{s, nom} × <i>R</i> _{m, 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, 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

Ge- winde ^a <i>d</i>	Nenn- spannungs- querschnitt <i>t</i> <i>A</i> _{s,nom} mm ² <i>b</i>	Festigkeitsklasse								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Prüfkraft, <i>F</i> _p (<i>A</i> _{s, nom} × <i>S</i> _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 $A_{s,nom}$ 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>	Nenn- spannungs- querschnitt <i>A_{s, nom}</i> ^a mm ²	Festigkeitsklasse								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Mindestbruchkraft, <i>F_{m, min}</i> (<i>A_{s, nom}</i> × <i>R_{m, min}</i>), 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 $A_{s,nom}$ siehe 9.1.6.1.

Tabelle 7 — Prüfkraften — Metrisches ISO-Feingewinde

Gewinde <i>d</i> × <i>P</i>	Nenn- spannungs- querschnitt <i>t</i> <i>A</i> _{s,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, <i>F</i> _p (<i>A</i> _{s,nom} × <i>S</i> _p), N								
M8 	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 	64,5	14 500	20 000	18 100	24 500	28 400	37 400	41 900	53 500	62 700
M12 	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 	125	28 100	38 800	35 000	47 500	55 000	72 500	81 200	104 000	121 000
M16 	167	37 600	51 800	46 800	63 500	73 500	96 900	109 000	139 000	162 000
M18 	216	48 600	67 000	60 500	82 100	95 000	130 000	–	179 000	210 000
M20 	272	61 200	84 300	76 200	103 000	120 000	163 000	–	226 000	264 000
M22 	333	74 900	103 000	93 200	126 000	146 000	200 000	–	276 000	323 000
M24 	384	86 400	119 000	108 000	146 000	169 000	230 000	–	319 000	372 000
M27 	496	112 000	154 000	139 000	188 000	218 000	298 000	–	412 000	481 000
M30 	621	140 000	192 000	174 000	236 000	273 000	373 000	–	515 000	602 000
M33 	761	171 000	236 000	213 000	289 000	335 000	457 000	–	632 000	738 000
M36 	865	195 000	268 000	242 000	329 000	381 000	519 000	–	718 000	839 000
M39 	1 030	232 000	319 000	288 000	391 000	453 000	618 000	–	855 000	999 000
^a Für die Berechnung von <i>A</i> _{s,nom} siehe 9.1.6.1.										

^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.