

DIN EN ISO 898-2



ICS 21.060.20

Entwurf

Einsprüche bis 2021-10-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 898-2:2012-08

**Mechanische Verbindungselemente –
Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus
Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl –
Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen (ISO/DIS 898-2:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 898-2:2021**

Fasteners –

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel –

Part 2: Nuts with specified property classes (ISO/DIS 898-2:2021);

German and English version prEN ISO 898-2:2021

Fixations –

Caractéristiques mécaniques des fixations en acier au carbone et en acier allié –

Partie 2: Écrous de classes de qualité spécifiées (ISO/DIS 898-2:2021);

Version allemande et anglaise prEN ISO 898-2:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fmv@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 83 Seiten

DIN-Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 898-2:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2 „Fasteners“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 067-00-03 AA „Verbindungselemente mit metrischem Innengewinde“ im DIN-Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 68-1	siehe	DIN ISO 68-1
ISO 261	siehe	DIN ISO 261
ISO 262	siehe	DIN ISO 262
ISO 286-2	siehe	DIN EN ISO 286-2
ISO 898-1	siehe	DIN EN ISO 898-1
ISO 898-3	siehe	DIN EN ISO 898-3
ISO 965-1	siehe	DIN ISO 965-1
ISO 965-2	siehe	DIN ISO 965-2
ISO 965-5	siehe	DIN ISO 965-5
ISO 1891-4	siehe	DIN EN ISO 1891-4
ISO 2320	siehe	DIN EN ISO 2320
ISO 4032	siehe	DIN EN ISO 4032
ISO 4033	siehe	DIN EN ISO 4033
ISO 6157-2	siehe	DIN EN ISO 6157-2
ISO 6506-1	siehe	DIN EN ISO 6506-1
ISO 6507-1	siehe	DIN EN ISO 6507-1
ISO 6508-1	siehe	DIN EN ISO 6508-1
ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 7500-1	siehe	DIN EN ISO 7500-1
ISO 10684	siehe	DIN EN ISO 10684
ISO 16047	siehe	DIN EN ISO 16047
ISO 16228	siehe	DIN EN ISO 16228
ISO 16426	siehe	DIN EN ISO 16426
ISO 18265	siehe	DIN EN ISO 18265

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 898-2:2012-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Festigkeitsklasse 9 wurde vollständig gestrichen und Muttern mit Feingewinde und Festigkeitsklasse 5 wurden gestrichen (siehe Einleitung);
- b) Muttern mit Feingewinde vom Typ 2 und Festigkeitsklasse 12 wurden für die Durchmesser 18 mm bis 39 mm hinzugefügt (siehe Tabelle 4, Tabelle 6 und Tabelle 10);
- c) Typen wurden für Standard-Sechskantmuttern nach ihrer Mindesthöhe genauer festgelegt und es wurden Typen für andere Muttern nach ihrer minimalen Auslegungsgewindehöhe festgelegt (siehe 5.1);
- d) zusätzliche Angaben zu flachen Muttern und Kontermuttern wurden hinzugefügt (siehe Abschnitt 6);
- e) zusätzliche Angaben zu feuerverzinkten Muttern wurden durch Verweisung auf ISO 10684 hinzugefügt;
- f) in Bezug auf Werkstoff, Wärmebehandlung und Mikrostruktur des Stahls (siehe Abschnitt 7):
 - der Mindestkohlenstoffgehalt wurde hinzugefügt (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4);
 - der Mindestmangangehalt wurde für alle nicht vergüteten Muttern (NQT, en: non-quenched and tempered) auf 0,25 % festgelegt und für alle vergüteten Muttern (QT, en: quenched and tempered) auf 0,45 % angehoben (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4);
 - die Fußnote für Automatenstahl wurde überarbeitet (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4);
 - es wurden die Mindestanlasstemperatur für QT-Muttern (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4) und eine Bezugswiederanlassprüfung (siehe 10.4) hinzugefügt;
 - für Muttern, die wahlweise nach Ermessen des Herstellers vergütet werden dürfen, wurden genaue Festlegungen hinzugefügt (siehe 7.2);
 - für NQT- und QT-Muttern wurden Festlegungen für die Mikrostruktur des Stahls hinzugefügt (siehe 7.4.1, 7.4.2 und 10.3);
- g) in Bezug auf die Prüfkraft:
 - die Prüfkraftwerte für Muttern mit Regelgewinde und Festigkeitsklassen 6 und 8 wurden für die Größen M27 bis M39 angehoben (siehe Einleitung, Tabelle 5 und Anhang C);
 - der maximale Lochdurchmesser für den Probenhalter wurde für die Durchmesser 5 mm und 6 mm korrigiert (siehe Tabelle 11) und es wurde eine Verweisung auf zusätzliche Prüfkraftspezifikationen für Muttern mit Klemmteil hinzugefügt (siehe 10.1);
- h) in Bezug auf Härte:
 - die Bezugswerte der Vickers-Härte wurde neu berechnet und die Umrechnung in die Brinell- und Rockwell-Härte wurde verbessert (siehe Einleitung und 8.3);
 - die Härtebestimmung an der Auflagefläche (siehe 10.2.4 a) und die Härtebestimmung im Querschnitt auf halber Höhe der Mutter (siehe 10.2.4 b) wurden nur für die Routineprüfung hinzugefügt;
 - das Prüfverfahren für die Härtebestimmung im Gewinde wurde verbessert und die Bezugsprüfkraft wurde entsprechend dem Steigungsmaß festgelegt (siehe 10.2.5);

- für QT-Muttern wurden Prüfverfahren für die Härte im Kern (siehe 10.2.6) und die Gleichmäßigkeit der Härte (siehe 10.2.7) hinzugefügt;
- Anforderungen an die Härte wurden verbessert (siehe 10.2.8 und 10.2.9);
- i) auf Prüfbescheinigungen für Verbindungselemente wurde nach ISO 16228 verwiesen (siehe 9.4);
- j) Kennzeichnung und Etikettierung wurden verbessert und alle Muttern, die diesem Dokument entsprechen, sind unabhängig von ihrer Form zu kennzeichnen (siehe Abschnitt 11);
- k) Anhang B, *Grundsätze für die Mutterngestaltung*, wurde verbessert;
- l) Anhang C, *Nennbeanspruchung unter Prüfkraft*, wurde hinzugefügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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 EN ISO 286-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — ISO-Toleranzsystem für Längenmaße — Teil 2: Tabellen der Grundtoleranzgrade und Grenzabmaße für Bohrungen und Wellen*

DIN EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelfgewinde und Feingewinde*

DIN EN ISO 898-3, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 3: Flache Scheiben mit festgelegten Festigkeitsklassen*

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 965-5, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Toleranzen — Teil 5: Grenzmaße für Innengewinde, passend für feuerverzinkte Außengewinde mit Höchstmaßen der Toleranzfeldlage h vor Aufbringung des Überzuges*

DIN EN ISO 1891-4, *Mechanische Verbindungselemente — Wortschatz — Teil 4: Prüfung, Überwachung, Lieferung, Annahme und Qualität*

DIN EN ISO 2320, *Mechanische Verbindungselemente — Muttern aus Stahl mit Klemmteil — Funktionelle Eigenschaften*

DIN EN ISO 4032, *Sechskantmuttern (Typ 1) — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 4033, *Hohe Sechskantmuttern (Typ 2) — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 6157-2, *Verbindungselemente — Oberflächenfehler — Teil 2: Muttern*

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*

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

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

DIN EN ISO 10684, *Verbindungselemente — Feuerverzinkung*

DIN EN ISO 16047, *Verbindungselemente — Drehmoment/Vorspannkraft-Versuch*

DIN EN ISO 16228, *Mechanische Verbindungselemente — Arten von Prüfbescheinigungen*

DIN EN ISO 16426, *Verbindungselemente — Qualitätssicherungssystem*

DIN EN ISO 18265, *Metallische Werkstoffe — Umwertung von Härtewerten*

<i>Titel de:</i>	Mechanische Verbindungselemente — Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen (ISO/DIS 898-2:2021)
<i>Titel en:</i>	Fasteners — Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 2: Nuts with specified property classes (ISO/DIS 898-2:2021)
<i>Titel fr:</i>	Fixations — Caractéristiques mécaniques des fixations en acier au carbone et en acier allié — Partie 2: Écrous de classes de qualité spécifiées (ISO/DIS 898-2:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Symbole	10
5 Bezeichnungssysteme	11
5.1 Muttertypen	11
5.2 Festigkeitsklassen	12
5.2.1 Normale Muttern (Typ 1) und hohe Muttern (Typ 2)	12
5.2.2 Niedrige Muttern (Typ 0)	12
6 Gestaltung von Schraubenverbindungen	12
7 Werkstoff, Wärmebehandlung, chemische Zusammensetzung und Mikrostruktur des Stahls	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Wärmebehandlung	13
7.3 Chemische Zusammensetzung	13
7.4 Mikrostruktur des Stahls	15
7.4.1 Nicht vergütete Muttern	15
7.4.2 Vergütete Muttern	15
8 Mechanische und physikalische Eigenschaften	16
8.1 Allgemeines	16
8.2 Prüfkraft	16
8.3 Härte	17
8.4 Oberflächenzustand	19
9 Kontrolle	20
9.1 Kontrolle durch den Hersteller	20
9.2 Kontrolle durch den Lieferanten	20
9.3 Kontrolle durch den Kunden	20
9.4 Lieferung von Prüfergebnissen	20
10 Prüfverfahren	20
10.1 Prüfkraftversuch	20
10.1.1 Allgemeines	20
10.1.2 Anwendbarkeit	21
10.1.3 Prüfeinrichtung	21
10.1.4 Prüfgerät	21
10.1.5 Versuchsdurchführung	22
10.1.6 Prüfergebnisse und Anforderungen	22
10.2 Härteprüfungen	23
10.2.1 Allgemeines	23
10.2.2 Anwendbarkeit	23

10.2.3	Prüfverfahren	23
10.2.4	Prüfverfahren für die Routineprüfung.....	23
10.2.5	Härtebestimmung im Gewinde.....	25
10.2.6	Härtebestimmung im Kern	26
10.2.7	Gleichmäßigkeit der Härte bei vergüteten Muttern (QT-Muttern)	27
10.2.8	Anforderungen an vergütete Muttern (QT-Muttern)	27
10.2.9	Anforderungen an nicht vergütete Muttern (NQT-Muttern).....	27
10.3	Mikrostruktur des Stahls.....	27
10.3.1	Allgemeines	27
10.3.2	Anwendbarkeit.....	27
10.3.3	Prüfverfahren	27
10.3.4	Prüfergebnisse und Anforderungen.....	28
10.4	Wiederanlassprüfung	28
10.4.1	Allgemeines	28
10.4.2	Versuchsdurchführung	28
10.4.3	Prüfergebnisse und Anforderungen.....	28
10.5	Prüfung auf Oberflächenfehler.....	28
11	Kennzeichnung und Etikettierung	28
11.1	Allgemeine Anforderungen	28
11.2	Kennzeichen der Festigkeitsklasse für Muttern mit voller Belastbarkeit.....	29
11.3	Kennzeichen der Festigkeitsklasse für Muttern mit reduzierter Belastbarkeit.....	30
11.4	Herstellerkennzeichen.....	30
11.5	Kennzeichnung von Muttern	30
11.6	Kennzeichnung der Verpackungen (Etikettierung)	32
Anhang A (normativ)	Gewindemaße des Prüfdorns	33
Anhang B (informativ)	Gestaltungsgrundsätze für Muttern	35
B.1	Grundlegende Gestaltungsgrundsätze für Muttern	35
B.2	Muttern mit Durchmessern $D < 5$ mm und $D > 39$ mm	36
Anhang C (informativ)	Nennbeanspruchung unter Prüfkraft, S_p	38
Literaturhinweise.....		40

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 898-2:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2 „Fasteners“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 185 „Mechanische Verbindungselemente“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 898-2:2012 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 898-2:2021 wurde von CEN als prEN ISO 898-2:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

ISO 898-2 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 2, *Fasteners*, Unterkomitee SC 12, *Fasteners with metric internal thread*, erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 898-2:2012), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Festigkeitsklasse 9 wurde vollständig gestrichen und Muttern mit Feingewinde und Festigkeitsklasse 5 wurden gestrichen (siehe Einleitung);
- Muttern mit Feingewinde vom Typ 2 und Festigkeitsklasse 12 wurden für die Durchmesser 18 mm bis 39 mm hinzugefügt (siehe Tabelle 4, Tabelle 6 und Tabelle 10);
- Typen wurden für Standard-Sechskantmutter nach ihrer Mindesthöhe genauer festgelegt und es wurden Typen für andere Muttern nach ihrer minimalen Auslegungsgewindehöhe festgelegt (siehe 5.1);
- zusätzliche Angaben zu niedrigen Muttern und Kontermuttern wurden hinzugefügt (siehe Abschnitt 6);
- zusätzliche Angaben zu feuerverzinkten Muttern wurden durch Verweisung auf ISO 10684 hinzugefügt;

- in Bezug auf Werkstoff, Wärmebehandlung und Mikrostruktur des Stahls (siehe Abschnitt 7):
 - der Mindestkohlenstoffgehalt wurde hinzugefügt (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4);
 - der Mindestmangangehalt wurde für alle nicht vergüteten Muttern (NQT, en: non-quenched and tempered) auf 0,25 % festgelegt und für alle vergüteten Muttern (QT, en: quenched and tempered) auf 0,45 % angehoben (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4);
 - die Fußnote für Automatenstahl wurde überarbeitet (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4);
 - es wurden die Mindestanlasstemperatur für QT-Muttern (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4) und eine Bezugswiederanlassprüfung (siehe 10.4) hinzugefügt;
 - für Muttern, die wahlweise nach Ermessen des Herstellers vergütet werden dürfen, wurden genaue Festlegungen hinzugefügt (siehe 7.2);
 - für NQT- und QT-Muttern wurden Festlegungen für die Mikrostruktur des Stahls hinzugefügt (siehe 7.4.1, 7.4.2 und 10.3);
- in Bezug auf die Prüfkraft:
 - die Prüfkraftwerte für Muttern mit Regelgewinde und Festigkeitsklassen 6 und 8 wurden für die Größen M27 bis M39 angehoben (siehe Einleitung, Tabelle 5 und Anhang C);
 - der maximale Lochdurchmesser für den Probenhalter wurde für die Durchmesser 5 mm und 6 mm korrigiert (siehe Tabelle 11) und es wurde eine Verweisung auf zusätzliche Prüfkraftspezifikationen für Muttern mit Klemmteil hinzugefügt (siehe 10.1);
- in Bezug auf Härte:
 - die Bezugswerte der Vickers-Härte wurde neu berechnet und die Umrechnung in die Brinell- und Rockwell-Härte wurde verbessert (siehe Einleitung und 8.3);
 - die Härtebestimmung an der Auflagefläche (siehe 10.2.4 a) und die Härtebestimmung im Querschnitt auf halber Höhe der Mutter (siehe 10.2.4 b) wurden nur für die Routineprüfung hinzugefügt;
 - das Prüfverfahren für die Härtebestimmung im Gewinde wurde verbessert und die Bezugsprüfkraft wurde entsprechend dem Steigungsmaß festgelegt (siehe 10.2.5);
 - für QT-Muttern wurden Prüfverfahren für die Härte im Kern (siehe 10.2.6) und die Gleichmäßigkeit der Härte (siehe 10.2.7) hinzugefügt;
 - Anforderungen an die Härte wurden verbessert (siehe 10.2.8 und 10.2.9);
- auf Prüfbescheinigungen für Verbindungselemente wurde nach ISO 16228 verwiesen (siehe 9.4);
- Kennzeichnung und Etikettierung wurden verbessert und alle Muttern, die diesem Dokument entsprechen, sind unabhängig von ihrer Form zu kennzeichnen (siehe Abschnitt 11);
- Anhang B, *Grundsätze für die Mutterngestaltung*, wurde verbessert;
- Anhang C, *Nennbeanspruchung unter Prüfkraft*, wurde hinzugefügt.

Ausführlichere Hintergrundinformationen zu den wesentlichen technischen Verbesserungen sind in der Einleitung angegeben.

Einleitung

ISO 898, die Grundnorm für Verbindungselemente mit metrischem ISO-Gewinde aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl, wurde in mehreren Teilen für die Durchmesser 5 mm bis 39 mm entwickelt. In der Normenreihe ISO 898 sind die Festigkeitsklassen in Bezug auf Werkstoffe und mechanische Eigenschaften festgelegt, so dass Muttern nach ISO 898-2 je nach Bedarf mit Schrauben nach ISO 898-1 und mit flachen Scheiben nach ISO 898-3 für die Gestaltung geeigneter Verbindungen für eine bestimmte Anwendung übereinstimmen.

In Zukunft werden weitere Teile für Schrauben und Muttern mit Größen über 39 mm entwickelt.

Um die notwendige Werkstofffestigkeit in Bezug auf die Festigkeitsklasse sicherzustellen:

- sind Vergütete Muttern (QT) mit einem Mindestkohlenstoffgehalt und einer Mindestanlasstemperatur spezifiziert, sie sind durch ein homogenes martensitisches Gefüge gekennzeichnet;
- sind Nicht vergütete Muttern (NQT) ebenfalls mit einem Mindestkohlenstoffgehalt spezifiziert, sind jedoch durch eine nicht abgeschreckte Mikrostruktur gekennzeichnet.

Einige als NQT spezifizierte Festigkeitsklassen (in Bezug auf Muttertyp, Durchmesser und Regel- oder Feingewinde) dürfen wahlweise vergütet werden, wie in 7.2 festgelegt, und in diesem Fall gelten alle Anforderungen an QT-Muttern.

Für voll belastbare, die keine Standard-Muttern sind, die den Anforderungen dieses Dokuments entsprechen sollen, wird der entsprechende Typ 1 oder Typ 2 in Bezug zu ihrer minimalen Auslegungsgewindehöhe zugewiesen.

Die Belastbarkeit von Muttern wird hauptsächlich durch Prüfkraft geprüft. Für Muttern mit Regelgewinde und den Festigkeitsklassen 6 und 8 wurden aufgrund aktueller Berechnungen von Masaya Hagiwara [20] nach der Alexander-Theorie [21] die Prüfkraftwerte für die Größen M27 bis M39 erhöht, siehe ISO/TR 16224. Für diese Muttern war es notwendig, die volle Festigkeit in Bezug auf die in ISO 898-1 spezifizierten Paarungsschrauben zu entwickeln, wobei die Differenz zwischen den Prüfkraften nach ISO 898-2:2012 und den neu berechneten Werten mehr als 5 % betrug (siehe Anhang C).

Die für jede einzelne Gruppe (bestehend aus Festigkeitsklasse, Typ, Steigung und Durchmesserbereiche) festgelegten Werte der Vickers-Härte wurden nach denselben aktuellen Berechnungen ausgewählt, allerdings wurden sie an die konventionellen Werte angepasst, die aus den früheren Ausgaben von Teil 2 und Teil 6 übernommen wurden, die 2012 zusammengelegt wurden.

In ISO 18265 besteht keine Korrelation zwischen Härte und Zugfestigkeit für Stahl im kaltverfestigten Zustand, was typisch für kalt umgeformte, großvolumige NQT-Muttern ist: daher ist die Mindesthärte für NQT-Muttern nur informativ und stellt kein Kriterium im Schiedsfall dar. Die Maximalhärte von 334 HV wird festgelegt, um unerwartete Prozesse während der Fertigung zu verhindern, die zu einem Sprödverhalten der NQT-Muttern führen können: dieser Grenzwert ist daher zwingend und im Schiedsfall gültig. Es sollte allerdings beachtet werden, dass die Kaltverfestigung üblicherweise nicht stark genug ist, um bei typischen Werkstoffen und Verformungsverfahren 302 HV zu erreichen; dessen ungeachtet sind auch ungeeignete Härteprüfungen oder Streuungen nur aufgrund der Eigenschaften vor Ort von dieser festgelegten Grenze von 334 HV abgedeckt.

Aufgrund fehlenden oder rückläufigen Marktbedarfs wurden Muttern der Festigkeitsklasse 5 mit Feingewinde vom Typ 1 und Muttern der Festigkeitsklasse 9 mit Regelgewinde vom Typ 2 gestrichen (Festigkeitsklasse 5 oder 9 kann durch Festigkeitsklasse 6 bzw. 10 ersetzt werden).

Muttern der Festigkeitsklasse 10 mit Feingewinde vom Typ 1 für die Durchmesser 18 mm bis 39 mm wurden gestrichen, dafür wurden allerdings Muttern der Festigkeitsklasse 12 mit Feingewinde vom Typ 2 für die Durchmesser 18 mm bis 39 mm hinzugefügt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Muttern aus unlegiertem Stahl und legiertem Stahl für drei verschiedene Muttertypen nach 5.1 fest:

- normale Muttern (Typ 1);
- hohe Muttern (Typ 2);
- niedrige Muttern (Typ 0);

in Verbindung mit:

- Regelgewinde $M5 \leq D \leq M39$ und Feingewinde $8 \text{ mm} \leq D \leq 39 \text{ mm}$,
- festgelegten Festigkeitsklassen 04, 05, 5, 6, 8, 10 und 12, einschließlich Prüfkräften,

und die mit Schrauben mit Festigkeitsklassen nach ISO 898-1 gepaart werden.

Diese Kombinationen basieren auf der Kompatibilität von Schrauben/Muttern, Fertigungsprozessen und Marktanforderungen. Wenn andere Kombinationen erforderlich sind, z. B. für Muttern, die für bestimmte Anwendungen ausgelegt sind, siehe ISO/TR 16224.

Muttern, die den Anforderungen dieses Dokuments entsprechen, werden in einem Bereich von Umgebungstemperaturen von 10 °C bis 35 °C geprüft. Es kann sein, dass sie die festgelegten mechanischen und physikalischen Eigenschaften bei höheren Temperaturen und/oder niedrigeren Temperaturen nicht beibehalten.

ANMERKUNG 1 Muttern, die den Anforderungen dieses Dokuments entsprechen, werden für Anwendungen im Bereich von –50 °C bis +150 °C eingesetzt, allerdings werden diese Muttern auch außerhalb dieses Bereichs und bis zu +300 °C für spezielle Anwendungen eingesetzt. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, die geeignete Wahl zu treffen, und es wird empfohlen, außerhalb des Bereichs von –50 °C bis +150 °C einen erfahrenen Metallurgen für Verbindungselemente zu konsultieren (mehrere Faktoren sind zu berücksichtigen, z. B. die Stahlzusammensetzung, die Dauer der Einwirkung bei erhöhter oder niedriger Temperatur, die Auswirkung der Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften des Verbindungselements und der verbundenen Teile).

ANMERKUNG 2 Informationen zur Auswahl und Anwendung von Stählen für den Einsatz bei niedrigeren und höheren Temperaturen sind z. B. in EN 10269, ASTM A320/A320M und ASTM A194/A194M enthalten.

Dieses Dokument gilt für die vorstehend festgelegten Muttern, mit

- metrischem ISO-Gewinde nach ISO 68-1,
- Durchmesser-Steigungskombinationen nach ISO 261 und ISO 262,
- Gewindetoleranzen nach ISO 965-1, ISO 965-2 oder ISO 965-5, und
- einem Mindestaußendurchmesser oder einer Mindestschlüsselweite $s \geq 1,45D$ (siehe Anhang B).

Für feuerverzinkte Muttern sind zusätzliche Anforderungen in ISO 10684 festgelegt.

Dieses Dokument legt keine Anforderungen an Funktionseigenschaften fest, wie

- Sicherungseigenschaften (siehe ISO 2320),
- Drehmoment/Vorspannkraft (siehe ISO 16047 für entsprechende Prüfverfahren),
- Schweißbarkeit, oder
- Korrosionsbeständigkeit.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 1891-4, *Fasteners — Vocabulary — Part 4: Control, inspection, delivery, acceptance and quality*

ISO 2320, *Fasteners — Prevailing torque steel nuts — Functional properties*

ISO 6157-2, *Fasteners — Surface discontinuities — Part 2: Nuts*

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*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*

ISO 7500-1, *Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system*

ISO 10684, *Fasteners — Hot dip galvanized coatings*

ISO 16228, *Fasteners — Types of inspection documents*

3 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

D	Gewindenenddurchmesser der Mutter (Außendurchmesser des Innengewindes), mm
d_h	Lochdurchmesser des Probenhalters, mm
F	Kraft, N
F_p	Prüfkraft, N
h	Dicke des Probenhalters, mm
m	Höhe der Mutter, mm
$m_{th, design}$	Auslegungsgewindehöhe der Mutter, mm

P	Gewindesteigung, mm
s	Schlüsselweite, mm
S_p	Beanspruchung unter Prüfkraft, MPa

5 Bezeichnungssysteme

5.1 Mutterntypen

Dieses Dokument legt drei Typen von Muttern fest.

Für Standard-Sechskantmutter (ohne Flansch und ohne Sicherungseigenschaften) gelten die folgenden Grenzwerte:

- Typ 1: normale Mutter mit einer Mindesthöhe $0,80D \leq m_{\min} < 0,89D$, siehe Tabelle B.1;
- Typ 2: hohe Mutter mit einer Mindesthöhe $m_{\min} \geq 0,89D$, siehe Tabelle B.1;
- Typ 0: niedrige Mutter mit einer Mindesthöhe $0,45D \leq m_{\min} < 0,80D$.

Für andere Standardmutter (z. B. Mutter mit Flansch, Mutter mit Klemmteil) muss der Typ in der Produktnorm zusammen mit den mechanischen Eigenschaften berücksichtigt werden.

Für Zeichnungsmutter muss der Typ entsprechend der minimalen Auslegungsgewindehöhe, $m_{\text{th,design}}$, zusammen mit den mechanischen Eigenschaften zugewiesen werden. $m_{\text{th,design}}$ ist in Bild 1 und Tabelle 1 festgelegt. $m_{\text{th,design}}$ ist der Abstand zwischen den Schnittpunkten der Mutterfase(n), sofern vorhanden, oder der Mutterstirnfläche(n), wobei der theoretische Zylinder den Gewindenenddurchmesser D darstellt.

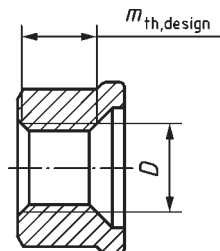


Bild 1 — Auslegungsgewindehöhe, $m_{\text{th,design}}$

Tabelle 1 — Auslegungsgewindehöhe für Zeichnungsmutter

Normale Mutter (Typ 1)	Hohe Mutter (Typ 2)	Niedrige Mutter (Typ 0)
$0,73D \leq m_{\text{th,design,min}} < 0,83D$	$m_{\text{th,design,min}} \geq 0,83D$	$0,40D \leq m_{\text{th,design,min}} < 0,73D$
ANMERKUNG 1 $m_{\text{th,design,min}}$ wird unter Berücksichtigung der kritischsten Maße für die Mutter berechnet, d. h. Mindesthöhe $m_{\min}$, maximaler innerer Durchmesser der Auflagefläche $d_{a,\max}$, minimaler Senkwinkel für die Fase (90° für normale und hohe Mutter, 110° für niedrige Mutter) und zwei Fasen (eine an jeder Auflagefläche). ANMERKUNG 2 Die sich daraus ergebenden Mindestverhältnisse für Standard-Sechskantmutter mit den Durchmessern 12 mm bis 39 mm sind die Grundlage für die in dieser Tabelle festgelegten Werte.		

5.2 Festigkeitsklassen

5.2.1 Normale Muttern (Typ 1) und hohe Muttern (Typ 2)

Die Festigkeitsklassen von normalen Muttern (Typ 1) und hohen Muttern (Typ 2) sind eine Zahl. Diese Zahl entspricht der Zahl links von der entsprechenden höchsten Festigkeitsklasse der Schrauben, mit denen die Mutter gepaart werden kann, die 1/100 der Nennzugfestigkeit der Paarungsschraube in Megapascal beträgt.

BEISPIEL Eine Mutter mit der Festigkeitsklasse 10 ist eine normale oder hohe Mutter, die mit einer Schraube der Festigkeitsklasse bis 10.9 gepaart wird.

5.2.2 Niedrige Muttern (Typ 0)

Die Festigkeitsklassen von niedrigen Muttern (Typ 0) bestehen aus zwei Ziffern, die folgendermaßen festgelegt sind:

- a) die erste Ziffer „Null“ zeigt die reduzierte Belastbarkeit niedriger Muttern an, um zu warnen, dass diese Muttern nicht dafür ausgelegt sind, den Versagensmodus Gewindeabstreifen bei Überbeanspruchung zu verhindern;
- b) die zweite Ziffer entspricht ungefähr 1/100 der Nennbeanspruchung unter Prüfkraft, in Megapascal.

BEISPIEL Eine Mutter mit der Festigkeitsklasse 05 ist eine niedrige Mutter mit einer Nennbeanspruchung unter Prüfkraft von 500 MPa.

6 Gestaltung von Schraubenverbindungen

Erläuterungen zu Grundsätzen für die Mutterngestaltung und zur Belastbarkeit von Schraubenverbindungen sind in Anhang B enthalten. Angaben zur Nennbeanspruchung unter Prüfkraft S_p sind in Anhang C enthalten.

Normale Muttern (Typ 1) und hohe Muttern (Typ 2) müssen mit Verbindungselementen mit Außengewinde nach Tabelle 2 gepaart werden. Jedoch dürfen Muttern einer höheren Festigkeitsklasse Muttern einer niedrigeren Festigkeitsklasse ersetzen, außer bei Muttern mit Klemmteil, bei denen nur Muttern und Verbindungselemente mit Außengewinde mit entsprechenden Festigkeitsklassen gepaart werden dürfen.

Tabelle 2 — Paarung normaler Muttern (Typ 1) und hoher Muttern (Typ 2) mit den entsprechenden Schraubenfestigkeitsklassen

Festigkeitsklasse der Mutter	Höchste Festigkeitsklasse der Paarungsschraube
5	5.8
6	6.8
8	8.8
10	10.9
12	12.9/ <u>12.9</u>

Niedrige Muttern (Typ 0) haben eine im Vergleich zu normalen Muttern oder hohen Muttern geringere Belastbarkeit und sind nicht dafür ausgelegt, den Versagensmodus Gewindeabstreifen bei Überbeanspruchung zu verhindern. Werden niedrige Muttern als Kontermuttern eingesetzt, so müssen sie in Verbindung mit einer normalen Mutter oder einer hohen Mutter montiert werden (niedrige Muttern der Festigkeitsklasse 04 mit normalen oder hohen Muttern bis einschließlich der Festigkeitsklasse 8, niedrige Muttern der Festigkeitsklasse 05 mit normalen oder hohen Muttern bis einschließlich der Festigkeitsklasse 12).

7 Werkstoff, Wärmebehandlung, chemische Zusammensetzung und Mikrostruktur des Stahls

7.1 Allgemeines

Bei der Prüfung bei Umgebungstemperatur nach den in Abschnitt 10 festgelegten Verfahren müssen die Muttern der festgelegten Festigkeitsklasse die Anforderungen nach Abschnitt 7 unabhängig davon erfüllen, welche Prüfungen während der Fertigung oder der Endabnahme durchgeführt werden.

Die Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung der Stähle, des Wärmebehandlungszustandes einschließlich der Mindestanlasstemperatur (nur für QT-Muttern) und der Mikrostruktur für die festgelegten Kombinationen von Festigkeitsklassen, Höhen (Typen) und Gewindedurchmesser müssen mit Tabelle 3 für Muttern mit Regelgewinde und mit Tabelle 4 für Muttern mit Feingewinde übereinstimmen.

7.2 Wärmebehandlung

Muttern müssen nach den in den Tabelle 3 und Tabelle 4 festgelegten Anforderungen für die folgenden Wärmebehandlungsbedingungen gefertigt werden:

- nicht vergütet (NQT);
- vergütet (QT).

Es dürfen nur die folgenden Muttern nach Wahl des Herstellers in dem einen oder dem anderen Zustand (NQT oder QT) gefertigt werden, und in beiden Fällen müssen diese Muttern alle geltenden Anforderungen an den jeweiligen Wärmebehandlungszustand erfüllen:

- a) für Muttern mit Regelgewinde und nach Tabelle 3:
 - normale Muttern (Typ 1) der Festigkeitsklasse 8 mit $D \leq M16$;
 - hohe Muttern (Typ 2) der Festigkeitsklasse 8;
- b) für Muttern mit Feingewinde und nach Tabelle 4:
 - normale Muttern (Typ 1) der Festigkeitsklasse 6 mit $D \leq 16$ mm;
 - hohe Muttern (Typ 2) der Festigkeitsklasse 8 mit $D \leq 16$ mm.

7.3 Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung muss den einschlägigen Internationalen Normen entsprechend beurteilt werden. Im Schiedsfall muss die Produktanalyse die in Tabelle 3 oder Tabelle 4 festgelegten Grenzwerte einhalten.

Für Muttern, die feuerverzinkt werden sollen, gelten zusätzlich die in ISO 10684 festgelegten Anforderungen.

Tabelle 3 — Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung von Stählen für Muttern mit Regelgewinde

Wärmebe- handlung	Festigkeits- klasse	Muttern- höhe	Gewinde <i>D</i>	Schmelzenanalyse ^{a,b}					Anlass- temperatur °C min.
				C		%			
				min.	max.	Mn min.	P max.	S max.	
nicht vergütet (NQT) ^c	04 ^d	Typ 0	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39	0,06	0,58	0,25	0,060	0,150	—
	5 ^d	Typ 1	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39						
	6 ^d	Typ 1	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39						
	8	Typ 1	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M16 ^e						
		Typ 2	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39 ^e						
vergütet (QT) ^f	05	Typ 0	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39	0,15	0,58	0,45	0,048	0,058	380
	8	Typ 1	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39						
		Typ 2	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39						
	10	Typ 1	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39						
		Typ 2	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39						
	12	Typ 1	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M16	0,18					410
		Typ 2	M5 ≤ <i>D</i> ≤ M39	0,15					380

^a Im Schiedsfall gilt die Produktanalyse.

^b Es dürfen weitere Legierungselemente hinzugesetzt werden, sofern die in Abschnitt 8 festgelegten Anforderungen an die mechanischen und physikalischen Eigenschaften erfüllt werden.

^c Das Stahlgefüge von NQT-Muttern darf nach 7.4.1 nicht aus abgeschreckter Mikrostruktur bestehen.

^d Diese Muttern dürfen aus schwefel-, phosphor- und bleihaltigem Automatenstahl mit den folgenden Anteilen gefertigt werden: S ≤ 0,350 %; P ≤ 0,110 %; Pb ≤ 0,350 %.

^e Darf nach Wahl des Herstellers vergütet werden.

^f Die Mikrostruktur von QT-Muttern muss ca. 90 % Martensit nach 7.4.2 aufweisen.

Tabelle 4 — Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung von Stählen für Muttern mit Feingewinde

Wärmebe- handlung	Festig- keits- klasse	Muttern -höhe	Gewinde <i>D</i>	Schmelzenanalyse ^{a,b}					Anlass- temperatur
				%					°C
				C		Mn	P	S	
				min.	max.	min.	max.	max.	min.
nicht vergütet (NQT) ^c	04 ^d	Typ 0	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 39 mm	0,06	0,58	0,25	0,060	0,150	—
	6 ^d	Typ 1	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 16 mm ^e						
	8	Typ 2	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 16 mm ^e						
vergütet (QT) ^f	05	Typ 0	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 39 mm	0,15	0,58	0,45	0,048	0,058	380
	6	Typ 1	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 39 mm						
	8	Typ 1	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 16 mm						
		Typ 1	16 mm < <i>D</i> ≤ 39 mm	0,18					410
		Typ 2	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 39 mm	0,15					380
	10	Typ 1	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 16 mm	0,15					380
		Typ 2	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 39 mm	0,15					380
	12	Typ 2	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 39 mm	0,18					410

^a Im Schiedsfall gilt die Produktanalyse.

^b Es dürfen weitere Legierungselemente hinzugesetzt werden, sofern die in Abschnitt 8 festgelegten Anforderungen an die mechanischen und physikalischen Eigenschaften erfüllt werden.

^c Das Stahlgefüge von NQT-Muttern darf nach 7.4.1 nicht aus abgeschreckter Mikrostruktur bestehen.

^d Diese Muttern dürfen aus schwefel-, phosphor- und bleihaltigem Automatenstahl mit den folgenden Anteilen gefertigt werden: S ≤ 0,350 %; P ≤ 0,110 %; Pb ≤ 0,350 %.

^e Darf nach Wahl des Herstellers vergütet werden.

^f Die Mikrostruktur von QT-Muttern muss ca. 90 % Martensit nach 7.4.2 aufweisen.

7.4 Mikrostruktur des Stahls

7.4.1 Nicht vergütete Muttern

Muttern, die nicht vergütet sind (NQT), müssen im geschmiedeten oder spanend hergestellten Zustand geliefert werden. Das Stahlgefüge darf nicht aus abgeschreckter Mikrostruktur bestehen.

7.4.2 Vergütete Muttern

Werkstoffe von Muttern, die vergütet werden sollen (QT), müssen ausreichend härter sein, um eine homogene Mikrostruktur sicherzustellen, die zu etwa 90 % aus Martensit in den Muttern besteht.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass die Austenit-Umwandlungstemperatur überschritten wurde und ausreichend Zeit zur Verfügung steht, um beim Abschrecken eine geeignete Umwandlung in Martensit in der gesamten Mutter zu erreichen, um gleichmäßige mechanische Eigenschaften sicherzustellen.

ANMERKUNG Diese Anforderung ist besonders bei größeren Durchmessern wesentlich.

8 Mechanische und physikalische Eigenschaften

8.1 Allgemeines

Bei Prüfung bei Umgebungstemperatur nach den in Abschnitt 10 festgelegten Verfahren müssen Muttern einer festgelegten Festigkeitsklasse die mechanischen und physikalischen Anforderungen nach Abschnitt 8 unabhängig davon erfüllen, welche Prüfungen während der Fertigung oder der Endabnahme durchgeführt werden.

8.2 Prüfkraft

Bei der Prüfung nach 10.1 müssen Muttern einer festgelegten Festigkeitsklasse die Anforderungen an die in Tabelle 5 oder Tabelle 6 festgelegte Prüfkraft erfüllen.

Tabelle 5 — Prüfkraft für Muttern mit Regelgewinde

Gewinde <i>D</i>	Steigung <i>P</i>	Prüfkraft, F_p (N)						
		Festigkeitsklasse						
		04 ^a	05 ^a	5	6	8	10	12
M5	0,8	5 400	7 100	8 250	9 500	12 140	14 800	16 300
M6	1	7 640	10 000	11 700	13 500	17 200	20 900	23 100
M7	1	11 000	14 500	16 800	19 400	24 700	30 100	33 200
M8 ^b	1,25	13 900	18 300	21 600	24 900	31 800	38 100	42 500
M10 ^b	1,5	22 000	29 000	34 200	39 400	50 500	60 300	67 300
M12	1,75	32 000	42 200	51 400	59 000	74 200	88 500	100 300
M14	2	43 700	57 500	70 200	80 500	101 200	120 800	136 900
M16	2	59 700	78 500	95 800	109 900	138 200	164 900	186 800
M18	2,5	73 000	96 000	121 000	138 200	176 600	203 500	230 400
M20	2,5	93 100	122 500	154 400	176 400	225 400	259 700	294 000
M22	2,5	115 100	151 500	190 900	218 200	278 800	321 200	363 600
M24	3	134 100	176 500	222 400	254 200	324 800	374 200	423 600
M27	3	174 400	229 500	289 200	348 800	452 100	486 500	550 800
M30	3,5	213 200	280 500	353 400	426 400	552 600	594 700	673 200
M33	3,5	263 700	347 000	437 200	527 400	683 600	735 600	832 800
M36	4	310 500	408 500	514 700	620 900	804 700	866 000	980 400
M39	4	370 900	488 000	614 900	741 800	961 400	1 035 000	1 171 000

^a Beim Einsatz von niedrigen Muttern ist die Abstreifkraft geringer als die Prüfkraft einer Mutter mit voller Belastbarkeit (siehe Anhang B).

^b Feuerverzinkte Muttern der Toleranzklasse 6H müssen die Anforderungen dieser Tabelle erfüllen. Für feuerverzinkte Muttern der Toleranzklasse 6AX und 6AZ nach ISO 965-5 gelten die niedrigeren Prüfkraft nach ISO 10684 für M8 und M10.

Tabelle 6 — Prüfkraften für Muttern mit Feingewinde

Gewinde $D \times P$	Prüfkraft, F_p (N)					
	Festigkeitsklasse					
	04 ^a	05 ^a	6	8	10	12
M8×1	14 900	19 600	30 200	37 400	43 100	47 000
M10×1,25	23 300	30 600	47 100	58 400	67 300	73 400
M10×1	24 500	32 200	49 700	61 600	71 000	77 400
M12×1,5	33 500	44 000	68 700	84 100	97 800	105 700
M12×1,25	35 000	46 000	71 800	88 000	102 200	110 500
M14×1,5	47 500	62 500	97 500	119 400	138 800	150 000
M16×1,5	63 500	83 500	130 300	159 500	185 400	200 400
M18×2	77 500	102 000	177 500	210 100	220 300	248 100
M18×1,5	81 700	107 500	187 000	221 500	232 200	262 800
M20×2	98 000	129 000	224 500	265 700	278 600	313 500
M20×1,5	103 400	136 000	236 600	280 200	293 800	329 900
M22×2	120 800	159 000	276 700	327 500	343 400	386 500
M22×1,5	126 500	166 500	289 700	343 000	359 600	404 700
M24×2	145 900	192 000	334 100	395 500	414 700	467 100
M27×2	188 500	248 000	431 500	510 900	535 700	609 800
M30×2	236 000	310 500	540 300	639 600	670 700	764 100
M33×2	289 200	380 500	662 100	783 800	821 900	935 800
M36×3	328 700	432 500	804 400	942 800	934 200	1 063 900
M39×3	391 400	515 000	957 900	1 123 000	1 112 000	1 265 000
^a Beim Einsatz von niedrigen Muttern ist die Abstreifkraft geringer als die Prüfkraft einer Mutter mit voller Belastbarkeit, siehe Anhang B.						

8.3 Härte

Bei der Prüfung nach 10.2 müssen Muttern einer festgelegten Festigkeitsklasse die Anforderungen an die Härte wie folgt erfüllen:

- für NQT-Muttern ist die Mindesthärte nur zur Information angegeben, es gilt jedoch die Anforderung an die maximale Härte nach Tabelle 7 oder Tabelle 9;
- für QT-Muttern gelten die Anforderungen an die Mindesthärte und die maximale Härte nach Tabelle 8 oder Tabelle 10; die nach 10.2.7 ermittelte Härtedifferenz im Kern und im Gewinde darf nicht größer als 30 HV sein.

Tabelle 7 — Härte für nicht vergütete Muttern (NQT) mit Regelgewinde

Festigkeits- klasse	Typ	Gewinde <i>D</i>	Vickers-Härte		Umgerechnete Brinell-Härte ^a		Umgerechnete Rockwell-Härte ^a	
			HV		HB		HRB	HRC
			min.	max.	min.	max.	min.	max.
04	Typ 0	$M5 \leq D \leq M39$	188	334	179	318	88,8	33,9
5	Typ 1	$M5 \leq D \leq M16$	130		124		71,2	
		$M16 < D \leq M39$	146		139		77,9	
6	Typ 1	$M5 \leq D \leq M16$	150		143		78,7	
		$M16 < D \leq M39$	170		162		85,0	
8	Typ 1	$M5 \leq D \leq M16^b$	200		190		91,5	
	Typ 2	$M5 \leq D \leq M39^b$	200		190		91,5	
^a Die Brinell- und Rockwellhärte werden aus HV-Werten nach ISO 18265 (unlegierte und niedriglegierte Stahlzustände) umgerechnet.								
^b Diese Muttern dürfen nach Wahl des Herstellers vergütet werden: in diesem Fall gilt Tabelle 8.								

Tabelle 8 — Härte für vergütete Muttern (QT) mit Regelgewinde

Festigkeits- klasse	Typ	Gewinde D	Vickers-Härte		Umgerechnete Brinell-Härte ^a		Umgerechnete Rockwell-Härte ^a	
			HV		HBW		HRC	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.
05	Typ 0	$M5 \leq D \leq M39$	272	353	268	349	26,5	36,9
8	Typ 1	$M5 \leq D \leq M16$	200	334	194	330	b	34,8
		$M16 < D \leq M39$	233		228		19,9	
	Typ 2	$M5 \leq D \leq M39$	200		194		b	
10	Typ 1	$M5 \leq D \leq M39$	272	353	268	349	26,5	36,9
	Typ 2	$M5 \leq D \leq M39$	233		228		19,9	
12	Typ 1	$M5 \leq D \leq M16$	308	368	304	363	31,6	38,5
	Typ 2	$M5 \leq D \leq M39$	272	353	268	349	26,5	36,9
^a Die Brinell- und Rockwellhärte werden aus HV-Werten nach ISO 18265 (vergüteter Zustand) umgerechnet. ^b Wert außerhalb des Standard-Umrechnungsbereichs für HRC, dieser entspricht 92,7 HRB.								

Tabelle 9 — Härte für nicht vergütete Muttern (NQT) mit Feingewinde

Festigkeits- klasse	Typ	Gewinde <i>D</i>	Vickers-Härte		Umgerechnete Brinell-Härte ^a		Umgerechnete Rockwell-Härte ^a	
			HV		HB		HRB	HRC
			min.	max.	min.	max.	min.	max.
04	Typ 0	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 39 mm	188	334	179	318	88,8	33,9
6	Typ 1	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 16 mm ^b	202		192		91,6	
8	Typ 2	8 mm ≤ <i>D</i> ≤ 16 mm ^b	223		212		95,4	
^a Die Brinell- und Rockwellhärte werden aus HV-Werten nach ISO 18265 (unlegierte und niedriglegierte Stahlzustände) umgerechnet.								
^b Diese Muttern dürfen nach Wahl des Herstellers vergütet werden: in diesem Fall gilt Tabelle 10.								

Tabelle 10 — Härte für vergütete Muttern (QT) mit Feingewinde

Festigkeits- klasse	Typ	Gewinde D	Vickers-Härte		Umgerechnete Brinell-Härte ^a		Umgerechnete Rockwell-Härte ^a	
			min.	max.	min.	max.	min.	max.
05	Typ 0	$8 \text{ mm} \leq D \leq 39 \text{ mm}$	272	353	268	349	26,5	36,9
6	Typ 1	$8 \text{ mm} \leq D \leq 16 \text{ mm}$	202	334	— ^b	330	— ^b	34,8
		$16 \text{ mm} < D \leq 39 \text{ mm}$	233	334	221	330	19,9	34,8
8	Typ 1	$8 \text{ mm} \leq D \leq 16 \text{ mm}$	262	334	258	330	24,9	34,8
		$16 \text{ mm} < D \leq 39 \text{ mm}$	295	353	291	349	29,8	36,9
	Typ 2	$8 \text{ mm} \leq D \leq 16 \text{ mm}$	223	334	218	330	c	34,8
		$16 \text{ mm} < D \leq 39 \text{ mm}$	244	334	239	330	21,9	34,8
10	Typ 1	$8 \text{ mm} \leq D \leq 16 \text{ mm}$	320	380	316	375	33,1	39,6
	Typ 2	$8 \text{ mm} \leq D \leq 39 \text{ mm}$	272	353	268	349	26,5	36,9
12	Typ 2	$8 \text{ mm} \leq D \leq 39 \text{ mm}$	308	368	304	363	31,6	38,5
^a Die Brinell- und Rockwellhärte werden aus HV-Werten nach ISO 18265 (vergüteter Zustand) umgerechnet. ^b Keine Umrechnung in ISO 18265 für Werte kleiner als 210 HV vorhanden. ^c Wert außerhalb des Standard-Umrechnungsbereichs für HRC, dieser entspricht 97,2 HRB.								

8.4 Oberflächenzustand

Der Oberflächenzustand muss ISO 6157-2 entsprechen.