

# AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe August 2013

<b>Werkstoffe für Druckbehälter</b>	<b>Gusseisenwerkstoffe Austenitisches Gusseisen mit Lamellengraphit</b>	<b>AD 2000-Merkblatt W 3/3 korrigierte Fassung 10.2013</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 und Allgemeines .....	2
2 Geeignetes Gusseisen.....	2
3 Prüfungen .....	2
4 Gussstückbeschaffenheit.....	3
5 Kennzeichnung .....	4
6 Nachweis der Güteeigenschaften .....	4
7 Kennwerte für die Bemessung .....	4

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 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 und Allgemeines

**1.1** Dieses AD 2000-Merkblatt gilt für austenitisches Gusseisen mit Lamellengraphit zum Bau von Druckbehältern (siehe auch AD 2000-Merkblatt A 4), die bei Betriebstemperaturen sowie bei Umgebungstemperaturen von  $-10\text{ °C}$  bis zu den in Abschnitt 2 angegebenen Temperaturgrenzen betrieben werden. Bei tieferen Temperaturen als  $-10\text{ °C}$  ist das AD 2000-Merkblatt W 10 zusätzlich zu beachten. Die Sorten müssen entsprechend dem Verwendungszweck gewählt werden, wobei die mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen sowie die physikalischen Eigenschaften zu berücksichtigen sind (siehe DIN EN 13835). Siehe hierzu auch AD 2000-Merkblatt W 0, Abschnitt 2.2.

**1.2** Die Herstellung von austenitischem Gusseisen mit Lamellengraphit für Druckbehälter setzt ausreichende Erfahrungen des Lieferwerkes voraus. Hierfür ist der zuständigen unabhängigen Stelle ein erstmaliger Nachweis zu erbringen.

**1.3** Austenitisches Gusseisen mit Lamellengraphit soll zur Herstellung von Druckbehältern verwendet werden, wenn die Werkstoffeigenschaften gegenüber anderen Werkstoffsorten betriebstechnische Vorteile bieten. Für Druckbehälter aus austenitischem Gusseisen mit Lamellengraphit gelten in der Regel die folgenden Grenzen für den maximal zulässigen Druck  $PS$  (siehe DIN EN 764):

25 bar bei Innenüberdruck

40 bar bei Außenüberdruck.

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

Innenüberdruck  $V \cdot PS = 65000$  bar Liter

Außenüberdruck  $V \cdot PS = 100000$  bar Liter.

Bei höheren Produktwerten ist das Einverständnis der zuständigen unabhängigen Stelle einzuholen.

**1.4** Druckbehälter aus austenitischem Gusseisen mit Lamellengraphit müssen zur Vermeidung von Lunkern, Rissen und Spannungsspitzen gießtechnisch einwandfrei gestaltet werden. Der Konstrukteur soll sich über die Ausführungen des Druckbehälters mit der Gießerei abstimmen.

## 2 Geeignetes Gusseisen

Es dürfen folgende Gusseisensorten verwendet werden:

**2.1** Austenitische Gusseisensorten mit Lamellengraphit nach DIN EN 13835 bis zu Wandtemperaturen von  $350\text{ °C}$ . Darüber hinaus kann in Einzelfällen eine Anwendungstemperatur bis höchstens  $450\text{ °C}$  zugelassen werden. Bei Wandtemperaturen über  $350\text{ °C}$  sind die Eignung und die Güteeigenschaften der austenitischen Gusseisenwerkstoffe mit Lamellengraphit bei Betriebstemperatur durch Gutachten der zuständigen unabhängigen Stelle erstmalig nachzuweisen.

**2.2** Sonstige austenitische Gusseisenwerkstoffe mit Lamellengraphit, wenn ihre Eignung und die Güteeigenschaften durch Gutachten der zuständigen unabhängigen Stelle erstmalig bestätigt sind.

## 3 Prüfungen

**3.1** Bei den austenitischen Gusseisensorten mit Lamellengraphit nach Abschnitt 2.1 sind die Zugfestigkeit und die chemische Zusammensetzung zu bestimmen. Als Mindestanforderungen gelten DIN EN 13835 und für die Zugfestigkeit in Abhängigkeit von der Wanddicke Tafel 2. Zusätzlich ist die Bruchdehnung zu ermitteln; Mindestanforderungen sind nicht festgelegt. Für Wandtemperaturen über  $350\text{ °C}$  bis  $450\text{ °C}$  sind außerdem die Zugfestigkeit und die Bruchdehnung bei der zulässigen maximalen Temperatur zu prüfen.

Für die Probeentnahme, -herstellung und Versuchsführung gilt Folgendes:

**3.1.1** Den erforderlichen Proben sind Probestücke zu entnehmen, die möglichst in Form von flanschartigen Leisten mit einer der maßgeblichen Wanddicke entsprechenden Dicke als integrierender Bestandteil der Gussstücke in solcher Anzahl und Größe anzugießen sind, dass aus ihnen die vorgeschriebenen Proben und ggf. noch Wiederholungsproben entnommen werden können.

**3.1.2** Die Zugproben können bei Gussstücken mit Wanddicken bis 50 mm aus getrennt gegossenen Probestücken entnommen werden, wobei die Abkühlungsverhältnisse denen der Gussstücke entsprechen sollen. Für die Abmessungen gelten DIN EN 13835 und Tafel 1. Die Zugehörigkeit der Probestücke zum Gussstück muss gewährleistet sein.

**Tafel 1 — Zusammenhang zwischen Wanddicke und getrennt gegossenem Probestück**

Maßgebende Wanddicke des Gussstückes in mm	Probestück nach DIN EN 13835
4 bis 10	Y Typ-I
über 10 bis 30	Y Typ-II, U und Rundstab
über 30 bis 50	Y Typ-III

**3.1.3** Weiterhin sind zu beachten und sinngemäß anzuwenden:

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

DIN EN ISO 6892-2 Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 2: Prüfverfahren bei erhöhter Temperatur

**3.2** Die Anzahl der Proben beträgt mindestens je eine Probe für den Zugversuch je 1000 kg Liefergewicht gleichartiger Gussstücke oder je Stück bei Gussstücken über 500 kg Rohgewicht. Für Wiederholungsprüfungen gilt DIN EN 13835.

**3.3** Die Prüfung für Gusseisenwerkstoffe nach Abschnitt 2.2 ist nach Art und Umfang von der zuständigen unabhängigen Stelle festzulegen.

**3.4** Proben von wärmebehandelten Gussstücken müssen den gleichen Behandlungszustand aufweisen wie die Gussstücke und mit den Gussstücken gemeinsam wärmebehandelt werden. Angegossene Proben sind erst nach der Wärmebehandlung abzutrennen.

**3.5** Alle druckbeanspruchten Gussstücke sind, bevor sie mit Überzügen versehen werden, einer Druckprüfung mit Wasser von ausreichender Dauer und in der Regel mit dem zweifachen Betriebsüberdruck zu unterwerfen. Abweichungen bei Armaturengehäusen siehe AD 2000-Merkblatt A 4.

**3.6** Wenn besondere Beanspruchungen vorliegen, können zur Feststellung der Dichtheit der Wandungen und zur Prüfung auf Fehler im Werkstoff zwischen Besteller/Betreiber und Hersteller folgende Versuche einzeln oder in Verbindung vereinbart werden:

- (1) Dichtheitsprüfung mit Luft (Prüfdruck etwa 0,1-facher Betriebsüberdruck, höchstens 2 bar) unter Abpinseln mit schaubildender Flüssigkeit nach Durchführung der Wasserdruckprüfung, in Sonderfällen auch unter Verwendung eines geeigneten Gases mit Benutzung eines Anzeigeegerätes;
- (2) Dichtheitsprüfung mit Petroleum oder einer anderen gleichartig wirksamen Flüssigkeit, z. B. mit entspanntem Wasser (Prüfdruck höchstens gleich dem 1,5-Fachen des Betriebsüberdruckes), vor der Wasserdruckprüfung;
- (3) Dichtheitsprüfung mit Sattdampf oder Heißdampf (Prüfdruck höchstens gleich dem Betriebsüberdruck) nach der Wasserdruckprüfung;
- (4) Durchstrahlungsprüfung;
- (5) Prüfung durch Ultraschall, nötigenfalls 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 im Allgemeinen die Forderungen nach DIN EN 13835. Der Guss darf keine Risse sowie keine größeren Hohlräume aufweisen und soll frei sein von hohen Eigenspannungen. Gegebenenfalls sind die nachfolgenden Wärmebehandlungen vorzusehen:

- (1) Glühen bei 930 °C bis 980 °C mit nachfolgender rascher Abkühlung, z. B. in Luft, Öl, Wasser (Abschrecken) und/oder
- (2) Spannungsarmglühen bei 600 °C bis 700 °C.

**4.2** Das Schweißen an Gussteilen aus austenitischem Gusseisen mit Lamellengraphit für Druckbehälter ist möglichst zu vermeiden. In Ausnahmefällen dürfen an Druckbehältern aus austenitischem Gusseisen mit Lamellengraphit im Einvernehmen mit der zuständigen unabhängigen Stelle und dem Besteller/Betreiber nach Durchführung einer Verfahrensprüfung Fertigungs-<sup>1)</sup> und Instandsetzungsschweißungen<sup>2)</sup> (Reparaturschweißungen) vorgenommen werden.

- 
- 1) Fertigungsschweißungen sind im Verlauf des Fertigungsganges vom Gussstückhersteller vorgenommene Schweißungen mit dem Ziel, die im Hinblick auf die gewährleisteten Eigenschaften und den Verwendungszweck notwendige Gussstückbeschaffenheit sicherzustellen.
  - 2) Instandsetzungsschweißungen sind Reparaturschweißungen zum Instandsetzen von Gussstücken, die während ihrer Verwendung beschädigt wurden, wobei das Gussstück durch Beheben der Fehler in seinen Eigenschaften und seiner Verwendbarkeit weitmöglichst wieder hergestellt wird.

## 5 Kennzeichnung

Gussstücke nach Abschnitt 2.1 sind mit dem Herstellerzeichen, der Los-Nr. bzw. der Schmelzen-Nr. (Probe-Nr.) und der Sorte nach DIN EN 13835, Gussstücke nach Abschnitt 2.2 entsprechend dem Gutachten der zuständigen unabhängigen Stelle zu kennzeichnen. Außerdem ist das Zeichen des Prüfers einzuschlagen. Für Armaturen gilt AD 2000-Merkblatt A 4.

## 6 Nachweis der Güteeigenschaften

Für Druckbehälter und druckbeanspruchte Druckbehälterteile ist der Nachweis der Güteeigenschaften und der Wasserdruckprüfung durch Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 zu erbringen. Außerdem sind durch das Herstellerwerk die chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) und der Wärmebehandlungszustand nachzuweisen.

## 7 Kennwerte für die Bemessung

7.1 Als Festigkeitskennwert für die Bemessung gilt:

7.1.1 Bis zu einer Wandtemperatur von 350 °C die Zugfestigkeit bei Raumtemperatur unter Berücksichtigung der maßgebenden Wanddicke gemäß Tafel 2.

7.1.2 Bei einer Wandtemperatur über 350 °C bis höchstens 450 °C die Zugfestigkeit bei Berechnungstemperatur unter Berücksichtigung der maßgebenden Wanddicke. Die Werte sind zwischen dem Hersteller und der zuständigen unabhängigen Stelle zu vereinbaren.

**Tafel 2 — Gewährleistete Festigkeitseigenschaften und Festigkeitskennwerte für die Bemessung**

Sorte		Festigkeitskennwert	
Werkstoffbezeichnung	Werkstoff-Nr.	bei Wanddicke in mm	Zugfestigkeit MPa
EN-GJLA-XNiMn13-7	5.1501	4 bis 10	160
		über 10 bis 30	140
		über 30 bis 50	120
		über 50	100
EN-GJLA-XNiCuCr15-6-2	5.1500	4 bis 10	170
		über 10 bis 30	150
		über 30 bis 50	130
		über 50	110

7.2 Für austenitische Gusseisenwerkstoffe mit Lamellengraphit nach Abschnitt 2.2 sind die Festigkeitskennwerte von der zuständigen unabhängigen Stelle entsprechend dem Gutachten festzulegen.

7.3 Bei der Berechnung von Druckbehältern aus austenitischem Gusseisen mit Lamellengraphit sind die in Tafel 3 angegebenen Sicherheitsbeiwerte<sup>3)</sup> gegenüber der Zugfestigkeit zu berücksichtigen.

**Tafel 3 — Sicherheitsbeiwerte**

Werkstoffsorten nach DIN EN 13835	Sicherheitsbeiwert <i>S</i>
ungeglüht	8
geglüht	6

3) Die Sicherheitsbeiwerte sind bis zur Aufnahme in das AD 2000-Merkblatt B 0 vorläufig hier aufgeführt.

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  
info@beuth.de  
www.beuth.de