

DIN EN ISO 898-1



ICS 21.060.10

Ersatz für
DIN EN ISO 898-1:2009-08

**Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus
Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl –
Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen –
Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 898-1:2013**

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 898-1:2013);
German version EN ISO 898-1:2013

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 898-1:2013);
Version allemande EN ISO 898-1:2013

Gesamtumfang 66 Seiten

Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 898-1:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2 „Fasteners“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 067-00-02 AA „Verbindungselemente mit metrischem Außengewinde“ im Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV) im DIN.

Für Muttern nach dieser Norm gilt Sachmerkmal-Leiste DIN 4000-161-2.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

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 148-1	siehe	DIN EN ISO 148-1	ISO 4042	siehe	DIN EN ISO 4042
ISO 225	siehe	DIN EN ISO 225	ISO 6157-1	siehe	DIN EN 26157-1
ISO 261	siehe	DIN ISO 261	ISO 6157-3	siehe	DIN EN 26157-3
ISO 262	siehe	DIN ISO 262	ISO 6506-1	siehe	DIN EN ISO 6506-1
ISO 273	siehe	DIN EN 20273	ISO 6507-1	siehe	DIN EN ISO 6507-1
ISO 724	siehe	DIN ISO 724	ISO 6508-1	siehe	DIN EN ISO 6508-1
ISO 898-2	siehe	DIN EN ISO 898-2	ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
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 898-1:2009-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- b) in 9.1.3 das Verbot von Werkzeugen auf diejenigen beschränkt, die den Einfluss des Keilwinkels nach Bild 1 und Tabelle 16 verändern;
- c) Aufzählung für die Anwendbarkeit des Zugversuches in 9.3.2 um „Stiftschrauben mit höherer Tragfähigkeit am einschraubende als am mutternseitigen Ende“ ergänzt;
- d) die Anforderung bei der Härteprüfung am Längsschliff (9.11.2.4) wurde verändert („gleich oder kleiner“ anstelle „gleich oder größer“);
- e) die Anforderung bei der Oberflächenhärteprüfung (9.11.3.4) wurde verändert („gleich oder kleiner“ anstelle „gleich oder größer“).

Frühere Ausgaben

DIN 266: 1931x-03
DIN 589: 1931-07, 1934-01
DIN Kr 550: 1936-03
DIN 267-1: 1937-04
DIN 267-2: 1937-04
DIN 267: 1940-06, 1943-01, 1954-01, 1960-12
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, 2009-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN 20898-7, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 7: Torsionsversuch und Mindest-Bruchdrehmomente für Schrauben mit Nenndurchmessern 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 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 225, *Mechanische Verbindungselemente — Schrauben und Muttern — Bemaßung*

DIN EN ISO 898-2, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

DIN EN ISO 898-5, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 5: Gewindestifte und ähnliche Verbindungselemente mit Gewinde in festgelegten Härteklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

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 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

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 — Nichtelektrolytisch aufgebrachte Zinklamellenüberzüge*

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 898-1:2013)

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 898-1:2013)

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 898-1:2013)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Januar 2013 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-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, 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	10
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}	32
9.4 Zugversuch für Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit aufgrund der Kopfgestaltung	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	46
9.11 Aufkohlungsprüfung	49
9.12 Wiederanlassversuch	51
9.13 Torsionsversuch	51
9.14 Kerbschlagbiegeversuch an spanend hergestellten Proben	52
9.15 Prüfung auf Oberflächenfehler	53
10 Kennzeichnung	54
10.1 Allgemeines	54
10.2 Herstellerzeichen	54
10.3 Kennzeichnung und Identifizierung von Schrauben mit voller Belastbarkeit	54
10.4 Kennzeichnung und Identifizierung von Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit	58
10.5 Kennzeichnung von Verpackungen	58
Anhang A (informativ) Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Bruchverlängerung bzw. Bruchdehnung	59
Anhang B (informativ) Einfluss höherer Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften von Schrauben	60
Anhang C (informativ) Bruchverlängerung an ganzen Schrauben A_f	61
Literaturhinweise	62

Bilder

Bild 1 — Keil für Schrägzugversuch an fertigen Schrauben	27
Bild 2 — Beispiele für Prüfvorrichtungen für den Zugversuch an ganzen Schrauben	31
Bild 3 — Kraft-Weg-Kurve zur Bestimmung der Bruchverlängerung A_f	34
Bild 4 — Kraft-Weg-Kurve zur Bestimmung der 0,004 8 d -Dehngrenze R_{pf}	35
Bild 5 — Beispiele für Prüfvorrichtungen für die Prüfkraftprüfung	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 — Härtebestimmung zur Prüfung von Entkohlung und Aufkohlung	49
Bild 11 — Beispiele für die Kennzeichnung von Sechskantschrauben und Schrauben mit Außensechsrund	55
Bild 12 — Beispiele für die Kennzeichnung von Zylinderschrauben mit Innensechskant	56
Bild 13 — Beispiel für die Kennzeichnung von Flachrundschräuben mit Vierkantansatz	56
Bild 14 — Beispiel für die Kennzeichnung von Stiftschrauben	57
Bild 15 — Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde	57
Bild 16 — Wahlweise Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde	58

Tabellen

Tabelle 1 — Verhältnis der Nennstreckgrenze zur Nennzugfestigkeit	10
Tabelle 2 — Stähle	12
Tabelle 3 — Mechanische und physikalische Eigenschaften von Schrauben	13
Tabelle 4 — Mindestbruchkräfte — Metrisches ISO-Regelgewinde	15
Tabelle 5 — Prüfkraften — Metrisches ISO-Regelgewinde	16
Tabelle 6 — Mindestbruchkräfte — Metrisches ISO-Feingewinde	16
Tabelle 7 — Prüfkraften — 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 aufgrund der Kopfgestaltung	22
Tabelle 11 — Prüfreihe FF4 — Fertige Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit aufgrund der Schaftgeometrie (z. B. Dehnschaft)	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 die Mindesthöhe der nichtentkohlten Gewindezone $E_{\min}$	48
Tabelle 19 — Kennzeichen für Schrauben mit voller Belastbarkeit	54
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	58
Tabelle A.1 — Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Bruchverlängerung bzw. Bruchdehnung.....	59
Tabelle C.1 — Bruchverlängerung an ganzen Schrauben A_f	61

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 898-1:2013) 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 Juli 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente 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 898-1:2009.

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

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 Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde
- Teil 5: Gewindestifte und ähnliche Verbindungselemente mit Gewinde in festgelegten Härteklassen — Regelgewinde und Feingewinde
- Teil 7: Torsionsversuch und Mindest-Bruchdrehmomente für Schrauben mit Nenndurchmessern 1 mm bis 10 mm¹⁾

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 898-1:2013 wurde vom CEN als EN ISO 898-1:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1) Es ist vorgesehen, die Elemente des Titels von Teil 7 bei der nächsten Überarbeitung an die Elemente der Titel von Teil 1 bis Teil 5 anzupassen.

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 bis 35 °C geprüft werden. Schrauben (im Englischen als „fasteners“ bezeichnet, wenn gleichzeitig „bolts“, „screws“ und „studs“ angesprochen werden), die den Anforderungen dieses Teils von ISO 898 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 im Bereich zwischen –50 °C und +150 °C eingesetzt. Anwender sollten für Temperaturen außerhalb des Bereiches von –50 °C bis +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 A320/A320M 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 oder mit Senkköpfen (siehe 8.2).

Dieser Teil von ISO 898 gilt für Schrauben

- aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl,
- mit Metrischem ISO-Gewinde nach ISO 68-1,
- mit Regelgewinde M1,6 bis M39 und Feingewinde M8×1 bis M39×3,
- mit Durchmesser-Steigungs-Kombinationen nach ISO 261 und ISO 262 und
- 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 (für Prüfverfahren, siehe ISO 16047) oder
- Dauerfestigkeit.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 148-1, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method*

ISO 225, *Fasteners — Bolts, screws, studs and nuts — Symbols and descriptions of dimensions*

ISO 261, *ISO general purpose metric screw threads — General plan*

ISO 262, *ISO general purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts*

ISO 273, *Fasteners — Clearance holes for bolts and screws*

ISO 724, *ISO general-purpose metric screw threads — Basic dimensions*

ISO 898-2, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 2: Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread*

ISO 898-5, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 5: Set screws and similar threaded fasteners with specified hardness classes — Coarse thread and fine pitch thread*

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⁾*

ISO 965-1, *ISO general purpose metric screw threads — Tolerances — Part 1: Principles and basic data*

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*

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*

ISO 4042, *Fasteners — Electroplated coatings*

ISO 6157-1, *Fasteners — Surface discontinuities — Part 1: Bolts, screws and studs for general requirements*

ISO 6157-3, *Fasteners — Surface discontinuities — Part 3: Bolts, screws and studs for special requirements*

ISO 6506-1, *Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6507-1, *Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6508-1, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (scales 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 temperature*

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*

ISO 10683, *Fasteners — Non-electrolytically applied zinc flake coatings*

ISO 10684:2004, *Fasteners — Hot dip galvanized coatings*

ISO 16426, *Fasteners — Quality assurance system*

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

3.4

Schraube mit Dünnschaft

fertige Schraube mit einem Schaftdurchmesser $d_s \approx d_2$

3.5

Schraube mit Dehnschaft

fertige Schraube mit einem Schaftdurchmesser $d_s < d_2$

3.6

Grundmetallhärte

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

3.7

Aufkohlung

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

3.8

Entkohlung

Verringerung des Kohlenstoffgehaltes in der Randschicht eines Verbindungselementes aus Stahl

3.9

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

3.10

ferritische Entkohlung

Entkohlung, bei der die Verringerung des Kohlenstoffgehaltes eine hellere Schattierung des angelassenen Martensits und eine deutlich niedrigere Härte als im Grundmetall verursacht, und bei metallographischer Prüfung Ferritkörner oder ein ferritisches Korngrenzennetzwerk gezeigt werden

3.11

vollständige Entkohlung

Auskohlung

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

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 einer Stiftschraube, mm
d	Gewindenennndurchmesser, 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_0	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
max	an einem Symbol ergänzter Index zur Angabe des Maximalwertes
min	an einem Symbol ergänzter Index zur Angabe des Mindestwertes
nom	an einem Symbol ergänzter Index zur Angabe des Nennwertes

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, Nr 1);
- die Zahl rechts vom Punkt gibt das 10fache des Verhältnisses zwischen Nenn-Streckgrenze und Nennzugfestigkeit $R_{m,nom}$ nach Tabelle 1 (Streckgrenzenverhältnis) an. Die in Tabelle 3 (Nr 2 bis Nr 4) festgelegte Nenn-Streckgrenze ist:
 - die untere Streckgrenze $R_{eL,nom}$ oder
 - der Nennwert der 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2,nom}$ oder
 - der Nennwert der 0,004 8 d -Dehngrenze $R_{pf,nom}$.

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

- eine links von der Bezeichnung für die Festigkeitsklasse zusätzlich angegebene Null weist darauf hin, dass die Schraube eine reduzierte Belastbarkeit hat (siehe 8.2 und 10.4).

BEISPIEL 1 Eine Schraube mit einer Nennzugfestigkeit $R_{m,nom} = 800$ MPa und einem Streckgrenzenverhältnis von 0,8 hat die Festigkeitsklassenbezeichnung 8.8.

BEISPIEL 2 Eine Schraube mit den gleichen Werkstoffeigenschaften, jedoch mit reduzierter Belastbarkeit, wird mit 08.8 bezeichnet.

Die Multiplikation von Nennzugfestigkeit und Streckgrenzenverhältnis ergibt die Nennstreckgrenze in Megapascal (MPa).

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 im Anwendungsbereich dieses Teils von ISO 898 angegebenen Grenzen (z. B. $d > 39$ mm) verwendet werden, vorausgesetzt, alle zutreffenden Anforderungen nach den Tabellen 2 und 3 werden erfüllt.

Angaben zur Beziehung zwischen der Nennzugfestigkeit und der Bruchdehnung sind für jede Festigkeitsklasse im Anhang A enthalten.

6 Werkstoffe

Tabelle 2 legt die Grenzwerte für die chemische Zusammensetzung von Stählen und Mindestanlauftemperaturen 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, gelten die zusätzlichen Werkstoffanforderungen in ISO 10684.

Tabelle 2 — Stähle

Festigkeitsklasse	Werkstoff und Wärmebehandlung	Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse %) ^a					Anlansstemperatur °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		—	0,55	0,050	0,060		
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 Stückanalyse.

^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: S: 0,34 %; P: 0,11 %; Pb: 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 festgelegten Einzelgrenzwerte für die zwei, drei oder vier betreffenden Elemente.

^h Schrauben aus phosphatiertem Rohmaterial müssen vor der Wärmebehandlung entphosphatiert werden, wobei das Nichtvorhandensein einer mit Phosphor angereicherten weißen Schicht mit einem geeigneten Prüfverfahren nachgewiesen werden muss.

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 Umgebungstemperatur²⁾ 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 sind 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.

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 δ -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
	Prüf- festigkeits- Verhältnis	$S_{p,nom}/R_{eL,min}$ oder $S_{p,nom}/R_{p0,2,min}$	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
		$S_{p,nom}/R_{pf,min}$										
6	Prozentuale Bruchdehnung einer abgedrehten Probe A , %	min.	22	–	20	–	–	12	12	10	9	8
7	Prozentuale Bruch-einschnürung 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									

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

Tabelle 3 (fortgesetzt)

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
								$d \leq 16 \text{ mm}^a$	$d > 16 \text{ mm}^b$			
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	245	250	286	316	380
		max.	209 ^g				238	316	331	355	375	429
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.	–				–			390	435	
14	Ohne Aufkohlung, HV 0,3	max.	–				h			h	h	
15	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					
16	Härteabfall nach Wiederanlassen (Härten), HV	max.	–				20					
17	Bruchdrehmoment M_B , Nm	min.	–				nach ISO 898-7					
18	Kerbschlagarbeit K_V^{ij} , J	min.	–		27	–		27	27	27	27	k
19	Oberflächenzustand nach		ISO 6157-1 ^l									ISO 6157-3

^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 zur Zeit der Veröffentlichung dieses Teiles von ISO 898 geltenden 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 Härte des Grundmetalls nicht überschreiten, wenn sowohl die Oberflächenhärte als auch die Härte des Grundmetalls mit HV 0,3 ermittelt werden (siehe 9.11).

ⁱ Die Werte werden bei einer Prüftemperatur von -20°C bestimmt (siehe 9.14).

^j Gilt für $d \geq 16 \text{ mm}$.

^k Werte für K_V werden untersucht.

^l 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>	Nenn- spannungs- querschnitt <i>A</i> _{S,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 <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

Gewinde ^a <i>d</i>	Nenn- spannungs- querschnitt <i>A_{s,nom}</i> ^b 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_p</i> (<i>A_{s,nom}</i> × <i>S_{p,nom}</i>), 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} × 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.