

# AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe März 2009

|   |                  |                                  |
|---|------------------|----------------------------------|
| <b>Werkstoffe<br/>für Druckbehälter</b> | <b>Stahlguss</b> | <b>AD 2000-Merkblatt<br/>W 5</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 G1.

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.

Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau e.V. (FDBR), 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

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 0 Präambel                        | 5 Prüfung  |
| 1 Geltungsbereich                 | 6 Kennzeichnung  |
| 2 Geeigneter Stahlguss            | 7 Art der Prüfbescheinigung  |
| 3 Anforderungen an die Werkstoffe | 8 Kennwerte für die Bemessung  |
| 4 Wärmebehandeln und Schweißen    | Anhang 1: Höchstzulässige Anzeigenmerkmale bei der Durchstrahlungsprüfung RT |

## 0 Präambel

Zur Erfüllung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Druckgeräte-Richtlinie 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 Druckgeräte-Richtlinie 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 Stahlguss zum Bau von Druckbehältern und Druckbehälterteilen, die bei Betriebstemperaturen sowie bei Umgebungstemperaturen herab bis  $-10\text{ °C}$  und bis zu den in Abschnitt 2 und 3 genannten oberen Temperaturgrenzen betrieben werden. Bei Betriebstemperaturen unter  $-10\text{ °C}$  gilt zusätzlich AD 2000-Merkblatt W 10.

**1.2** Für Gehäuse von Ausrüstungsteilen gilt AD 2000-Merkblatt A 4.

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

## 2 Geeigneter Stahlguss

Es dürfen folgende Stahlgussorten verwendet werden:

**2.1** Ferritischer Stahlguss GE200 (1.0420), GE240 (1.0446) und G20Mn5 (1.6220) nach DIN EN 10293 in den Anwendungsgrenzen der Tafel 3.

**2.2** Stahlguss für die Verwendung bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen nach DIN EN 10213, jedoch nur die Güten GP240GH (1.0619), G20Mo5 (1.5419), G17CrMo5-5 (1.7357), G17CrMo9-10 (1.7379), G17CrMoV5-10 (1.7706), GX8CrNi12 (1.4107) und GX23CrMoV12-1 (1.4931) bis zu den in der Norm genannten Wanddicken<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Diese Wanddicken können im Einvernehmen mit der zuständigen unabhängigen Stelle erhöht werden. Die Stahlgussorte GP240GH darf jedoch im normalgeglühten Zustand nur bis 100 mm Wanddicke verwendet werden.

Ersatz für Ausgabe Juli 2003; vollständig überarbeitet

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

**2.3** Stahlguss für die Verwendung bei tiefen Temperaturen nach DIN EN 10213, jedoch nur die Güten G17Mn5 (1.1131), G20Mn5 (1.6220), G9Ni10 (1.5636) und G9Ni14 (1.5638) bis zu den in der Norm genannten Wanddicken<sup>1)</sup>, sowie GX3CrNi13-4 (1.6983) in Verbindung mit VdTÜV-Werkstoffblatt 452.

**2.4** Kaltzäher Stahlguss G10Ni6 (1.5621), G26CrMo4 (1.7221) und GX6CrNi18-10 (1.6902) nach Stahl-Eisen-Werkstoffblatt (SEW) 685 bis zu einer Temperatur<sup>2)</sup> von 50 °C.

**2.5** Anderer ferritischer oder martensitischer Stahlguss nach Eignungsfeststellung durch die zuständige unabhängige Stelle. Dabei sind auch die Anwendungsgrenzen, Anforderungen, Prüfmaßgaben, Kennzeichnung und Hinweise zur Weiterverarbeitung (z. B. Wärmebehandeln, Schweißen) anzugeben. Der Stahlguss soll die den Werkstoff kennzeichnenden Werte aufweisen und mindestens jedoch folgenden Bedingungen genügen:

- Bruchdehnung A bei Raumtemperatur  $\geq 15 \%$ ,
- Kerbschlagarbeit bei tiefster Betriebstemperatur jedoch nicht höher als  $20 \text{ °C} \geq 27 \text{ J}$  an der V-Probe nach DIN EN 10045-1.

Dabei wird ein zähes Bruchverhalten vorausgesetzt. Die Ergebnisse zusätzlicher Spröbruchuntersuchungen im Rahmen der Eignungsfeststellung können andere Mindestwerte rechtfertigen.

**2.6** Austenitische Stahlgussorten nach DIN EN 10213, jedoch nur die Güten GX5CrNi19-10 (1.4308), GX5CrNiNb19-11 (1.4552), GX5CrNiMo19-11-2 (1.4408) und GX5CrNiMoNb19-11-2 (1.4581), bis zu den Temperaturen, für die in Tafel 2 dieser Norm Mindestwerte der Dehngrenzen angegeben sind, wobei die Angaben über die Korrosionsbeständigkeit in DIN EN 10213, Tabelle A.1, zu beachten sind. Soweit für die Stahlgussorte 1.4408 eine Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion erforderlich ist, soll die Anwendungstemperatur 300 °C nicht überschreiten. Für Schleudergussstücke gilt zusätzlich das VdTÜV-Werkstoffblatt 286.

**2.7** Anderer austenitischer Stahlguss nach Eignungsfeststellung durch die zuständige unabhängige Stelle. Dabei sind auch die Anwendungsgrenzen, Anforderungen, Prüfmaßgaben, Kennzeichnung und Hinweise zur Weiterverarbeitung (z. B. Wärmebehandeln, Schweißen) anzugeben. Der Stahlguss soll die den Werkstoff kennzeichnenden Werte aufweisen und mindestens jedoch folgenden Bedingungen genügen:

beutung (z. B. Wärmebehandeln, Schweißen) anzugeben. Der Stahlguss soll die den Werkstoff kennzeichnenden Werte aufweisen und mindestens jedoch folgenden Bedingungen genügen:

- Bruchdehnung A bei Raumtemperatur  $\geq 20 \%$ ,
- Kerbschlagarbeit bei tiefster Betriebstemperatur jedoch nicht höher als  $20 \text{ °C} \geq 35 \text{ J}$  an der V-Probe nach DIN EN 10045-1.

**2.8** Für anderen Stahlguss nach Abschnitt 2.5 und 2.7 sind die Warmstreckgrenze und gegebenenfalls die Langzeit-Warmfestigkeitswerte durch den Hersteller unter Festlegung der Richtanalyse und Wärmebehandlung nachzuweisen.

## 3 Anforderungen an die Werkstoffe

**3.1** Für die allgemeinen Anforderungen an Stahlgussstücke gelten zusätzlich zu den Werkstoffnormen DIN EN 1559-1 und -2.

### 3.2 Gütestufen

Nach den unterschiedlichen Anforderungen an äußere und innere Beschaffenheit von Gussteilen wird Stahlguss in Gütestufen entsprechend Tafel 1 geliefert. Tafel 1 enthält die Zuordnung der Gütestufe zu der maximal zulässigen Temperatur und dem maximal zulässigen Druck, soweit keine höherwertige Gütestufe aufgrund besonderer Betriebsbedingungen erforderlich ist. Fallen Druck und Temperatur nicht in dieselbe Stufe, so ist die Stufe mit den höheren Anforderungen maßgebend.

Die anzuwendenden Normen für die zerstörungsfreie Prüfung enthält Tafel 1.

## 4 Wärmebehandeln und Schweißen

**4.1** Für die Wärmebehandlung gelten die Angaben in DIN EN 10213 oder in den entsprechenden Werkstoffblättern.

<sup>1)</sup> Siehe Seite 1.

<sup>2)</sup> Definition der Wandtemperatur und Betriebstemperatur siehe AD 2000-Merkblatt B 0, Abschnitt 5.

**Tafel 1.** Zuordnung der Gütestufen

| Gütestufe       | zulässige<br>maximale<br>Temperatur | zulässiger<br>maximaler Druck | Gütestufen<br>zulässige Anzeigenmerkmale |                  |                  |                  |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|
|                 | °C                                  | bar                           | PT <sup>2)</sup>                         | MT <sup>3)</sup> | RT <sup>4)</sup> | UT <sup>5)</sup> |
| 1 <sup>1)</sup> | Anschweißenden                      |                               | SP1,CP1                                  | SM1              | 1                | 1                |
| 2               | > 450                               | > 80                          | SP2,CP2,LP2,AP2                          | SM2,LM2,AM2      | 2                | 2                |
| 3               | > 400 bis ≤ 450                     | > 32 bis ≤ 80                 | SP3,CP3,LP3,AP3                          | SM3,LM3,AM3      | 3                | 3                |
| 4               | ≤ 400                               | ≤ 32                          | SP4,CP4,LP4,AP4                          | SM4,LM4,AM4      | 4                | 4                |

1)

Bei der Oberflächenprüfung sind lineare Anzeigen oder in Reihe angeordnete Anzeigen unzulässig.

2)

Eindringprüfung PT nach DIN EN 1371-1 oder DIN EN 1371-2

3)

Magnetpulverprüfung MT nach DIN EN 1369

4)

Durchstrahlungsprüfung RT nach DIN EN 12681/Zulässigkeitskriterien nach Anhang 1 zu diesem AD 2000-Merkblatt

5)

Ultraschallprüfung UT nach DIN EN 12680-2

**4.2** Für das Schweißen gelten die Festlegungen in DIN EN 10213 Abschnitt 6.2.

Die Schweißverfahren sind durch die zuständige unabhängige Stelle nach DIN EN ISO 11970 anzuerkennen. Alle Prüfungen nach Tabelle 1 in DIN EN ISO 11970 sind durchzuführen. Dabei gilt folgendes:

- Härteprüfung nicht bei Stahlgussorten der Gruppen F und G.
- Biegeprüfung an zwei Seitenbiegeproben SBB nach DIN EN 910. Es gelten die Anforderungen entsprechend Abs. 7.4.3 der DIN EN ISO 15614-1.
- Prüfung auf IK-Beständigkeit nach DIN EN ISO 3651-2 bei Stahlgussorten der Gruppen F und G, sofern Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion verlangt wird.
- Bestimmung des Ferritgehaltes bei Stahlgussorten der Gruppe G.
- Zugversuch und Kerbschlagbiegeversuch am Grundwerkstoff, soweit für den Grundwerkstoff keine Prüfbescheinigungen entsprechend den zutreffenden AD 2000-Merkblättern der Reihe W vorliegen.

Die Ergebnisse der zerstörungsfreien Prüfungen müssen den Anforderungen der Gütestufe 1 entsprechen. Risse und Flankenbindefehler sind unzulässig. Andere Fehler sind in den in AD 2000-Merkblatt HP 5/3 genannten Grenzen zulässig.

## 5 Prüfung

**5.1** Stahlgussteile nach den Abschnitten 2.1 bis 2.4 und 2.6 sind nach den dort genannten Normen bzw. Werkstoffblättern zu prüfen. Die Prüfungen sind schmelzenweise so durchzuführen, dass jeweils die Teile gleicher Wärmebehandlung zusammengefasst werden. Das Höchstgewicht der Prüfeinheit für den Kerbschlagbiegeversuch und Zugversuch beträgt 2500 kg. Überschießende Mengen bis zu 1250 kg sind jeweils der vorhergehenden Prüfeinheit zuzuschlagen. Stahlgussteile mit einem Stückgewicht > 1000 kg sind einzeln zu prüfen.

Bei austenitischen Stahlgussteilen ist zusätzlich zur 1,0 %-Dehngrenze die 0,2 %-Dehngrenze zu ermitteln. Die Anforderung ist 25 MPa niedriger als die Anforderung an die 1,0 %-Dehngrenze.

**5.2** Bei Stahlguss nach den Abschnitten 2.5 und 2.7 werden die Prüfmaßgaben bei der Eignungsfeststellung festgelegt.

**5.3** Alle Gussstücke sind auf ihre äußere Beschaffenheit zu besichtigen. Sicherheitstechnisch wichtige Maße sind nachzuprüfen. Die chemische Zusammensetzung ist als Schmelzenanalyse zu ermitteln.

**5.4** Alle vergüteten Stahlgussteile sind bei schmelzenweiser Prüfung einer vergleichenden Härteprüfung zu unterziehen. Das Ergebnis der Härteprüfung muss eine gleichmäßige Vergütung erkennen lassen (der Härteunterschied darf zwischen dem härtesten und weichsten geprüften Teil der Prüfeinheit nicht größer als 30 HB sein).

**5.5** Wenn besondere Betriebsverhältnisse vorliegen, können zur Feststellung der Dichtheit der Wandungen und zur Prüfung auf Fehler im Gussstück Dichtheitsprüfungen durchgeführt werden. Art und Umfang der Prüfungen sind bei der Bestellung zu vereinbaren.

**5.6** Die Gussstücke sind einer zerstörungsfreien Prüfung gemäß Abschnitt 3 zum Nachweis der Gütestufen zu unterziehen. Das Prüfpersonal der zerstörungsfreien Prüfung muss für die in Tafel 1 genannten Prüfverfahren nach DIN EN 473 zertifiziert sein.

Der Prüfungsumfang richtet sich nach Tafel 2 dieses AD 2000-Merkblattes. Gussstücke mit Stückgewichten > 1000 kg sind einzeln zu prüfen.

Bei Schweißungen erfolgt die Durchstrahlungsprüfung nach DIN EN 1435 Klasse B.

**5.7** Bei austenitischen Gussstücken nach DIN EN 10213 erfolgt die Prüfung auf Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion nach DIN EN ISO 3651-2 je Schmelze und Wärmebehandlungslos. Auf diese Prüfung kann im Einvernehmen mit dem Besteller/Betreiber verzichtet werden.

## 6 Kennzeichnung

Die Gussstücke sind mindestens mit

- Zeichen des Herstellers,
- Werkstoffbezeichnung,
- Schmelzenummer,
- Zeichen der zuständigen unabhängigen Stelle bzw. des Abnahmebeauftragten bei Lieferungen mit Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204

dauerhaft zu kennzeichnen.

**Tafel 2.** Prüfungsumfang zum Nachweis der Gütestufe

| Gütestufe | Prüfungsumfang bezogen auf die Stückzahl   |
|-----------|--|
| 1         | 100 %  |
| 2         | 100 %  |
| 3         | 1. Prototyp: 100 %<br>2. Vorserie: Mindestens an 10 Teilen 100 %<br>3. Serie: An den aus der Vorserie erkannten kritischen Bereichen 100 %; werden an der Vorserie keine kritischen Bereiche erkannt, jedoch an 10 % der Teile an allgemein gießtechnisch schwierigen Stellen. Die Oberflächenprüfung erfolgt an allen Teilen. |
| 4         | 1. Prototyp: 100 %<br>2. Serie: Stichprobenweise Prüfung der am Prototyp erkannten kritischen Bereiche oder der allgemein gießtechnisch schwierigen Stellen. Die Oberflächenprüfung erfolgt an allen Teilen.   |

## 7 Art der Prüfbescheinigung

Die Güteeigenschaften sind wie folgt nachzuweisen:

**7.1** Bei Stahlguss nach Abschnitt 2.1 durch Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204.

**7.2** Bei Stahlguss nach den Abschnitten 2.2 bis 2.4 ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 erforderlich. Für die Stahlgussorte GP240GH genügt ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204, sofern das Stückgewicht höchstens 500 kg beträgt.

**7.3** Bei Stahlguss nach Abschnitt 2.6 durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204. Bei Stückgewichten < 200 kg genügt ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204.

**7.4** Bei Stahlguss nach den Abschnitten 2.5 und 2.7 entsprechend den Festlegungen bei der Eignungsfeststellung.

**7.5** Der Hersteller hat mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 zu bestätigen<sup>3)</sup>, dass für die geforderten Gütestufen die Forderungen nach den zutreffenden Normen und der Tafel 1 erfüllt sind. Erfolgt der Nachweis der Güteeigenschaften durch Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204, sind die Ergebnisse der zerstörungsfreien Prüfung von Anschweißenden sowie von Gussstücken der Gütestufen 1 und 2 von der zuständigen unabhängigen Stelle abschließend zu beurteilen. Bei Durchstrahlungsprüfungen erfolgt die Beurteilung zu 100 % durch die zuständige unabhängige Stelle, bei der Ultraschallprüfung und Oberflächenprüfung führt sie an 10 % der Gussstücke eine Nachprüfung durch.

**7.6** Inhalt der Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204

Die Abnahmeprüfzeugnisse müssen die in den Technischen Lieferbedingung/Normen geforderten Angaben enthalten. Außerdem ist in jedem Abnahmeprüfzeugnis die der Lieferung zugrunde liegende Technische Lieferbedingung/Norm (z. B. DIN EN 10213) und Technische Regel (AD 2000-Merkblatt W 5) anzugeben.

## 8 Kennwerte für die Bemessung

**8.1** Bei Stahlguss nach Abschnitt 2.1 gelten die Werte der Tafel 3.

**8.2** Bei Stahlguss nach den Abschnitten 2.2 und 2.3 mit Ausnahme der Sorte GX3CrNi13-4 gelten die in DIN EN 10213 festgelegten Werte. Für Stahlguss GX3CrNi13-4 gelten die im VdTÜV-Werkstoffblatt 452 festgelegten Werte.

**8.3** Bei Stahlguss nach Abschnitt 2.4 gelten die in SEW 685 festgelegten Werte.

**8.4** Bei Stahlguss nach Abschnitt 2.6 gelten die in DIN EN 10213 festgelegten Werte, wobei für die Berechnung diese Werte um 25 MPa abzusenken sind (siehe hierzu DIN EN 10213 Tabelle 3 Fußnote b). Für austenitischen Schleuderguss gelten die im VdTÜV-Werkstoffblatt 282 festgelegten Werte.

**8.5** Bei Stahlguss nach den Abschnitten 2.5 und 2.7 gelten die bei der Eignungsfeststellung festgelegten Werte.

**8.6** Die in Werkstoffspezifikationen oder Eignungsfeststellungen für 20 °C angegebenen Festigkeitskennwerte gelten bis 50 °C, die für 100 °C angegebenen Werte bis 120 °C. In den übrigen Bereichen ist zwischen den angegebenen Werten linear zu interpolieren (z. B. für 80 °C zwischen 20 °C und 100 °C und für 180 °C zwischen 150 °C und 200 °C), wobei eine Aufrundung nicht zulässig ist. Für Werkstoffe mit Einzelgutachten gilt die Interpolationsregel nur bei hinreichend engem Abstand<sup>4)</sup> der Stützstellen.

<sup>3)</sup> Diese Bestätigung kann auch im jeweils höheren Nachweis enthalten sein.

<sup>4)</sup> In der Regel wird hierunter ein Temperaturabstand von 50 K im Bereich der Warmstreckgrenze von 10 K im Bereich der Zeitstandfestigkeit verstanden.

**Tafel 3.** Anwendungsgrenzen und Kennwerte für die Bemessung für Stahlguss nach Abschnitt 2.1

| Stahlgussorte | Wanddicke<br>mm | Kennwerte K bei Berechnungstemperatur |               |               |               |               |                             |                             |
|---------------|-----------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
|               |                 | 20 °C<br>MPa                          | 100 °C<br>MPa | 150 °C<br>MPa | 200 °C<br>MPa | 250 °C<br>MPa | 300 <sup>1)</sup> °C<br>MPa | 350 <sup>1)</sup> °C<br>MPa |
| GE200         | ≤ 100           | 200                                   | 181           | 167           | 157           | 137           | 118                         | –                           |
| GE240         | ≤ 100           | 230                                   | 216           | 196           | 176           | 157           | 137                         | –                           |
| G20Mn5+N      | ≤ 30            | 300                                   | 216           | 205           | 197           | 193           | 186                         | 178                         |
|               | > 30 bis ≤ 100  | 260                                   | 184           | 173           | 166           | 161           | 154                         | 146                         |
| G20Mn5+QT     | ≤ 100           | 300                                   | 216           | 205           | 197           | 193           | 186                         | 178                         |

<sup>1)</sup> Auch für beheizte Teile darf die Berechnungstemperatur 300 °C bzw. 350 °C nicht überschreiten.  
AD 2000-Merkblatt B 0 Tafel 1 ist zu beachten.

AD 2000-Merkblatt

Anhang 1 zum AD 2000-Merkblatt W 5

Tafel A 1 Höchstzulässige Anzeigenmerkmale bei der Durchstrahlungsprüfung RT

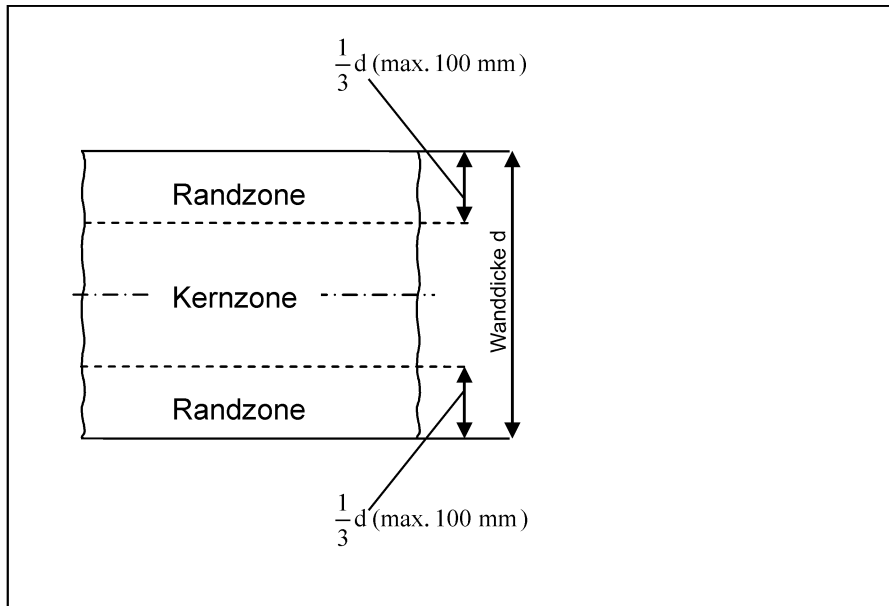
| Art                             | Fehler                                   |   | Beurteilung<br>nach ASTM <sup>1)</sup> | Höchstzulässige Fehler für Gütestufen                    |  |  |  |
|---------------------------------|--|---|--|--|--|--|--|
|                                 | Kennbuchstabe<br>nach ASTM <sup>1)</sup> | bei Wanddicken<br>in mm                       |  | 1  | 2 <sup>2)</sup>  | 3 <sup>2)</sup>  | 4 <sup>2)</sup>  |
| Gasblasen                       | A  | bis 51<br>über 51 bis 114<br>über 114 bis 305 | E446<br>E186<br>E280                   | A1<br>A1<br>A1   | A3<br>A3<br>A3   | A3<br>A3<br>A3   | A4<br>A4<br>A4   |
| Nichtmetallische<br>Einschlüsse | B  | bis 51<br>über 51 bis 114<br>über 114 bis 305 | E446<br>E186<br>E280                   | B1<br>B1<br>B1   | B3<br>B3<br>B3   | B3<br>B3<br>B3   | B4<br>B4<br>B4   |
| Lunker                          | C  | bis 51<br>über 51 bis 114<br>über 114 bis 305 | E446<br>E186<br>E280                   | Ca1, Cb1,<br>Cc1, Cd1,<br>Ca1, Cb1, Cc1<br>Ca1, Cb1, Cc1 | Ca2, Cb2,<br>Cc2, Cd2,<br>Ca2, Cb2, Cc2<br>Ca2, Cb2, Cc2 | Ca3, Cb3,<br>Cc3, Cd3,<br>Ca3, Cb3, Cc3<br>Ca3, Cb3, Cc3 | Ca4, Cb4,<br>Cc4, Cd4,<br>Ca4, Cb4, Cc4<br>Ca4, Cb4, Cc4 |
| Risse                           | D + E                                    |   |  | unzulässig   | unzulässig <sup>3)</sup>                                 | unzulässig <sup>3)</sup>                                 | unzulässig <sup>3)</sup>                                 |
| Kernstützen und<br>Kühleisen    | F  | bis 51<br>über 51 bis 114<br>über 114 bis 305 | E446<br>E186<br>E280                   | unzulässig<br>unzulässig<br>unzulässig                   | unzulässig<br>unzulässig<br>unzulässig                   | unzulässig<br>unzulässig<br>unzulässig                   | F1 <sup>4)</sup><br>F1 <sup>4)</sup><br>F1 <sup>4)</sup> |

<sup>1)</sup> Titel: ASTM-E446 – Reference radiographs for steel castings up to 2 in. (51 mm) in thickness,  
ASTM-E186 – Reference radiographs for heavy walled (2 to 4 ½ in. (51 to 114 mm)) steel castings sowie  
ASTM-E280 – Reference radiographs for heavy walled (4 ½ to 12 in. (114 to 305 mm)) steel castings.

<sup>2)</sup> Wenn z. B. durch Ultraschallprüfungen nachgewiesen wird, dass sich Fehler in der Kernzone (siehe Bild A 1) befinden, so gelten die Angaben für die zahlenmäßig höhere Gütestufe (z. B. 3 statt 2), sofern in der Bestellung nichts Gegenteiliges festgelegt ist.

<sup>3)</sup> Sofern nicht durch bruchmechanische Untersuchungen die Unbedenklichkeit der Risse nachgewiesen wird.

<sup>4)</sup> Kernstützen dürfen vorhanden sein, müssen jedoch rissfrei an der Oberfläche verschweißt werden.



**Bild A 1:** Wandeinteilung in Zonen  
(Die Einteilung bezieht sich auf die Dicke  $d$  des fertigen Gussstückes)

# AD 2000-Merkblatt

– Leerseite –

---

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  
[info@beuth.de](mailto:info@beuth.de)  
[www.beuth.de](http://www.beuth.de)