

# AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe November 2015

<b>Werkstoffe für Druckbehälter</b>	<b>Gusseisenwerkstoffe Gusseisen mit Lamellengraphit (Grauguss), unlegiert und niedriglegiert</b>	<b>AD 2000-Merkblatt W 3/1</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 Prüfungen .....	3
4 Gussstückbeschaffenheit.....	3
5 Kennzeichnung .....	3
6 Nachweis der Güteeigenschaften .....	3
7 Kennwerte für die Bemessung.....	4
Anhang 1: Hinweis zu Abschnitt 7 .....	5

Ersatz für Ausgabe Oktober 2000; | = 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 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 unlegiertes und niedriglegiertes Gusseisen mit Lamellengraphit zum Bau von Druckbehältern, die bei witterungsbedingten Betriebstemperaturen sowie bei Umgebungstemperaturen von  $-10\text{ °C}$  bis zu den in Abschnitt 2 angegebenen Temperaturbegrenzungen betrieben werden.

Für Betriebstemperaturen des Beschickungsmittels unter  $-10\text{ °C}$  gilt zusätzlich AD 2000-Merkblatt W 10. Siehe hierzu auch AD 2000-Merkblatt W 0, Abschnitt 2.2.

**1.2** Die Herstellung von Gusseisen mit Lamellengraphit zum Bau von Druckbehältern setzt ausreichende Erfahrungen des Lieferwerkes voraus. Hierfür ist ein erstmaliger Nachweis zu erbringen.

**1.3** Gusseisen mit Lamellengraphit soll zur Herstellung von Druckbehältern nur verwendet werden, wenn die Werkstoffeigenschaften gegenüber anderen Werkstoffen betriebstechnisch Vorteile bieten. Für Druckbehälter aus Gusseisen mit Lamellengraphit gelten die folgenden Grenzen für den maximal zulässigen Druck  $PS$ :

25 bar bei Innenüberdruck

40 bar bei Außenüberdruck

Bei Innenüberdruck von mehr als 6 bar und bei Außenüberdruck von mehr als 10 bar dürfen folgende Produkte aus maximalem zulässigem Druck  $PS$  in bar und Behälterinhalt  $V$  in Litern nicht überschritten werden:

$PS \cdot V = 65000\text{ bar} \cdot \text{L}$  bei Innenüberdruck

$PS \cdot V = 100000\text{ bar} \cdot \text{L}$  bei Außenüberdruck

Bei höheren Produktwerten ist das Einverständnis der zuständigen unabhängigen Stelle und des Bestellers/Betreibers einzuholen.

### 1.3.1 Ergänzende Regelungen für Trockenzylinder

Eine Überschreitung des Produktwertes  $PS \cdot V = 65000\text{ bar} \cdot \text{L}$  für Innendruck bei Dampftrockenzylindern ist unter den nachstehenden Voraussetzungen im Einverständnis mit der zuständigen unabhängigen Stelle möglich:

- (1) Der maximal zulässige Druck ist auf 15 bar begrenzt.
- (2) Die zulässige maximale Temperatur ist auf  $300\text{ °C}$  begrenzt.
- (3) Die Konstruktion ist so zu wählen, dass Spannungsspitzen weitgehend vermieden werden. Insbesondere ist bei den Flanschen des Zylinders der Übergang mit einem Radius von mindestens  $D/50$  auszuführen ( $D$  = Zylinder-Außendurchmesser).
- (4) Es ist mindestens EN-GJL-300 zu verwenden.
- (5) In der Regel ist eine Spannungsarmglühung vorzusehen. Eine langsame Abkühlung mit einer Geschwindigkeit von weniger als  $30\text{ K/h}$  im Temperaturbereich zwischen  $600\text{ °C}$  und  $150\text{ °C}$  ist einer nachträglichen Wärmebehandlung gleichzusetzen. In beiden Fällen ist der zuständigen unabhängigen Stelle durch entsprechende Messungen nachzuweisen, dass die Bedingungen eingehalten wurden.
- (6) Die Proben sind an Kopf und Fuß des Zylinders zu entnehmen.
- (7) Schweißen an den Zylindern ist abweichend von Abschnitt 4.2 nicht zulässig.

**1.4** Bei der konstruktiven Gestaltung von Druckbehältern aus Gusseisen mit Lamellengraphit ist zur Vermeidung von Lunkern, Rissen und Spannungsspitzen Rücksicht auf die gießtechnischen Belange zu nehmen.

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

## 2 Geeignete Werkstoffe

Für den Bau von Druckbehältern dürfen nachstehende Werkstoffe verwendet werden:

**2.1** Gusseisen mit Lamellengraphit (Grauguss) nach DIN EN 1561 bis zu Wandtemperaturen von  $300\text{ °C}$ :

- EN-GJL-150, Werkstoffnummer 5.1200;
- EN-GJL-200, Werkstoffnummer 5.1300;
- EN-GJL-250, Werkstoffnummer 5.1301;

- EN-GJL-300, Werkstoffnummer 5.1302;
- EN-GJL-350, Werkstoffnummer 5.1303.

Bei Wandtemperaturen über 300 °C ist EN-GJL-300 oder EN-GJL-350 zu verwenden, wobei die Wandtemperaturen auf 350 °C begrenzt sein sollten. Die Eignung und die Zugfestigkeit der Gusseisenwerkstoffe bei Betriebstemperatur sind bei der Eignungsfeststellung erstmalig nachzuweisen.

Gegebenenfalls ist eine Wärmebehandlung vorzusehen.

**2.2** Andere Sorten Gusseisen mit Lamellengraphit, wenn ihre Eignung und die Güteeigenschaften bei der Eignungsfeststellung erstmalig nachgewiesen sind.

## 3 Prüfungen

**3.1** Bei Werkstoffen nach Abschnitt 2.1 ist als kennzeichnende Eigenschaft nach DIN EN 1561 die Zugfestigkeit zu prüfen. Abweichend von DIN EN 1561 sind auch unter einer maßgebenden Wanddicke von 50 mm angegossene Probe­stücke zu verwenden, sofern die Konstruktion es zulässt. Als Mindestforderungen gelten die Werte für die Zugfestigkeit in DIN EN 1561 unter Berücksichtigung ihrer Wanddickenabhängigkeit. Für Wandtemperaturen über 300 °C ist außerdem die Zugfestigkeit bei Berechnungstemperatur zu prüfen.

**3.2** Die Anzahl der Proben beträgt mindestens je eine Probe je 1000 kg Liefermasse gleichartiger Gussstücke (Prüfeinheit AMH nach DIN EN 1559-1) oder je Stück bei Gussstücken über 500 kg Masse. Für Wiederholungsprüfungen gilt DIN EN 1561.

**3.3** Die Prüfung für Werkstoffe nach Abschnitt 2.2 ist nach Art und Umfang in der Eignungsfeststellung festzulegen.

**3.4** Proben von wärmebehandelten Gussstücken müssen gemeinsam mit den Gussstücken wärmebehandelt werden. Angegossene Prüf­stücke sind erst nach der Wärmebehandlung abzutrennen.

**3.5** Alle druckbeanspruchten Gussstücke sind, bevor sie mit Überzügen versehen werden, einer Flüssigkeits-Druckprüfung von ausreichender Dauer mit dem zweifachen maximal zulässigen Druck zu unterziehen.

Wenn besondere Betriebsverhältnisse vorliegen, können zur Feststellung der Dichtheit der Wandungen und zur Prüfung auf Fehler im Gussstück zwischen Besteller/Betreiber und Hersteller zusätzlich zur Flüssigkeits-Druckprüfung folgende Versuche einzeln oder in Verbindung vereinbart werden:

- (1) Dichtheitsprüfung mit Luft (Prüfüberdruck etwa 0,1-facher maximal zulässiger Druck, höchstens 2 bar) unter Benetzen mit schaumbildender Flüssigkeit vor Durchführung der Flüssigkeits-Druckprüfung, in Sonderfällen auch unter Verwendung eines geeigneten Gases mit Benutzung eines Anzeigegerätes;
- (2) Dichtheitsprüfung mit Petroleum oder einer anderen gleichartig wirksamen Flüssigkeit, z. B. entspanntem Wasser (Prüfüberdruck höchstens gleich dem 1,5-Fachen des maximal zulässigen Druckes), vor der Flüssigkeits-Druckprüfung;
- (3) Durchstrahlungsprüfung;
- (4) Prüfung durch Ultraschall, im Zweifelsfall in Verbindung mit einer anderen Prüfung, insbesondere Durchstrahlungsprüfung.

## 4 Gussstückbeschaffenheit

**4.1** Die Gussstücke sind auf ihre äußere Beschaffenheit hin zu besichtigen; sicherheitstechnisch wichtige Maße sind nachzuprüfen. Für die Beschaffenheit der Gussstücke gelten die Festlegungen nach DIN EN 1559-3.

**4.2** Das Schweißen an Gusseisenteilen für Druckbehälter ist möglichst zu vermeiden.

In Einzelfällen dürfen an Druckbehältern aus Gusseisen im Einvernehmen mit der zuständigen unabhängigen Stelle und dem Besteller/Betreiber nach Durchführung einer Verfahrensprüfung Fertigungsschweißungen vorgenommen werden.

## 5 Kennzeichnung

**5.1** Gussstücke aus den Werkstoffen nach Abschnitt 2.1 sind mit dem Herstellerzeichen, der Los-Nummer (Probe-Nummer) und der Werkstoffbezeichnung nach DIN EN 1561 zu kennzeichnen. Außerdem ist das Zeichen des Prüfers einzuschlagen.

**5.2** Gussstücke aus Werkstoffen nach Abschnitt 2.2 sind entsprechend den Festlegungen in der Eignungsfeststellung zu kennzeichnen.

## 6 Nachweis der Güteeigenschaften

Für Druckbehälter und druckbeanspruchte Druckbehälterteile ist der Nachweis der Güteeigenschaften durch Abnahme­prüfzeugnis nach DIN EN 10204 zu erbringen.

**6.1** Bei Druckbehälterteilen aus EN-GJL-150, EN-GJL-200 und EN-GJL-250 und bei maßgebenden Wanddicken ≤ 50 mm durch Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204.

**6.2** Bei EN-GJL-300 und EN-GJL-350 sowie bei maßgebenden Wanddicken<sup>1)</sup> > 50 mm (alle Gussorten) durch Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204.

**6.3** Bei Werkstoffen nach Abschnitt 2.2 entsprechend den Festlegungen in der Eignungsfeststellung.

## 7 Kennwerte für die Bemessung

**7.1** Bei Werkstoffen nach Abschnitt 2.1 gelten als Kennwerte für die Bemessung die in DIN EN 1561, Anhang D, Tabelle D.1 genannten Erwartungswerte für die Zugfestigkeit im Gussstück. Die Kennwerte gelten bis zu einer Wandtemperatur von 300 °C.

Bei einer Wandtemperatur über 300 °C (nur EN-GJL-300 und EN-GJL-350 geeignet) gilt die Zugfestigkeit bei Berechnungstemperatur unter Berücksichtigung der maßgebenden Wanddicke. Die Werte sind bei der Eignungsfeststellung zu vereinbaren und nachzuweisen.

**7.2** Für Werkstoffe nach Abschnitt 2.2 sind die Kennwerte für die Bemessung in der Eignungsfeststellung festzulegen.

**7.3** Bei emailliertem Gusseisen kann mit einem Kennwert  $K = 105$  MPa gerechnet werden. Höhere Kennwerte sind durch angegossene und emaillierte Proben nachzuweisen. Bei mehrfach emaillierten Gussstücken sind je nach Zahl der Glühungen geringere Kennwerte zugrunde zu legen.

---

1) Maßgebende Wanddicke nach DIN EN 1561.

## Anhang 1 zum AD 2000-Merkblatt W 3/1

### Hinweis zu Abschnitt 7

**Tafel 1 — Vergleich der im Gussstück zu erwartenden Werte der Zugfestigkeit (Kennwerte der Bemessung) nach DIN EN 1561 Ausgaben 1997 (alt) und 2012 (neu)**  
(Beispiele für ausgewählte Sorten und ausgewählte maßgebende Wanddicken)

Werkstoff- bezeichnung	Maßgebende Wanddicke mm	Zugfestigkeit $R_m$ erwartete Werte im Gussstück MPa		Differenz neu – alt %
		DIN EN 1561:1997	DIN EN 1561:2012	
EN-GJL-150	5	180	135	–33
	10	155	135	–15
	20	130	135	4
	40	110	135	19
	50	95	135	30
	80	95	120	21
	100	80	120	33
	150	80	110	27
	200	–	110	–
EN-GJL-200	5	230	180	–28
	10	205	180	–14
	20	180	180	0
	40	155	180	14
	50	130	180	28
	80	130	160	19
	100	115	160	28
	150	115	145	21
	200	–	145	–
EN-GJL-250	10	250	225	–11
	20	225	225	0
	40	195	225	13
	50	170	225	24
	80	170	200	15
	100	155	200	23
	150	155	185	16
	200	–	185	–
EN-GJL-300	20	270	270	0
	40	240	270	11
	50	210	270	22
	80	210	245	14
	100	195	245	20
	150	195	220	11
	200	–	220	–

# AD 2000-Merkblatt

Seite 6 AD 2000-Merkblatt W 3/1, Ausg. 11.2015



---

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)