

AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Januar 2020

Werkstoffe für Druckbehälter	Schrauben und Muttern aus ferritischen Stählen	AD 2000-Merkblatt W 7
---	---	----------------------------------

Die AD 2000-Merkblätter werden von den in der „Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter“ (AD) zusammenarbeitenden, nachstehend genannten sieben Verbänden aufgestellt. Aufbau und Anwendung des AD 2000-Regelwerkes sowie die Verfahrensrichtlinien regelt das AD 2000-Merkblatt G 1.

Die AD 2000-Merkblätter enthalten sicherheitstechnische Anforderungen, die für normale Betriebsverhältnisse zu stellen sind. Sind über das normale Maß hinausgehende Beanspruchungen beim Betrieb der Druckbehälter zu erwarten, so ist diesen durch Erfüllung besonderer Anforderungen Rechnung zu tragen.

Wird von den Forderungen dieses AD 2000-Merkblattes abgewichen, muss nachweisbar sein, dass der sicherheitstechnische Maßstab dieses Regelwerkes auf andere Weise eingehalten ist, z. B. durch Werkstoffprüfungen, Versuche, Spannungsanalyse, Betriebserfahrungen.

FDBR e. V. Fachverband Anlagenbau, Düsseldorf

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin

Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI), Frankfurt/Main

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA), Fachgemeinschaft Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate, Frankfurt/Main

Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf

VGB PowerTech e. V., Essen

Verband der TÜV e. V. (VdTÜV), Berlin

Die AD 2000-Merkblätter werden durch die Verbände laufend dem Fortschritt der Technik angepasst.

Inhalt

	Seite
0 Präambel	2
1 Geltungsbereich.....	2
2 Geeignete Werkstoffe und Festigkeitsklassen	2
3 Anforderungen	2
4 Prüfung	3
5 Kennzeichnung	5
6 Nachweis der Güteeigenschaften	5
7 Kennwerte für die Bemessung	6
Anhang 1 zum AD 2000-Merkblatt W 7.....	8

Ersatz für Ausgabe November 2014; | = Änderungen gegenüber der vorangehenden Ausgabe

Die AD 2000-Merkblätter sind urheberrechtlich geschützt. Die Nutzungsrechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, die Wiedergabe auf fotomechanischem Wege und die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei auszugsweiser Verwertung, dem Urheber vorbehalten.

0 Präambel

Zur Erfüllung der wesentlichen Sicherheitsanforderungen der Druckgeräterichtlinie kann das AD 2000-Regelwerk angewandt werden, vornehmlich für die Konformitätsbewertung nach den Modulen „G“ und „B (Baumuster) + F“.

Das AD 2000-Regelwerk folgt einem in sich geschlossenen Auslegungskonzept. Die Anwendung anderer technischer Regeln nach dem Stand der Technik zur Lösung von Teilproblemen setzt die Beachtung des Gesamtkonzeptes voraus.

Bei anderen Modulen der Druckgeräterichtlinie oder für andere Rechtsgebiete kann das AD 2000-Regelwerk sinngemäß angewandt werden. Die Prüfzuständigkeit richtet sich nach den Vorgaben des jeweiligen Rechtsgebietes.

1 Geltungsbereich

Dieses AD 2000-Merkblatt gilt für Schrauben und Muttern sowie Langerzeugnisse aus Stahl zu deren Herstellung aus unlegierten und legierten Stählen zum Bau von Druckbehältern, die bei Betriebstemperaturen sowie bei Umgebungstemperaturen bis -10 °C und bis zu den in Abschnitt 2 genannten oberen Temperaturgrenzen betrieben werden.

Für Betriebstemperaturen unter -10 °C gilt zusätzlich das AD 2000-Merkblatt W 10, wobei für Schrauben und Muttern nur der Beanspruchungsfall I anzuwenden ist.

Für Schrauben und Muttern aus austenitischen und austenitisch-ferritischen Stählen gilt AD 2000-Merkblatt W 2. Siehe hierzu auch AD 2000-Merkblatt W 0, Abschnitt 2.2.

2 Geeignete Werkstoffe und Festigkeitsklassen

Es dürfen folgende Werkstoffe und Festigkeitsklassen verwendet werden:

2.1 Schrauben der Festigkeitsklassen 5.6 und 8.8¹⁾ sowie Muttern der Festigkeitsklassen 5 und 8 nach DIN EN ISO 898-1 und DIN EN ISO 898-2 bis zu einer Abmessung M 39, einem zulässigen Betriebsüberdruck von 40 bar und einer Temperatur²⁾ von 300 °C .

Thomas- und Automatenstähle dürfen nicht verwendet werden. Durch den Zusatz „-2“ zum Kennzeichen der Festigkeitsklasse 5 ist durch den Hersteller zu bestätigen, dass die Muttern weder aus Thomas- noch aus Automatenstahl hergestellt wurden.

2.2 Stähle für den Einsatz bei erhöhten Temperaturen C35E+N (nur für Muttern), C35E+QT, 35B2³⁾, 25CrMo4, 21CrMoV5-7, 42CrMo4 und X22CrMoV12-1+QT1 nach DIN 267-13 und DIN EN 10269. Anhang 1 zu diesem Merkblatt ist zu beachten.

2.3 Stähle für den Einsatz bei tiefen Temperaturen 25CrMo4 und X12Ni5 nach DIN 267-13 und DIN EN 10269. Für den kurzzeitigen Betrieb bei höheren Temperaturen gilt AD 2000-Merkblatt W 10, Tafel 3a. Anhang 1 zu diesem Merkblatt ist zu beachten.

2.4 Andere Stähle nach Eignungsfeststellung durch die zuständige unabhängige Stelle. Die Stähle müssen den Anforderungen nach Abschnitt 3.2 genügen.

3 Anforderungen

3.1 Langerzeugnisse aus Stahl für Schrauben und Muttern nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 müssen den Anforderungen der DIN EN 10269 genügen. Schrauben und Muttern nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 müssen den Anforderungen der DIN 267-13, DIN EN ISO 898-1, DIN EN ISO 898-2 (soweit zutreffend) genügen.

Als Anforderungen an die Kerbschlagarbeit bei Raumtemperatur gelten für Stähle der Festigkeitsklasse 5.6 $\geq 40\text{ J}$ und für Stähle der Festigkeitsklasse 8.8 $\geq 52\text{ J}$. Für die Stahlsorten X22CrMoV12-1 und 42CrMo4 in Abmessungen $\leq 60\text{ mm}$ Durchmesser ist beim Kerbschlagbiegeversuch ein Wert von 52 Joule einzuhalten.

Die zulässigen Härtewerte ergeben sich aus den in DIN EN 10269 genannten genormten Zugfestigkeiten nach Umwertung entsprechend DIN EN ISO 18265.

-
- 1) Ohne Nachweis der Warmstreckgrenze können Schrauben aus Stählen für die Festigkeitsklasse 8.8 nur bis zu 50 °C eingesetzt werden. Sofern in der Bestellung nicht anders vereinbart, kann auf den Warmzugversuch verzichtet werden, wenn der Hersteller der zuständigen unabhängigen Stelle die Einhaltung der gestellten Anforderungen mit ausreichender Sicherheit nachgewiesen hat. Im Abnahmeprüfzeugnis ist auf die Zustimmung durch die zuständige unabhängige Stelle zum Entfall des Warmzugversuchs hinzuweisen.
 - 2) Definition der Wandtemperatur siehe AD 2000-Merkblatt B 0, Abschnitt 5.
 - 3) In Verbindung mit VdTÜV-Werkstoffblatt 490.

3.2 Die Stähle für Schrauben und Muttern nach Abschnitt 2.4 müssen die den Werkstoff kennzeichnenden Werte aufweisen und für die Probenrichtung längs folgenden Bedingungen genügen:

- Bruchdehnung $A \geq 14 \%$,
- Kerbschlagarbeit an der V-Kerb-Probe bei tiefster Betriebstemperatur, jedoch nicht höher als 20°C , bei vergüteten legierten Stählen ≥ 52 Joule, bei unlegierten Stählen ≥ 40 Joule.

3.3 Die Schrauben und Muttern müssen sich in dem für den Werkstoff zum Erreichen der Mindestwerte vorgesehenen Wärmebehandlungszustand befinden. Der Werkstoff darf bis zur höchsten im Betrieb auftretenden Temperatur keine unzulässige Versprödung erfahren. Die Anlasstemperatur muss bei vergüteten Stählen stets im angemessenen Abstand oberhalb der höchsten im Betrieb auftretenden Temperatur liegen.

3.4 Die Herstellung der Schrauben und Muttern kann durch Warm- oder Kaltumformen oder durch spanende Bearbeitung erfolgen. Bei den durch Kaltumformen gefertigten Schrauben ist eine anschließende Wärmebehandlung erforderlich. Dieses gilt auch für kaltgeformte Muttern nach den Abschnitten 2.2 bis 2.4. Oberflächenglättungen und Rollen des Gewindes gelten dabei nicht als Kaltumformen im vorstehenden Sinne. Bei den durch Warmumformen gefertigten Schrauben und Muttern (ausgenommen Muttern aus C35E+N) aus Stählen nach DIN EN 10269 und anderen Vergütungsstählen ist eine anschließende Wärmebehandlung erforderlich.

3.5 Die Ausführung und die Maßgenauigkeit von Schrauben und Muttern müssen DIN ISO 4759-1, Produktklasse B entsprechen.

4 Prüfung

4.1 Spanlos gefertigte Schrauben und Muttern nach den Abschnitten 2.1 bis 2.4

4.1.1 Die mechanische Prüfung der Schrauben erfolgt nach DIN EN ISO 898-1 – Prüfreihe FF1 – in Verbindung mit DIN EN 26157-3.

Wird der Zugversuch an einer abgedrehten Probe durchgeführt (Prüfreihe MP1 gemäß DIN EN ISO 898-1), sind die Streckgrenze bzw. die 0,2 %-Dehngrenze und die Bruchdehnung zu bestimmen.

An Schrauben mit Gewindedurchmessern $d \geq 16$ mm sind abweichend von DIN EN ISO 898-1 jeweils drei Kerbschlagbiegeversuche an V-Kerb-Proben durchzuführen.

Schrauben aus Stählen nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 (außer den Stahlsorten X22CrMoV12-1 und 42CrMo4) werden für die mechanische Erprobung der Festigkeitsklasse 5.6 gleichgesetzt, die Stahlsorten X22CrMoV12-1 und 42CrMo4 der Festigkeitsklasse 8.8.

Bei Schrauben aus der Stahlsorte 42CrMo4 ist zusätzlich der Zugversuch bei erhöhter Temperatur durchzuführen. Der Nachweis der 0,2 %-Dehngrenze erfolgt bei Auslegungstemperatur. Ist diese nicht bekannt, so ist der Zugversuch bei einer Prüftemperatur von 500°C durchzuführen.

Bei Schrauben und Muttern aus anderen Stählen nach Abschnitt 2.4 gelten die Festlegungen der Eignungsfeststellung durch die zuständige unabhängige Stelle.

4.1.2 Die Prüfung von Muttern nach Abschnitt 2.1 erfolgt nach DIN EN ISO 898-2. Zusätzlich sind Aufweitversuche nach DIN EN ISO 10484 durchzuführen.

Die Prüfung von Muttern nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 erfolgt nach DIN 267-13. Für Muttern aus X12Ni5 sind die Prüfspannungen der Stahlsorte 25CrMo4 anzuwenden. Zusätzlich sind Aufweitversuche nach DIN EN ISO 10484 durchzuführen. Die Gesamtaufweitung muss mindestens 6 % betragen.

Für den Umfang der Härteprüfung gilt Abschnitt 4.1.4, für den Umfang der Prüfkraftversuche und der Aufweitversuche gilt Tafel 1.

4.1.3 Die Annahmeprüfung für Schrauben und Muttern erfolgt nach DIN EN ISO 3269; für die Prüfung der mechanischen Eigenschaften ist die Anzahl der Probensätze in Tafel 1 festgelegt.

Sind Kerbschlagproben erforderlich, so entsprechen drei Einzelproben einem Probensatz, wobei der Mittelwert aus drei Proben bestimmt wird und nur ein Einzelwert den geforderten Mindestwert um höchstens 30 % unterschreiten darf.

Die Oberflächenbesichtigung und die Maßprüfung der Schrauben und Muttern sind unter Berücksichtigung des Abschnitts 4.1.4 durchzuführen. An Schrauben und Muttern aus den Stahlsorten X22CrMoV12-1 und 42CrMo4 sowie aus sonstigen Stählen nach Abschnitt 2.4, die mit der Stahlsorte X22CrMoV12-1 vergleichbar sind, ist eine Oberflächenbesichtigung an jedem Stück durchzuführen.

Tafel 1 — Probenumfang für die zerstörende Prüfung der mechanischen Eigenschaften

Stückzahl	Anzahl der Probensätze für die mechanische Prüfung
≤ 200	1
> 200 bis ≤ 400	2
> 400 bis ≤ 800	3
> 800 bis ≤ 1200	4
> 1200 bis ≤ 1600	5
> 1600 bis ≤ 3000	6
> 3000 bis ≤ 3500	7
> 3500	DIN EN ISO 3269; min. 7

Wird der Nachweis erbracht, dass die Schrauben und Muttern einer Lieferung einer Schmelze mit gleicher Wärmebehandlung entstammen, so genügt die Prüfung von vier Probensätzen unabhängig von der Stückzahl. Diese Reduzierung gilt nicht für Schrauben und Muttern nach Abschnitt 2.4.

4.1.4 Bei Prüfungen nach DIN EN ISO 3269 gilt für den Prüfumfang, abweichend von DIN EN ISO 3269, für die zerstörende Prüfung der mechanischen Eigenschaften die Tafel 1. Für die Härteprüfung, für die zerstörungsfreie Prüfung auf Oberflächenfehler und für die Maßprüfung ist der Stichprobenumfang 20. Alle Proben müssen den Anforderungen genügen (Annahmezahl $A_C = 0$).

4.2 Spanend gefertigte Schrauben und Muttern nach den Abschnitten 2.1 bis 2.4

4.2.1 Erfolgt nach der spanenden Fertigung eine Wärmebehandlung, ist die Prüfung wie bei den entsprechenden spanlos gefertigten Schrauben und Muttern nach Abschnitt 4.1 durchzuführen. Alle Schrauben und Muttern aus den Stahlsorten X22CrMoV12-1 und 42CrMo4 sind einer Oberflächenprüfung zu unterziehen.

4.2.2 Wird nach der spanenden Fertigung keine Wärmebehandlung durchgeführt, genügt hinsichtlich des Nachweises der mechanischen Eigenschaften die Prüfung der verwendeten Stahlsorte nach Abschnitt 4.2.3. Als Anforderung an die Kerbschlagarbeit bei Raumtemperatur gelten für Stähle der Festigkeitsklassen 5.6 und 8.8 die Werte der maßgebenden Lieferbedingung, jedoch mindestens die im Abschnitt 3.1 festgelegten Werte. Die Prüfung der Ausführung und Maßgenauigkeit ist nach Abschnitt 4.1.3 durchzuführen.

Für Stähle nach Abschnitt 2.4 sind die Prüfungen durchzuführen, die bei der Eignungsfeststellung festgelegt wurden.

4.2.3 Langerzeugnisse aus Stahl zur Herstellung von Schrauben und Muttern sind entsprechend den für sie maßgebenden Normen zu prüfen. Ergänzend gelten für Langerzeugnisse aus Stahlsorten nach DIN EN 10269, soweit sie für Schrauben oder Muttern ohne abschließende Wärmebehandlung verwendet werden, folgende Festlegungen:

- Die Härteprüfungen sind bei Erzeugnisdicken > 120 mm an 100 % und bei Erzeugnisdicken ≤ 120 mm an 10 % der Langerzeugnisse durchzuführen (Option 11 der DIN EN 10269). Die Proben für den Zug- und Kerbschlagbiegeversuch sind dabei den Langerzeugnissen mit den jeweils höchsten und niedrigsten Härtewerten zu entnehmen.
- Bei Langerzeugnissen, die für tiefe Temperaturen vorgesehen sind, erfolgt der Zähigkeitsnachweis nach AD 2000-Merkblatt W 10 (Option 9 der DIN EN 10269).
- Bei Langerzeugnissen aus der Stahlsorte 42CrMo4 ist der Zugversuch bei erhöhter Temperatur durchzuführen (Option 7 der DIN EN 10269). Der Nachweis der 0,2 %-Dehngrenze erfolgt bei Auslegungstemperatur. Ist diese nicht bekannt, so ist der Zugversuch bei einer Prüftemperatur von 500 °C durchzuführen.
- Langerzeugnisse aus den Stahlsorten X22CrMoV12-1 und 42CrMo4 sind zusätzlich einer Ultraschall- und Oberflächenprüfung zu unterziehen (Optionen 4 und 18 der DIN EN 10269).

Bei Langerzeugnissen aus Stählen nach Abschnitt 2.4 gelten die Festlegungen der Eignungsfeststellung.

4.3 Schrauben und Muttern aus legierten Stählen

Schrauben und Muttern aus legierten Stählen sind vom Hersteller einer geeigneten Prüfung auf Werkstoffverwechslung zu unterziehen.

4.4 Wiederholungsprüfungen

4.4.1 Genügt eine der für die zerstörende Prüfung der mechanischen Eigenschaften geforderten Proben nicht den gestellten Bedingungen, so sind je zwei weitere Proben zu entnehmen, die den Anforderungen genügen müssen. Andernfalls gilt das ganze Prüflös als nicht abgenommen. Der Hersteller kann jedoch dieses Prüflös nach einer erneuten Wärmebehandlung noch einmal vorlegen. Genügen auch dann die Proben nicht, so ist das Prüflös endgültig zu verwerfen.

4.4.2 Genügt eine der für die Härteprüfung, für die zerstörungsfreie Prüfung auf Oberflächenfehler oder für die Maßprüfung geforderten Proben nicht den Anforderungen, ist eine weitere Stichprobe vom Umfang 20 zu entnehmen, von der alle Proben den Anforderungen genügen müssen. Andernfalls gilt das ganze Los als zurückgewiesen. Im Falle der Härteprüfung jedoch kann der Hersteller dieses Los nach einer erneuten Wärmebehandlung noch einmal vorlegen. Genügen auch dann die Proben nicht den Anforderungen, so ist das Los endgültig zu verwerfen.

4.4.3 Hat die zuständige unabhängige Stelle begründeten Zweifel an der Gleichmäßigkeit einer Lieferung, so können von ihr geeignet erscheinende Prüfungen gefordert werden (z. B. Härteprüfung, spektroskopische Prüfung).

4.4.4 Bei wesentlichen Abweichungen der Schmelzenanalyse von den für sie geltenden Grenzwerten der chemischen Zusammensetzung warmfester Stähle ist die zuständige unabhängige Stelle berechtigt, den Nachweis der Warmfestigkeitseigenschaften zu verlangen.

5 Kennzeichnung

5.1 Schrauben und Muttern nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 sind mit Herstellerzeichen und Kennzeichen der Festigkeitsklasse oder Kurznamen der Stahlsorte nach DIN 267-13 zu kennzeichnen (siehe auch Anhang 1 zu AD 2000-Merkblatt W 7). Schrauben ab M 52 Gewindedurchmesser sind zusätzlich mit der Schmelzennummer und dem Zeichen der zuständigen unabhängigen Stelle zu kennzeichnen.

5.2 Für die spanende Fertigung von Schrauben und Muttern bestimmte Langerzeugnisse aus Stahl mit einem Durchmesser ≥ 25 mm sind an einem Ende mit dem Herstellerzeichen und dem Kurznamen der Stahlsorte, bei legierten Stählen auch mit der Schmelzennummer zu kennzeichnen und außerdem mit dem Zeichen der zuständigen unabhängigen Stelle zu versehen. Bei Langerzeugnissen aus Stahl mit einem Durchmesser < 25 mm wird lediglich das Bündel durch Anhängeschild mit dem Herstellerzeichen, dem Kurznamen der Stahlsorte, dem Zeichen der zuständigen unabhängigen Stelle und bei legierten Stählen mit der Schmelzennummer gekennzeichnet.

5.3 Schrauben und Muttern aus Stählen nach Abschnitt 2.4 sind entsprechend den Festlegungen bei der Eignungsfeststellung zu kennzeichnen. Schrauben ab M 30 sind mit dem Prüfstempel der zuständigen unabhängigen Stelle, ab M 52 zusätzlich mit der Schmelzennummer zu kennzeichnen.

6 Nachweis der Güteeigenschaften

6.1 Schrauben

6.1.1 Spanlos gefertigte Schrauben nach Abschnitt 2.1 der Festigkeitsklasse 5.6 sind mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 zu bescheinigen. An die Stelle des Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 kann die Kennzeichnung mit Festigkeitsklasse und Herstellerzeichen treten, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind⁴⁾.

Bei Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 beizubringen. Bei Druckbehältern mit einem Produkt aus Inhalt V in Litern und Druck PS in Bar $V \cdot PS \leq 5000$ genügt für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204. An die Stelle des Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 kann die Kennzeichnung mit der Festigkeitsklasse und dem Herstellerzeichen treten, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind⁴⁾.

6.1.2 Spanlos gefertigte Schrauben nach Abschnitt 2.2 (ausgenommen C35E+QT und 35B2) und 2.3 sind mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 zu bescheinigen. Für Schrauben aus den Stahlsorten C35E+QT und 35B2 genügt ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204.

Werden Schrauben mit einem Gewindedurchmesser ≤ 39 mm aus den Stahlsorten C35E+QT und 35B2 bei maximal zulässigen Drücken ≤ 40 bar und Betriebstemperaturen ≤ 300 °C eingesetzt, kann die Kennzeichnung nach Abschnitt 5.1 an die Stelle des Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 treten, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind⁴⁾.

Werden Schrauben aus dem Werkstoff 25CrMo4 (1.7218) bis zu einem Gewindedurchmesser von 30 mm, einer Betriebstemperatur zwischen -20 °C und 300 °C und einem maximal zulässigen Druck von 40 bar eingesetzt, kann das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 ersetzt werden. Auf die Ausstellung eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 kann verzichtet werden, wenn die Schraube zusätzlich mit eindeutiger Losnummer gekennzeichnet ist und die Voraussetzungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind⁴⁾.

6.1.3 Für spanend gefertigte Schrauben nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 mit anschließender Wärmebehandlung erfolgt der Nachweis nach den Abschnitten 6.1.1 und 6.1.2.

6.1.4 Für spanend gefertigte Schrauben nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 ohne anschließende Wärmebehandlung ist das Langerzeugnis aus Stahl entsprechend Tafel 2 zu bescheinigen. Die Prüfung der Ausführung und Maßgenauigkeit an spanend gefertigten Schrauben nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 ohne anschließende Wärmebehandlung ist wie bei den entsprechenden spanlos gefertigten Schrauben nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 nachzuweisen. Die Prüfung der Ausführung und Maßgenauigkeit an spanend gefertigten Schrauben nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 ohne anschließende Wärmebehandlung, deren Vormaterial durch die zuständige unabhängige Stelle zu bescheinigen ist, kann vom Bearbeiter

4) Der Ersatz der Prüfbescheinigung durch die Kennzeichnung und die Einhaltung der Voraussetzungen sind durch eine Vereinbarung geregelt. Alle Hersteller, die eine Vereinbarung abgeschlossen haben, sind im VdTÜV-Merkblatt 1253/4 genannt.

der Schraube durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 bescheinigt werden, dem das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 für das Vormaterial beizufügen ist. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Bearbeiter nach AD 2000-Merkblatt W 0 überprüft worden ist.

6.1.5 Bei Schrauben aus Stählen nach Abschnitt 2.4 gelten die Festlegungen der Eignungsfeststellung.

6.2 Muttern

6.2.1 Muttern nach Abschnitt 2.1 sind mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 zu bescheinigen. An die Stelle des Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 kann die Kennzeichnung mit der Festigkeitsklasse treten, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind⁴⁾.

6.2.2 Muttern nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 sind mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 zu bescheinigen. An die Stelle des Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 kann bei Muttern aus den Stahlsorten C35E+N, C35E+QT und 35B2 die Kennzeichnung mit Kurznamen der Stahlsorte treten, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind⁴⁾.

6.2.3 Für spanend gefertigte Muttern nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 mit anschließender Wärmebehandlung erfolgt der Nachweis nach den Abschnitten 6.2.1 und 6.2.2.

6.2.4 Für spanend gefertigte Muttern nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 ohne anschließende Wärmebehandlung ist das Langerzeugnis aus Stahl entsprechend Tafel 2 zu bescheinigen. Die Prüfung der Ausführung und Maßgenauigkeit ist wie bei den entsprechenden spanlos gefertigten Muttern nach den Abschnitten 2.1 und 2.3 nachzuweisen.

6.2.5 Bei Muttern aus Stählen nach Abschnitt 2.4 gelten die Festlegungen der Eignungsfeststellung.

6.3 Inhalt der Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204

6.3.1 Die Abnahmeprüfzeugnisse müssen die in den Technischen Lieferbedingungen/Normen geforderten Angaben enthalten. Außerdem sind in jedem Abnahmeprüfzeugnis die der Lieferung zugrunde liegenden Technischen Lieferbedingungen/Normen (z. B. DIN 267-13, DIN EN 10269) und die Technische Regel (AD 2000-Merkblatt W 7) anzugeben.

Ist die Ausstellung eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.2 nach DIN EN 10204 vorgesehen, werden die Schmelzenanalyse, das Ergebnis der Härteprüfung und das Ergebnis der zerstörungsfreien Prüfung vom Abnahmebeauftragten des Herstellers bescheinigt. Diese Bescheinigung ist Bestandteil des Abnahmeprüfzeugnisses 3.2.

6.3.2 Der Wärmebehandlungszustand ist vom Hersteller zu bescheinigen. Bei vergüteten Stählen ist zusätzlich die Anlasstemperatur bekannt zu geben.

6.3.3 Das für das Langerzeugnis aus Stahl vorliegende Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 kann bei Schrauben und Muttern, die durch spanende Bearbeitung und ohne anschließende Wärmebehandlung hergestellt sind, durch eine schriftliche Bestätigung des Herstellers ersetzt werden. Die Bestätigung muss auf die Erfüllung der Anforderung der entsprechenden Werkstoffnormen oder des AD 2000-Merkblattes W 7 hinweisen und auch die Ergebnisse der Besichtigung und Maßprüfung enthalten. Kopien der Abnahmeprüfzeugnisse sind auf Anforderung beizubringen.

An die Stelle der schriftlichen Bestätigung des Herstellers kann bei Schrauben und Muttern nach Abschnitt 2.1 und aus den Stahlsorten C35E+N, C35E+QT und 35B2 die Kennzeichnung mit Festigkeitsklasse oder dem Kurznamen der Stahlsorte und dem Herstellerzeichen treten, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind⁴⁾.

6.4 Voraussetzung für den Ersatz des Abnahmeprüfzeugnisses durch die Kennzeichnung

Bei Ersatz des Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 durch die Kennzeichnung wird vorausgesetzt, dass der Hersteller die als Grundlage für die Ausstellung eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 notwendigen Prüfungen laufend durchgeführt hat und die Ergebnisse zur jederzeitigen Einsichtnahme durch die zuständige unabhängige Stelle bereithält.

7 Kennwerte für die Bemessung

7.1 Bei Schrauben nach Abschnitt 2.1 sind die Kennwerte für die Bemessung der Tabelle 3 der DIN EN ISO 898-1 zu entnehmen. Für erhöhte Temperaturen gelten die Kennwerte aus Tafel 3.

7.2 Bei Schrauben nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 gelten die entsprechenden Werte der DIN EN 10269. Für den kurzzeitigen Betrieb bei höheren Temperaturen von Werkstoffen nach Abschnitt 2.3 gilt AD 2000-Merkblatt W 10, Tafel 3a.

7.3 Die für 20 °C angegebenen Festigkeitskennwerte gelten bis 50 °C, die für 100 °C angegebenen Werte bis 120 °C. In den übrigen Temperaturbereichen ist zwischen den angegebenen Werten linear zu interpolieren (z. B. für 80 °C zwischen 20 °C und 100 °C und für 180 °C zwischen 100 °C und 200 °C), wobei eine Aufrundung nicht zulässig ist. Für Werkstoffe nach Abschnitt 2.4 gilt die Interpolationsregel nur bei hinreichend engem Abstand⁵⁾ der Stützstellen.

4) Der Ersatz der Prüfbescheinigung durch die Kennzeichnung und die Einhaltung der Voraussetzungen sind durch eine Vereinbarung geregelt. Alle Hersteller, die eine Vereinbarung abgeschlossen haben, sind im VdTÜV-Merkblatt 1253/4 genannt.

5) In der Regel wird hierunter ein Temperaturabstand von 50 K im Bereich der Warmstreckgrenze und von 10 K im Bereich der Zeitstandfestigkeit verstanden.

Tafel 2 — Übersicht über die geeigneten Werkstoffe für Schrauben und Muttern und die Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204

Norm	Erzeugnisform	Stahlsorte oder Festigkeitsklasse	Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204			
			Lang- erzeugnis ⁷⁾ aus Stahl für Schrauben	Schrauben	Lang- erzeugnis ⁷⁾ aus Stahl für Muttern	Muttern
DIN EN ISO 898-1	Schrauben	5.6	3.1	3.1 ¹⁾	—	—
		8.8	3.2 ²⁾	3.2 ^{1) 2) 5)}	—	—
DIN EN ISO 898-2	Muttern	5	—	—	3.1	3.1 ¹⁾
		8	—	—	3.1	3.1 ¹⁾
DIN EN 10269	Schrauben und Muttern	C35E+QT (1.1181+QT)	3.1	3.1 ^{1) 4)}	3.1	3.1 ¹⁾
		35B2 ³⁾ (1.5511)	3.1	3.1 ^{1) 4)}		
DIN EN 10269	Muttern	C35E+N (1.1181+N)	—	—	3.1	3.1
	Schrauben und Muttern	25CrMo4 (1.7218) 21CrMoV5-7 (1.7709) X22CrMoV12-1 (1.4923) 42CrMo4 (1.7225) X12Ni5 (1.5680)	3.2	3.2 ^{5) 6)}		

¹⁾ Voraussetzung für den Ersatz des Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 durch die Kennzeichnung siehe Abschnitt 6.4.
²⁾ Bei Druckbehältern mit einem Produkt aus Inhalt V in Litern und Druck PS in Bar $V \cdot PS \leq 5000$ genügt ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204.
³⁾ In Verbindung mit VdTÜV-Werkstoffblatt 490.
⁴⁾ Bis zu einem Gewindedurchmesser von 39 mm, einer Betriebstemperatur von 300 °C und einem maximal zulässigen Druck von 40 bar kann das Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 durch die Kennzeichnung ersetzt werden.
⁵⁾ Bei spanend gefertigten Schrauben ohne anschließende Wärmebehandlung genügt für die Prüfung der Ausführung und Maßgenauigkeit ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 (siehe Abschnitt 6.1.4).
⁶⁾ Für den Werkstoff 25CrMo4 (1.7218) kann bis zu einem Gewindedurchmesser von 30 mm, einer Betriebstemperatur zwischen –20 °C und 300 °C und einem maximal zulässigen Druck von 40 bar das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 ersetzt werden. Auf die Ausstellung eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 kann verzichtet werden, wenn die Schraube zusätzlich mit eindeutiger Losnummer gekennzeichnet ist und die Anforderungen nach Abschnitt 6.4 erfüllt sind.
⁷⁾ Festlegungen gelten für Langerzeugnisse für spanend, ohne abschließende Wärmebehandlung gefertigte Schrauben und Muttern, siehe Abschnitt 6.1.4 bzw. Abschnitt 6.2.4.

Tafel 3 — Kennwerte der Bemessung bei erhöhter Temperatur für Schrauben nach Abschnitt 2.1

Festigkeitsklasse	Berechnungstemperatur [°C]			
	100	200	250	300
	Untere Streckgrenze R_{eL} oder 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [MPa]			
5.6	270	230	215	195
8.8	590	540	510	480

(Quelle: DIN EN ISO 898-1:1999-11, Tabelle A.1)

Anhang 1 zum AD 2000-Merkblatt W 7

Hinweis zu Abschnitt 2.2

Die Werkstoffe X22CrMoV12-1+QT2 und X19CrMoVNbN11-1 nach DIN EN 10269 sind nicht aufgenommen worden, da Anwendungsfälle nicht bekannt sind. Sollten diese Werkstoffe im Rahmen von Einzelgutachten für spanend gefertigte Schrauben und Muttern eingesetzt werden, so ist das Langerzeugnis einer Ultraschallprüfung zu unterziehen. An allen Schrauben und Muttern ist im Lieferzustand eine Oberflächenprüfung durchzuführen.

Bei der Verwendung des Werkstoffes 42CrMo4 (1.7225) besteht bereits ab Temperaturen von 350 °C ein erhöhtes Risiko zur Relaxation.

Galvanisch verzinkte oder feuerverzinkte Schrauben und Muttern sollten nicht bei Betriebstemperaturen oberhalb von 300 °C eingesetzt werden (Vermeidung von Zinkdiffusion).

Hinweis zu Abschnitt 2.2 und Abschnitt 2.3

Schrauben und Muttern aus 25CrMo4 (1.7218) nach DIN EN 10269 sind entweder für Betriebstemperaturen von –10 °C bis 500 °C oder für Betriebstemperaturen von –65 °C bis 300 °C geeignet. Für die Verwendung bei Betriebstemperaturen unterhalb von –10 °C ist das AD 2000-Merkblatt W 10 anzuwenden.

Herausgeber:



Verband der TÜV e.V.

E-Mail: berlin@vdtuev.de
<http://www.vdtuev.de>

Bezugsquelle:

Beuth

Beuth Verlag GmbH
10772 Berlin
Tel. 030 / 26 01-22 60
Fax 030 / 26 01-12 60
kundenservice@beuth.de
www.beuth.de