

# AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Mai 2016

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Werkstoffe<br/>für<br/>Druckbehälter</b> | <b>Aluminium und Aluminiumlegierungen;<br/>Knetwerkstoffe</b> | <b>AD 2000-Merkblatt<br/>W 6/1<br/>korrigierte Fassung 09.2016</b> |
|---|---|--|

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. Anregungen hierzu sind zu richten an den Herausgeber:

**Verband der TÜV e. V., Friedrichstraße 136, 10117 Berlin.**

## Inhalt

|   | Seite |
|---|-------|
| 0 Präambel .....                                | 2     |
| 1 Geltungsbereich.....                          | 2     |
| 2 Geeignete Werkstoffe .....                    | 2     |
| 3 Anforderungen an die Werkstoffe .....         | 2     |
| 4 Verarbeitung .....                            | 3     |
| 5 Prüfungen .....                               | 3     |
| 6 Kennzeichnung .....                           | 5     |
| 7 Nachweis der Güteeigenschaften .....          | 5     |
| 8 Festigkeitskennwerte für die Berechnung ..... | 5     |

Ersatz für Ausgabe Januar 2003; | = Änderungen gegenüber der vorangehenden Ausgabe; | Korrektur

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 grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Druckgeräterichtlinie kann das AD 2000-Regelwerk angewandt werden, vornehmlich für die Konformitätsbewertung nach den Modulen „G“ und „B + 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 Prüfständigkeit richtet sich nach den Vorgaben des jeweiligen Rechtsgebietes.

## 1 Geltungsbereich

**1.1** Dieses AD 2000-Merkblatt gilt für Bleche, Platten und Bänder (einschließlich Ronden), stranggepresste Stangen und Profile<sup>1)</sup>, stranggepresste oder gezogene Rohre<sup>1)</sup> sowie Schmiedestücke aus Aluminium und Aluminiumlegierungen zum Bau von Druckbehältern, die bei Betriebstemperaturen innerhalb der in Abschnitt 2 angegebenen Temperaturgrenzen betrieben werden.

**1.2** Die Werkstoffe sind entsprechend dem Verwendungszweck auszuwählen, wobei die mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen zu berücksichtigen sind.

**1.3** Die grundlegenden Anforderungen an die Werkstoffe und an den Werkstoffhersteller sind im AD 2000-Merkblatt W 0 geregelt.

## 2 Geeignete Werkstoffe

Für den Bau von Druckbehältern können verwendet werden:

**2.1** Die in den Tafeln 1 und 2 aufgeführten Werkstoffe in den dort genannten Lieferzuständen und Anwendungsbereichen. Die aufgeführten Lieferzustände gelten jeweils nur für bestimmte Erzeugnisformen.

Für in den Tafeln 1 und 2 nicht genannte Abmessungen und Erzeugnisformen sowie im erweiterten Anwendungsbereich, wenn ihre Eignungsfeststellung<sup>2)</sup> vorliegt.

**2.2** Die in den Tafeln 1 und 2 aufgeführten Werkstoffe in abweichenden Zuständen, z. B. kaltverfestigt, wenn ihre Eignungsfeststellung<sup>2)</sup> vorliegt.

**2.3** Andere, nicht in Tafel 1 aufgeführte Werkstoffe, nach Eignungsfeststellung.

## 3 Anforderungen an die Werkstoffe

**3.1** Für die chemische Zusammensetzung, den Lieferzustand und die Güteeigenschaften der Werkstoffe nach Abschnitt 2.1 gelten die Tafeln 1 und 2. Die Angaben dieser Tafeln können von denen der dort genannten Normen abweichen.

**3.2** Die Anforderungen an die Werkstoffe nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 sowie an die Werkstoffe nach Abschnitt 2.1, Tafel 1 und 2 in den dort nicht erfassten Abmessungen, Erzeugnisformen und Anwendungsbereichen richten sich nach der von der zuständigen unabhängigen Stelle im Einvernehmen mit dem Werkstoffhersteller vorgenommenen Eignungsfeststellung, soweit sie nicht in Tafel 2 bereits festgelegt sind.

Die Bruchdehnung und Kerbschlagzähigkeit sollen die den Werkstoff kennzeichnenden Werte aufweisen. Die Bruchdehnung  $A$  soll in Querrichtung mindestens 14 % betragen. Bei kaltverfestigten Werkstoffen nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 kann dieser Wert für die Bruchdehnung unterschritten werden, wenn ausreichende Verformbarkeitseigenschaften (z. B. im Berstversuch) nachgewiesen werden.

**3.3** Für die Maßhaltigkeit gelten:

DIN EN 485-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bänder, Bleche und Platten – Teil 3: Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Erzeugnisse

DIN EN 485-4 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bänder, Bleche und Platten – Teil 4: Grenzabmaße und Formtoleranzen für kaltgewalzte Erzeugnisse

DIN EN 586-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Schmiedestücke – Teil 3: Grenzabmaße und Formtoleranzen

DIN EN 754-7 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Rohre – Teil 7: Nahtlose Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen

DIN EN 754-8 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Rohre – Teil 8: Mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen

1) Bei Rohren und Profilen, die über Brücken- und Kammerwerkzeuge gepresst werden, ist eine einmalige Eignungsfeststellung des Herstellungsverfahrens für jedes Lieferwerk erforderlich.

2) Eignungsfeststellung gemäß AD 2000-Merkblatt W 0, Abschnitt 3.2.1.

- DIN EN 755-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Teil 3: Rundstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen
- DIN EN 755-5 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Teil 5: Rechteckstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen
- DIN EN 755-6 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Teil 6: Sechskantstangen, Grenzabmaße und Formtoleranzen
- DIN EN 755-7 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Teil 7: Nahtlose Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen
- DIN EN 755-8 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Teil 8: Mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen
- DIN EN 755-9 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Teil 9: Profile, Grenzabmaße und Formtoleranzen
- DIN EN 941 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Ronden und Rondenvormaterial für allgemeine Anwendungen – Spezifikationen

## 4 Verarbeitung

Für die Verarbeitung und Wärmebehandlung gelten die AD 2000-Merkblätter der Reihe HP.

## 5 Prüfungen

An den einzelnen Erzeugnissen sind folgende Prüfungen nach den jeweils gültigen Normen unter Beachtung dieses Abschnittes durchzuführen:

### 5.1 Bleche, Platten und Bänder<sup>3)</sup>

#### 5.1.1 Schmelzenanalyse

#### 5.1.2 Zugversuch quer zur Walzrichtung

- (1) bei Blechdicken  $\leq 10$  mm an 10 %<sup>4)</sup> der Walztafeln, mindestens jedoch an einer Walztafel je Schmelze<sup>5)</sup>, Abmessung und gleicher Wärmebehandlung,
- (2) bei Blechdicken  $> 10$  mm und bei Werkstoffen nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 walztafelweise,
- (3) bei Bändern an jedem Band.

Bei unlegierten Aluminiumwerkstoffen ist die 1,0 %-Dehngrenze nachzuweisen<sup>6)</sup>. Für die Lage der Proben gilt DIN EN 485-1, Abschnitt 6.3.3.

**5.1.3** Kerbschlagbiegeversuch nach DIN EN ISO 148-1 (Radius der Hammerfinne 2 mm, KV<sub>2</sub>) an DVM-Proben nach DIN EN ISO 148-1 Beiblatt 1 quer zur Walzrichtung, 1 Satz (= 3 Einzelproben) je Erzeugnisform, Dicke, Schmelze und Wärmebehandlungslos, jedoch nur bei Werkstoffen, für die in den Tafeln 2 A und 2 B Anforderungen festgelegt sind. Bei den Werkstoffen EN AW-5754 und EN AW-5049 bei Dicken  $> 25$  mm, bei dem Werkstoff EN AW-5083 bei Dicken  $> 15$  mm. Bei Werkstoffen nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 entsprechend der Eignungsfeststellung der zuständigen unabhängigen Stelle. Die Probenahme erfolgt wie für den Zugversuch festgelegt.

#### 5.1.4 Maßprüfung und Besichtigung beider Oberflächen jedes Bleches oder Bandes.

### 5.2 Rohre und Hohlprofile, soweit sie nicht Mäntel von Druckbehältern sind

(s. Abschnitt 5.4)

#### 5.2.1 Schmelzenanalyse

**5.2.2** Zugversuch bis 200 mm Durchmesser in Längsrichtung, darüber, soweit möglich, in Querrichtung je Schmelze<sup>5)</sup>, Querschnittsabmessung und Prüfeinheit. Als Prüfeinheit gilt bei Liefermengen bis 100 Rohre die Liefermenge. Bei Liefermengen  $> 5$  t gilt als Prüfeinheit jede angefangene Menge von 5 t. Je Schmelze sind mindestens zwei Zugversuche erforderlich. Bei Rohren in Ringen (coils) gilt für Liefermengen bis 300 kg die Liefermenge als Prüfeinheit, bei größeren Mengen jede angefangene Menge von 300 kg. Bei unlegierten Aluminiumwerkstoffen ist die 1,0 %-Dehngrenze nachzuweisen<sup>6)</sup>. Für die Lage der Proben gilt DIN EN 754-1 bzw. DIN EN 755-1, jeweils Abschnitt 6.1.3.3.

3) Einschließlich der daraus gefertigten Ronden.

4) Bei unlegierten Aluminiumwerkstoffen kann der Prüfumfang auf 5 % gesenkt werden, wenn mit genügender statistischer Sicherheit der Nachweis erbracht ist, dass die Prüfergebnisse den Anforderungen entsprechen.

5) Bei kontinuierlichem Abgießen ist der Begriff Schmelze als Folge zeitlich unmittelbar nacheinander hergestellter Abgüsse aufzufassen.

6) Bei unlegierten Aluminiumwerkstoffen sind bis zum Vorliegen ausreichender Unterlagen über das Verhältnis 0,2/1,0 %-Dehngrenze beide Werte zu ermitteln.

**5.2.3** Kerbschlagbiegeversuch nach DIN EN ISO 148-1 (Radius der Hammerfinne 2 mm,  $KV_2$ ) an DVM-Proben nach DIN EN ISO 148-1 Beiblatt 1, soweit möglich in Querrichtung, 1 Satz (= 3 Einzelproben) je Erzeugnisform, Dicke, Schmelze und Wärmebehandlungslos, jedoch nur bei den Werkstoffen EN AW-5754 H112 und EN AW-5049 H112 für Dicken > 25 mm und bei dem Werkstoff EN AW-5083 H112 für Dicken > 15 mm sowie bei Werkstoffen nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 entsprechend der Eignungsfeststellung der zuständigen unabhängigen Stelle. Die Probenahme erfolgt wie für den Zugversuch festgelegt.

**5.2.4** Ringversuch an einem Ende jeder Herstellungslänge bei nahtlosen Rohren und Hohlprofilen, soweit der Betriebsüberdruck 25 bar und mehr beträgt. Bei Rohren unter 25 bar Betriebsüberdruck genügt der Ringversuch im Umfang des Zugversuches an einem Ende des Probenrohres.

Für den Ringversuch gilt:

Bis 18 mm Außendurchmesser (Nennmaß): Ringfaltversuch nach DIN EN ISO 8492. Hierbei wird der Abstand zwischen den beiden Druckplatten nach der in DIN EN ISO 8492 genannten Gleichung bestimmt mit dem Faktor  $c = 0,10$ .

Über 18 mm bis 146 mm Außendurchmesser (ausgenommen Sternprofile aus dem Werkstoff EN AW-6060 T4): Ringaufdornversuch nach DIN EN ISO 8495. Der Versuch kann bei einer Aufweitung von 30 % abgebrochen werden.

Bei Sternprofilen aus dem Werkstoff EN AW-6060 T4 in allen Abmessungen Aufweitversuch nach DIN EN ISO 8493. Der Versuch kann bei einer Aufweitung von 30 % abgebrochen werden.

Über 146 mm Außendurchmesser: Ringzugversuch nach DIN EN ISO 8496.

Kann der Ringzugversuch aufgrund der Querschnittsform nicht durchgeführt werden, ist als Ersatz ein anderer Versuch, z. B. Makroätzung, anzuwenden.

**5.2.5** Maßprüfung und Besichtigung der Außen- und, soweit möglich, auch der Innenoberfläche jedes Rohres und Hohlprofils.<sup>5)</sup>

**5.2.6** Wasserinnendruckversuch<sup>7)</sup> an allen nahtlosen Rohren und Hohlprofilen mit einem Prüfüberdruck von 50 bar. Der Prüfüberdruck darf jedoch nur so hoch gewählt werden, dass die 1,1-fache Sicherheit gegenüber der 0,2 %-Grenze bei Aluminiumlegierungen oder die 1,4-fache Sicherheit gegenüber der 1,0 %-Dehngrenze bei unlegierten Aluminiumwerkstoffen<sup>6)</sup> nicht unterschritten wird.

## 5.3 Stangen, Profile<sup>8)</sup> und Schmiedestücke

### 5.3.1 Schmelzenanalyse

**5.3.2** Zugversuch, soweit möglich, in Quer-(Tangential-)Richtung, je Schmelze<sup>5)</sup> und Abmessung für je 300 kg Rohgewicht. Für weitere Stücke gleicher Schmelze<sup>5)</sup> und Abmessung genügt eine Probe je 500 kg Liefergewicht, jedoch höchstens ein Zugversuch je Stück. Die Gleichmäßigkeit der Stücke ist durch Härteprüfung nachzuweisen. Bei unlegierten Aluminiumwerkstoffen ist die 1,0 %-Dehngrenze nachzuweisen<sup>6)</sup>. Für die Lage der Proben (Stangen und Profile) gilt DIN EN 755-1, Abschnitt 6.1.3.3.

**5.3.3** Kerbschlagbiegeversuch nach DIN EN ISO 148-1 (Radius der Hammerfinne 2 mm,  $KV_2$ ) an DVM-Proben nach DIN EN ISO 148-1 Beiblatt 1, soweit möglich, in Quer- (Tangential-) Richtung, 1 Satz (= 3 Einzelproben) je Erzeugnisform, Dicke, Schmelze und Wärmebehandlungslos, jedoch nur bei den Werkstoffen EN AW-5754 O/H111 und H112, EN AW-5049 O/H111 und H112 für Durchmesser > 50 mm oder flächengleiche Querschnitte, bei dem Werkstoff EN AW-5083 H112 für Durchmesser > 30 mm oder flächengleiche Querschnitte sowie bei Werkstoffen nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 entsprechend der Eignungsfeststellung der zuständigen unabhängigen Stelle. Die Probenahme erfolgt wie für den Zugversuch festgelegt.

**5.3.4** Maßprüfung und Besichtigung jedes Stückes.

## 5.4 Rohre als Mäntel für Druckbehälter<sup>9)</sup>

Rohre für Mäntel von Druckbehältern sind bis zu einem Außendurchmesser  $\leq 200$  mm oder einer Wanddicke  $\leq 10$  mm wie Rohre nach Abschnitt 5.2 zu prüfen.

Bei einem Außendurchmesser > 200 mm oder einer Wanddicke > 10 mm sind darüber hinaus Zugversuch und Kerbschlagbiegeversuch an 10 % der Rohre durchzuführen.

Bei Hohlkörpern für Betriebsüberdrücke > 80 bar ist eine Ultraschallprüfung in Anlehnung an DIN EN ISO 10893-10 auf Längs- und Querfehler über die ganze Länge der Bauteile durchzuführen.

5) Siehe Seite 3.

6) Siehe Seite 3.

7) Der Innendruckversuch kann mit anderen Prüfmedien durchgeführt oder im Einvernehmen mit der zuständigen unabhängigen Stelle durch ein gleichwertiges anerkanntes Prüfverfahren, z. B. Wirbelstromprüfung, ersetzt werden.

Bei nahtlosen Rohren und Hohlprofilen als Mäntel von Druckbehältern nach Abschnitt 5.4 einschließlich Stutzen kann der Wasserinnendruckversuch ersetzt werden durch die Druckprüfung nach AD 2000-Merkblatt HP 30 unter der Voraussetzung, dass die gesamte Außenoberfläche bei der Druckprüfung besichtigt werden kann.

8) Voll- und Hohlprofile nach DIN EN 755-1.

9) Werden hierfür nach Abschnitt 5.2 geprüfte Rohre verwendet, so können die fehlenden Prüfungen nachgeholt werden.

Es gelten folgende Zulässigkeitsklassen:

| Nennwanddicke $s$ [mm] | Zulässigkeitsklasse |
|------------------------|---------------------|
| $s \leq 2$             | U2A                 |
| $2 < s \leq 6$         | U2B                 |
| $s > 6$                | U2C                 |

Wenn bei Rohren mit einem äußeren Durchmesser über 200 mm eine 100%ige Ultraschallprüfung in Anlehnung an DIN EN ISO 10893-10 auf Längs- und Querfehler mit den oben angegebenen Zulässigkeitsklassen durchgeführt wurde, kann die Durchführung des Ringversuches nach Abschnitt 5.2.4 auf 10 % der Rohre beschränkt werden.

## 6 Kennzeichnung

Alle Erzeugnisse sind mit dem Zeichen des Herstellers, der Werkstoffsorte und dem Zustand, der Schmelzen-Nummer und dem Stempel der zuständigen unabhängigen Stelle und gegebenenfalls der Proben-Nummer zu kennzeichnen. Die Walzrichtung muss entweder aus der Form des Erzeugnisses oder der Ausrichtung der Kennzeichnung erkennbar sein. Bei Blechen ist die Kennzeichnung in Walzrichtung mit Rollenstempel oder quer zur Walzrichtung nahe einem Erzeugnisende anzubringen. Bei Blechbunden und Bandrollen kann die Kennzeichnung auf einem sicher angebrachten Anhänger erfolgen. Bei Rohren ist die Kennzeichnung zumindest an einem Ende dauerhaft anzubringen. Bei Rohren mit einem Außendurchmesser  $D \leq 51$  mm darf die Kennzeichnung durch einen Anhänger erfolgen. Bei Rohren mit einem äußeren Durchmesser  $< 100$  mm entfällt die Kennzeichnung mit der Schmelzen-Nummer. Rohre sind mit der Nummer des Ringversuches zu kennzeichnen.

Werden Rohre, Stangen oder Profile in Bündeln geliefert, so ist bei Rohren mit einem äußeren Durchmesser  $\leq 18$  mm und bei Stangen mit einer Dicke (Durchmesser, Kantenlänge, Schlüsselweite und Breite)  $\leq 25$  mm eine Sammelkennzeichnung am Bündel durch Anhängeschild zulässig.

Wenn nichts anderes vereinbart wurde, erfolgt die Kennzeichnung in der Regel durch Schlagstempel. Bei Blechen  $\leq 5$  mm Dicke und bei dünnwandigen Rohren ist nur eine Farb- oder anderweitige dauerhafte Stempelung zulässig. Im Falle der Kennzeichnung mit Farbe sind wasserunlösliche Farben zu verwenden. Eine Rollstempelung über die gesamte Länge ist zulässig.

## 7 Nachweis der Güteeigenschaften

Der Nachweis der Güteeigenschaften erfolgt für drucktragende Teile durch Werksbescheinigung, Werkszeugnis und/oder Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204. Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 sind durch die zuständige unabhängige Stelle auszustellen. Im Einzelnen gilt Folgendes:

**7.1** Die Schmelzenanalyse wird durch ein Werkszeugnis nachgewiesen<sup>10)</sup>.

**7.2** Der Innendruckversuch der Rohre wird durch eine Werksbescheinigung nachgewiesen<sup>10)</sup>.

**7.3** Über die mechanischen Eigenschaften, Besichtigung und Maßnachprüfung sind folgende Nachweise zu erbringen:

**7.3.1** Für unlegierte Aluminiumwerkstoffe nach Abschnitt 2.1 Abnahmeprüfzeugnis 3.1.

**7.3.2** Für die Aluminium-Knetlegierungen EN AW-3003, EN AW-3103, EN AW-6060, EN AW-5754, EN AW-5049 und EN AW-5083 nach Abschnitt 2.1 Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204. Es genügt ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1, wenn das Herstellerwerk der zuständigen unabhängigen Stelle den Nachweis ausreichender statistischer Sicherheit geführt hat und die Ergebnisse zur jederzeitigen Einsichtnahme bereitgehalten werden.

Der Übergang auf ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 ist dem Herstellerwerk zu bestätigen und kann im Einvernehmen mit der zuständigen unabhängigen Stelle auch abmessungsgruppenweise erfolgen. Wird hiervon Gebrauch gemacht, ist das Bestätigungsschreiben der zuständigen unabhängigen Stelle in den Abnahmeprüfzeugnissen 3.1 aufzuführen.

Die zuständige unabhängige Stelle soll sich in bestimmten Zeitabständen (etwa 1 bis 2 Jahre), sofern es nicht im Rahmen laufender eigener Abnahmeprüfungen geschieht, davon überzeugen, dass die Voraussetzungen erhalten geblieben sind.

**7.3.3** Für Werkstoffe nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204, soweit in der Eignungsfeststellung der zuständigen unabhängigen Stelle keine andere Festlegung getroffen ist.

## 8 Festigkeitskennwerte für die Berechnung

**8.1** Für die Berechnungskennwerte gilt Tafel 3. Die in Tafel 3 für den Temperaturbereich von  $-196$  °C oder  $-270$  °C bis  $+20$  °C angegebenen Berechnungskennwerte gelten auch für Druckbehälter, die unter klimatischen Bedingungen betrieben werden.

Bei Betriebstemperaturen  $> 20$  °C ist zwischen den angegebenen Werten linear zu interpolieren, wobei die Festigkeitskennwerte nach unten auf die Einerstelle abzurunden sind.

10) Diese Bestätigung kann auch im jeweils höheren Nachweis enthalten sein.

# AD 2000-Merkblatt

Seite 6 AD 2000-Merkblatt W 6/1, Ausg. 05.2016

Im Bereich der Langzeitwerte wird die Temperatur auf volle 5 °C aufgerundet. Die interpolierten Festigkeitskennwerte sind nach unten auf die Einerstelle abzurunden.

**8.2** Bei der Berechnung (Innendruckbeanspruchung) ist ein Sicherheitsbeiwert  $S = 1,5$  einzusetzen.

**Tafel 1 — Geeignete Werkstoffe; Zusammensetzung, Lieferzustand und Anwendungsbereich**

| EN-Kurzzeichen  | Zusammensetzung<br>entsprechend | Lieferzustände je nach<br>Erzeugnisform<br>(s. Tafel 2) | Anwendung im<br>Temperaturbereich |
|---|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| <b>A. Werkstoffe für allgemeine Anwendung</b>   |                                 |   |                                   |
| EN AW-1098  | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 100 °C                |
| EN AW-1080A   | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 100 °C                |
| EN AW-1070A   | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 100 °C                |
| EN AW-1050A   | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 300 °C                |
| EN AW-5754  | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 150 °C                |
| EN AW-5049  | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 250 °C                |
| EN AW-5083  | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 80 °C <sup>1)</sup>   |
| <b>B. Werkstoffe für bestimmte Anwendungen bei tiefen Temperaturen (s. Tafel 2 C)</b>   |                                 |   |                                   |
| EN AW-3003  | DIN EN 573-3                    | F, O  | –270 °C bis 50 °C <sup>1)</sup>   |
| EN AW-3103  | DIN EN 573-3                    | O/H111, H112  | –270 °C bis 50 °C <sup>1)</sup>   |
| EN AW-6060  | DIN EN 573-3                    | T4  | –196 °C bis 50 °C <sup>1)</sup>   |
| <sup>1)</sup> Kurzzeitige Temperaturüberschreitungen (z. B. beim Abtauen von Kälteanlagen) sind bis 150 °C zulässig, wenn der Druck bei einer Dauer bis zu 8 Stunden auf die Hälfte des Betriebsüberdruckes, bei einer Dauer bis zu 24 Stunden auf Atmosphärendruck gesenkt wird. |                                 |   |                                   |

Tafel 2 — Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperaturen (Mindestwerte)<sup>1)</sup>A. Halbzeug im Zustand weich<sup>2)</sup>

| Werkstoff                       | Erzeugnisform und Abmessungsgrenzen |                 |                                |                                  |                                     |                         | Mechanische Eigenschaften |                           |                         |                              |            |  |                                      |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|------------|--|--------------------------------------|
|                                 | Bleche <sup>3)</sup>                | Rohre           | Stangen                        |                                  |                                     |                         | 0,2 %-<br>Dehn-<br>grenze | 1,0 %-<br>Dehn-<br>grenze | Zug-<br>festig-<br>keit | Bruchdehnung A <sup>6)</sup> |            |  | Kerb-<br>schlag-<br>zähigkeit<br>DVM |
|                                 | Dicke<br>mm                         | Wanddicke<br>mm | Rund<br>Durch-<br>messer<br>mm | 4-kant<br>Seiten-<br>länge<br>mm | 6-kant<br>Schlüssel-<br>weite<br>mm | Rechteck<br>Dicke<br>mm | MPa                       | MPa                       | MPa                     | Bleche<br>%                  | Rohre<br>% | Stangen<br>(Rund-,<br>Flach-<br>usw.)<br>% | J/cm <sup>2</sup>                    |
| EN AW-1098 O/H111               | ≤ 5                                 | –               | 1 bis 30                       | 2 bis 30                         | 3 bis 30                            | 2 bis 6                 | –                         | 17                        | 40                      | 33                           | –          | 29   | –                                    |
| EN AW-1098 O/H111               | > 5 bis 20                          | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | –                         | 17                        | 40                      | 30                           | –          | –  | –                                    |
| EN AW-1080A O/H111              | ≤ 6                                 | 0,3 bis 16      | 2 bis 30                       | 2 bis 30                         | 3 bis 30                            | 2 bis 6                 | – <sup>4)</sup>           | 22                        | 60                      | 40                           | 27         | 27   | –                                    |
| EN AW-1080A H112                | ≤ 25                                | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 18                        | 22                        | 60                      | 21                           | –          | –  | –                                    |
| EN AW-1070A O/H111              | ≤ 6                                 | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | – <sup>4)</sup>           | 25                        | 60                      | 40                           | –          | –  | –                                    |
| EN AW-1070A H112                | ≤ 25                                | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 18                        | 25                        | 60                      | 21                           | –          | –  | –                                    |
| EN AW-1050A O/H111              | ≤ 25                                | 0,3 bis 16      | 2 bis 30                       | 2 bis 30                         | 3 bis 30                            | 2 bis 6                 | 20 <sup>4)</sup>          | 30                        | 65                      | 35                           | 25         | 25   | –                                    |
| EN AW-1050A H112                | ≤ 50                                | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 20                        | 30                        | 75                      | 20                           | –          | –  | –                                    |
| EN AW-5754 O/H111               | –                                   | 0,3 bis 10      | 2 bis 100                      | 2 bis 60                         | 3 bis 60                            | 2 bis 20                | 80                        | –                         | 180                     | –                            | 17         | 16   | 30                                   |
| EN AW-5754 O/H111               | ≤ 25                                | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 80                        | –                         | 190                     | 18                           | –          | –  | 30                                   |
| EN AW-5754 H112                 | 25 bis 50                           | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 80                        | –                         | 190                     | 14                           | –          | –  | 30                                   |
| EN AW-5049 O/H111               | –                                   | 0,3 bis 10      | –                              | –                                | –                                   | –                       | 80                        | –                         | 180                     | –                            | 17         | –  | 30                                   |
| EN AW-5049 O/H111               | ≤ 25                                | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 80                        | –                         | 190                     | 18                           | –          | –  | 30                                   |
| EN AW-5049 H112                 | 25 bis 50                           | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 80                        | –                         | 190                     | 14                           | –          | –  | 30                                   |
| EN AW-5083 O/H111 <sup>5)</sup> | ≤ 50                                | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 125                       | –                         | 275                     | 17                           | –          | –  | 25                                   |
| EN AW-5083 O/H111               | –                                   | bis 10          | bis 100                        | bis 100                          | bis 100                             | 2 bis 50                | 110                       | –                         | 270                     | –                            | 14         | 14   | 25                                   |
| EN AW-5083 H112                 | ≤ 30                                | –               | –                              | –                                | –                                   | –                       | 125                       | –                         | 275                     | 14                           | –          | –  | 25                                   |

1) Werte gelten für Längs- und Querrichtung.

2) Die Bezeichnung „weich“ bezieht sich auf einen Werkstoffzustand, der durch Weichglühen nach Kalt- und Warmformung oder ohne Weichglühen unmittelbar durch Warmumformung bei so hohen Umformungsgraden und -temperaturen erreicht wird, dass die gewährleisteten Eigenschaften der Tafel 2 A eingehalten werden.

3) Gilt auch für Bänder bis 10 mm.

4) Folgende Höchstwerte sind zu beachten: EN AW-1080A O/H111 max. 50 MPa, EN AW-1070A O/H111 max. 50 MPa, EN AW-1050A Bleche max. 55 MPa, Rohre, Stangen max. 60 MPa.

5) Bei einer Blechdicke ≤ 30 mm ist eine Brucheinschnürung ≥ 30 % und bei einer Blechdicke von > 30 mm bis ≤ 50 mm eine Brucheinschnürung von ≥ 20 % zu gewährleisten.

6) Abweichend von den Festlegungen in den entsprechenden DIN EN, die für Wanddicken ≤ 12,5 mm bis ≥ 3 mm eine Messlänge von 50 mm (A50) vorsehen, wird in diesem AD 2000-Merkblatt für diesen Dickenbereich generell eine Prüfung mit Proportionalstab (A) vorgeschrieben.

Tafel 2 (Fortsetzung)

B. Halbzeug im Zustand gepresst ohne anschließende Wärmebehandlung oder geschmiedet<sup>1)</sup>

| Werkstoff        | Erzeugnisform und Abmessungsgrenzen |                        |                        |                           |             |                                     |                      |                              | Mechanische Eigenschaften                             |                           |                           |                         |                       |                  |                             |  |   |
|------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------------|--|---|
|                  | Stangen                             |                        |                        |                           |             |                                     |                      | Strang-<br>press-<br>profile | Schmiede-<br>stücke<br>(Gesenk-<br>und Frei-<br>form) | 0,2 %-<br>Dehn-<br>grenze | 0,1 %-<br>Dehn-<br>grenze | Zug-<br>festig-<br>keit | Bruchdehnung $A^{4)}$ |                  |                             |  | Kerb-<br>schlag-<br>zähig-<br>keit<br>DVM |
|                  | Rohre                               | Rund                   | 4-kant                 | 6-kant                    | Rechteck    |                                     | Wand-<br>dicke       |                              |   |                           |                           |                         | Wand-<br>dicke        | Rohre            | Profile<br>Hohl-<br>profile | Stan-<br>gen<br>(Rund-,<br>Flach-<br>usw.) |   |
|                  | Wand-<br>dicke<br>mm                | Durch-<br>messer<br>mm | Seiten-<br>länge<br>mm | Schlüssel-<br>weite<br>mm | Dicke<br>mm | Quer-<br>schnitt<br>mm <sup>2</sup> | Wand-<br>dicke<br>mm | Wand-<br>dicke<br>mm         | MPa   | MPa                       | MPa                       | %                       | %                     | %                | %                           | J/cm <sup>2</sup>                          |   |
| EN AW-1098 H112  | 2,5 bis 35                          | –                      | –                      | –                         | –           | –                                   | –                    | –                            | –   | 17                        | 40                        | 27                      | –                     | –                | –                           | –  |   |
| EN AW-1080A H112 | 2,5 bis 35                          | 10 bis 250             | 10 bis 250             | 10 bis 250                | 2 bis 40    | 20 bis 8000                         | $\geq 1$             | –                            | –   | 22                        | 60                        | 25                      | 25                    | 25               | –                           | –  |   |
| EN AW-1050A H112 | 2,5 bis 35                          | 10 bis 250             | 10 bis 250             | 10 bis 250                | 2 bis 40    | 20 bis 8000                         | $\geq 1$             | $\leq 100$                   | 20  | 30                        | 70                        | 25                      | 25                    | 25               | 23                          | –  |   |
| EN AW-5754 H112  | 3 bis 35                            | 10 bis 250             | 10 bis 250             | 10 bis 250                | 2 bis 40    | 20 bis 8000                         | $\geq 1,5$           | $\leq 100$                   | 80  | –                         | 180                       | 15 <sup>3)</sup>        | 15 <sup>3)</sup>      | 15 <sup>3)</sup> | 15 <sup>3)</sup>            | 30   |   |
| EN AW-5049 H112  | 3 bis 35                            | 10 bis 250             | 10 bis 250             | 10 bis 250                | 2 bis 40    | 20 bis 8000                         | $\geq 1,5$           | –                            | 100   | –                         | 200                       | 14                      | 14                    | 14               | 14                          | 30   |   |
| EN AW-5083 H112  | 3,5 bis 35                          | 10 bis 250             | 10 bis 250             | 10 bis 250                | 2 bis 40    | 20 bis 8000                         | $\geq 1,7$           | –                            | 130   | –                         | 270                       | 14                      | 14                    | 14               | –                           | 20   |   |
| EN AW-5083 H112  | –                                   | –                      | –                      | –                         | –           | –                                   | –                    | $\leq 100$                   | 110   | –                         | 260                       | –                       | –                     | –                | 14                          | 20   |   |

1) Werte gelten für Längs- und Querrichtung.

2) Gesenkschmiedestücke, für Freiformschmiedestücke nur als Richtwerte.

3) Für die in diesem AD 2000-Merkblatt vorgesehenen Abmessungsbereiche sind die von den Normen abweichenden Werte statistisch gut gesichert. Die Bestellung kann daher nach den gültigen EN-Blättern erfolgen.

4) Abweichend von den Festlegungen in den entsprechenden DIN EN, die für Wanddicken  $\leq 12,5$  mm eine Messlänge von 50 mm (A50) vorsehen, wird in diesem AD 2000-Merkblatt generell eine Prüfung mit Proportionalstab (A) vorgeschrieben.



Tafel 2 (Fortsetzung)

## C. Halbzeug für bestimmte Anwendungen bei tiefen Temperaturen

| Werkstoff  | Erzeugnisformen und Abmessungsgrenzen |  |                                     |                               |                        |                                     |  | Mechanische Eigenschaften        |                                  |                                |                            |  |                          |  |
|--|---------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|--------------------------|--|
|  | Zustand                               | Verwendung                             | Bleche <sup>1)</sup><br>Dicke<br>mm | Rohre<br>Wand-<br>dicke<br>mm | Durch-<br>messer<br>mm | Rechteck-<br>Stangen<br>Dicke<br>mm | Strang-<br>press-<br>profile<br>Wand-<br>dicke<br>mm | 0,2 %-<br>Dehn-<br>grenze<br>MPa | 1,0 %-<br>Dehn-<br>grenze<br>MPa | Zug-<br>festig-<br>keit<br>MPa | Bruchdehnung <sup>7)</sup> |  |                          | Kerb-<br>schlag-<br>zähig-<br>keit<br>DVM<br>J/cm <sup>2</sup> |
| EN AW-3003 F <sup>2)</sup><br>EN AW-3003 O <sup>3)</sup> | gezogen<br>geglüht                    | Rahmen für<br>Plattenverdampfer        | –<br>–                              | –<br>–                        | –<br>–                 | 5 bis 40<br>5 bis 40                | 40<br>40   | (150) <sup>2)</sup><br>35        | –<br>–                           | (160) <sup>2)</sup><br>95      | –<br>–                     | (12) <sup>2)</sup><br>21   | (12) <sup>2)</sup><br>21 | –<br>–   |
| EN AW-3103 H112<br>EN AW-3103 O                          | gepresst<br>weich                     | Wärmetauscher<br>Wärmetauscher         | –<br>–                              | 1 bis 2,5<br>1 bis 2,5        | bis 20<br>bis 20       | –<br>–                              | –<br>–   | 35<br>35                         | –<br>–                           | 95<br>95                       | 17<br>22                   | –<br>–   | –<br>–                   | –<br>–   |
| EN AW-3103 O <sup>1)</sup><br>EN AW-3003 O <sup>1)</sup> | weich<br>weich                        | Plattenverdampfer<br>Plattenverdampfer | 0,35 bis 6,0<br>0,35 bis 6,0        | –<br>–                        | –<br>–                 | –<br>–                              | –<br>–   | 35<br>35                         | –<br>–                           | 90<br>100                      | –<br>–                     | 18 <sup>4)</sup> 23 <sup>5)</sup><br>18 <sup>4)</sup> 23 <sup>5)</sup> | –<br>–                   | –<br>–   |
| EN AW-6060 T4  | kalt-<br>aus-<br>gehärtet             | Sternprofile für<br>Kaltvergaser       | –                                   | –                             | –                      | –                                   | 1 bis 10   | 65 <sup>6)</sup>                 | –                                | 130                            | –                          | 15   | –                        | –  |

1) Bleche und Bänder, auch lotplattiert. Bei Verarbeitung durch Hartlöten sind die im VdTÜV-Werkstoffblatt 387 getroffenen Regelungen zu beachten.  
2) Anlieferungs- und Montagezustand vor dem Hartlöten, kein Abnahmestand.  
3) Abnahmestand: Wärmeeinfluss beim Hartlöten simuliert durch Glühen 600 °C/1 h.  
4) Für Dicken ≤ 0,8 mm und Messlänge 50 mm.  
5) Für Dicken > 0,8 mm und Messlänge 50 mm.  
6) Gilt auch für nicht vollbeanspruchte Schweißverbindungen.  
7) Abweichend von den Festlegungen in den entsprechenden DIN EN, die für Wanddicken ≤ 12,5 mm bis ≥ 3 mm eine Messlänge von 50 mm (A50) vorsehen, wird in diesem AD 2000-Merkblatt für diesen Dickenbereich generell eine Prüfung mit Proportionalstab (A) vorgeschrieben.

# AD 2000-Merkblatt

Seite 10 AD 2000-Merkblatt W 6/1, Ausg. 05.2016

**Tafel 3 — Berechnungskennwerte in MPa und Elastizitätsmodul in GPa**

| Werkstoff und Zustand                      | Kennwert              | Berechnungstemperatur in °C |     |       |     |     |     |      |
|--|-----------------------|-----------------------------|-----|-------|-----|-----|-----|------|
|  |                       | –270 <sup>6)</sup> bis 20   | 50  | 100   | 150 | 200 | 250 | 300  |
| EN AW-1098 O/H111 und H112                 | $R_{p1,0}$            | 17                          | 15  | 13    | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-1080A O/H111 und H112                | $R_{p1,0}$            | 22                          | 20  | 18    | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-1070A O/H111 und H112                | $R_{p1,0}$            | 25                          | 23  | 20    | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-1050A O/H111 und H112                | $R_{p1,0}$            | 30                          | 29  | 27    | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-1050A O/H111 und H112                | $R_{m/100000 \theta}$ | –                           | –   | 27    | 18  | 11  | 8   | (3)  |
| EN AW-3003 O/H111 <sup>2)5)</sup>          | $R_{p0,2}$            | 35                          | 35  | –     | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-3103 O/H111 und H112                 | $R_{p0,2}$            | 35                          | 35  | –     | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-6060 T4                              | $R_{p0,2}$            | 65                          | 65  | –     | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-5754 O/H111 und H112                 | $R_{p0,2}$            | 80                          | 80  | 70    | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-5754 O/H111 und H112                 | $R_{m/100000 \theta}$ | –                           | –   | (80)  | 45  | –   | –   | –    |
| EN AW-5049 O/H111 und H112                 | $R_{p0,2}$            | 80                          | 80  | 70    | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-5049 O/H111 und H112                 | $R_{m/100000 \theta}$ | –                           | –   | (100) | 48  | 22  | 16  | –    |
| EN AW-5049 H112 <sup>1)</sup>              | $R_{p0,2}$            | 100                         | 100 | 90    | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-5049 H112 <sup>1)</sup>              | $R_{m/100000 \theta}$ | –                           | –   | (120) | 60  | 25  | 20  | –    |
| EN AW-5083 O/H111 und H112 <sup>2)</sup>   | $R_{p0,2}$            | 125                         | 125 | (120) | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-5083 H112 <sup>3)</sup>              | $R_{p0,2}$            | 130                         | 130 | (120) | –   | –   | –   | –    |
| EN AW-5083 O/H111 und H112 <sup>4)5)</sup> | $R_{p0,2}$            | 110                         | 110 | (120) | –   | –   | –   | –    |
| Elastizitätsmodul                          | E                     | 70                          | 69  | 68    | 66  | 63  | 57  | (50) |

1) Die Berechnungskennwerte gelten auch für geschweißte Bauteile, da der Werkstoff nicht im verfestigten Zustand vorliegt.

2) Bleche, weich und warmgewalzt nach DIN EN 485-2.

3) Rohre, Stangen, Profile, gepresst nach DIN EN 755-2.

4) Schmiedestücke nach DIN EN 586-2.

5) Rohre, Stangen, Profile, weich nach DIN EN 755-2.

6) Für den Werkstoff EN AW-6060 gilt –196 °C bis 20 °C.



---

Herausgeber:



Verband der TÜV e.V.

E-Mail: [berlin@vdtuev.de](mailto: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](mailto:kundenservice@beuth.de)  
[www.beuth.de](http://www.beuth.de)