

AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Mai 2019

Herstellung und Prüfung von Druckbehältern	Wärmebehandlung Ferritische Stähle	AD 2000-Merkblatt HP 7/2
---	---	-------------------------------------

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

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

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

FDBR e. V. Fachverband Anlagenbau, Düsseldorf

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin

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

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

Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf

VGB PowerTech e. V., Essen

Verband der TÜV e. V. (VdTÜV), Berlin

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

Inhalt

	Seite
0 Präambel	2
1 Geltungsbereich.....	2
2 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen.....	2
3 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen	3
4 Wärmebehandlung nach dem Schweißen	3
5 Wärmebehandlung von Druckbehältern oder Druckbehälterteilen mit besonderen Anforderungen	3

Ersatz für Ausgabe März 2009; | = Änderungen gegenüber der vorangehenden Ausgabe

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

0 Präambel

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

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

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

1 Geltungsbereich

Dieses AD 2000-Merkblatt regelt die Wärmebehandlung von Druckbehältern oder Druckbehälterteilen aus ferritischen Stählen nach dem Kaltumformen, Warmumformen oder Schweißen. Ausgenommen hiervon sind die nichtrostenden und hitzebeständigen ferritischen Chromstähle¹⁾.

2 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen

Vor dem Kaltumformen müssen sich die Werkstoffe im Lieferzustand entsprechend den Regelungen der AD 2000-Merkblätter der Reihe W befinden. Mit Rücksicht auf die durch Kaltumformen und Altern möglichen Veränderungen der Werkstoffeigenschaften ist nach folgenden Grundsätzen zu verfahren:

2.1 Druckbehälterteile für Druckbehälter, die bei Betriebstemperaturen herab bis -10 °C oder Umgebungstemperaturen betrieben werden, sind bei einem Umformgrad $> 5\%$ (bei zylindrischen Schüssen und Kugelsegmenten $s > 0,05 \cdot D_m$) entsprechend den Festlegungen in der Werkstoffspezifikation wärmezubehandeln (Normalglühen oder Vergüten).

Bei Teilen aus Feinkornbaustählen mit Mindeststreckgrenzen $\geq 355\text{ MPa}$, die bei einem Kaltumformgrad von $> 2\%$ bis $\leq 5\%$ nicht spannungsarmgeglüht werden, ist die Kerbschlagarbeit zusätzlich an einem Probensatz je Schmelze mit gleichartiger Kaltumformung nach einem Anlassen von 30 min bei 250 °C zu ermitteln. Hierbei dürfen die in der Norm genannten Mindestwerte der Kerbschlagarbeit um 8 J unterschritten werden, aber nicht unter 27 J liegen. Sonderregelungen in den VdTÜV-Werkstoffblättern sind zu beachten.

2.2 Druckbehälterteile für Druckbehälter, die bei Betriebstemperaturen unter -10 °C betrieben werden, sind

- (1) bei Stahlsorten nach DIN EN 10028-3 und -4, DIN EN 10216-3 und -4 sowie DIN EN 10217-3 und -4 – ausgenommen 12Ni14, X12Ni5 und X8Ni9/X10Ni9 – bei Umformgraden $> 2\%$
- (2) bei Stahlsorten 12Ni14, X12Ni5 und X8Ni9/X10Ni9 nach DIN EN 10028-4 und DIN EN 10216-4 bei Umformgraden $> 5\%$

entsprechend den Festlegungen in den Werkstoffspezifikationen wärmezubehandeln (Normalglühen oder Vergüten).

2.3 Kaltumgeformte Böden, auch solche, die aus geschweißten Ronden hergestellt wurden, sind entsprechend den Festlegungen in der Werkstoffspezifikation wärmezubehandeln (Normalglühen oder Vergüten).

2.4 Von den Festlegungen nach den Abschnitten 2.1 bis 2.3 kann abgewichen werden, wenn der Nachweis erbracht wird, dass die Werkstoffe in ihren Eigenschaften den Beanspruchungen beim Betrieb des Druckbehälters genügen.

2.5 Kaltumgeformte gewölbte Böden, jeweils in den Grenzen des AD 2000-Merkblatt B 3, Abschnitt 1 aus Stahlsorten mit Mindeststreckgrenzen $\leq 265\text{ MPa}$ brauchen nicht wärmebehandelt zu werden, sofern die Betriebstemperatur -10 °C nicht unterschreitet und die Berechnungstemperatur entsprechend AD 2000-Merkblatt B 0, Abschnitt 5 nicht 120 °C überschreitet und die Nennwanddicke $\leq 8\text{ mm}$ ist. Bei kaltumgeformten Böden, die nicht wärmebehandelt wurden, ist AD 2000-Merkblatt HP 1, Abschnitt 2.8 zu beachten.

2.6 Bei den mit Biegeradien $r_m \geq 1,3 \cdot d_a$ kaltgebogenen Rohren aus Stahlsorten nach den im AD 2000-Merkblatt W 4 genannten Normen ist eine Wärmebehandlung bei Außendurchmessern $\leq 133\text{ mm}$ nicht erforderlich. Bei den mit Biegeradien $r_m \geq 2,5 \cdot d_a$ kaltgebogenen Rohren aus Stahlsorten nach den im AD 2000-Merkblatt W 4 genannten Normen ist eine Wärmebehandlung in der Regel nicht erforderlich. Ausgenommen sind Rohre aus kaltzähem Stählen mit Wanddicken $> 2,5\text{ mm}$ und kaltgebogene Rohre, die wärmebehandelt werden müssen wegen der Korrosionsbeanspruchung oder weil belastete Teile außerhalb der neutralen Zone angeschweißt werden.

2.7 Werden die zulässigen Umformgrade bei Kaltumformung überschritten, ist die Wärmebehandlung im Regelfall vor dem Schweißen durchzuführen.

2.8 Bei plattierten Druckbehältern oder Druckbehälterteilen ist die Wärmebehandlung entsprechend dem Grundwerkstoff durchzuführen, sofern mit Rücksicht auf die Plattierung keine besonderen Vereinbarungen getroffen werden müssen.

1) Bis zur Aufstellung eines AD 2000-Merkblattes für diese Stähle gelten die Festlegungen der VdTÜV-Werkstoffblätter.

3 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen

3.1 Nach dem Warmumformen sind die Druckbehälterteile entsprechend den Festlegungen in der Werkstoffspezifikation wärmezubehandeln.

3.2 Wenn das Umformen innerhalb des in der Werkstoffspezifikation angegebenen Temperaturbereiches begonnen und beendet worden ist, kann nach dem Warmumformen bei normalgeglühten Stählen auf ein Normalglühen verzichtet werden. Bei luftvergüteten Stählen ist ein anschließendes Anlassglühen erforderlich.

3.3 Bei in Teilbereichen mit örtlicher Erwärmung durchzuführender Warmumformung gilt die Regelung nach Tafel 1 unter der Voraussetzung, dass die Bauteile vor dem Umformen dem für die Stahlsorte vorgesehenen Lieferzustand (Wärmebehandlungszustand) der AD 2000-Merkblätter der Reihe W entsprechen.

4 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

4.1 Die Notwendigkeit und die Art der Wärmebehandlung nach dem Schweißen ergeben sich in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung der Werkstoffe und Schweißzusätze, der Form des Bauteils, der Wanddicke, den Schweißbedingungen, den Festigkeitseigenschaften, dem Umfang der zerstörungsfreien Prüfung und, soweit notwendig, von der Einhaltung zusätzlicher Bedingungen.

4.2 Auf eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen kann verzichtet werden, wenn die in der Tafel 1 des AD 2000-Merkblattes HP 0 genannten Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind und vor dem Schweißen sich alle Teile in dem Wärmebehandlungszustand befinden, den die Abschnitte 2 und 3 oder die AD 2000-Merkblätter der Reihe W vorsehen.

4.3 Ist eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen erforderlich, genügt hierfür in der Regel ein Spannungsarm- oder Anlassglühen.

4.4 Normalglühen oder Vergüten des Werkstückes ist unter Beachtung der Festigkeitseigenschaften des Schweißgutes erforderlich, wenn

- (1) die geforderten Eigenschaften der Schweißverbindung nur durch Normalglühen oder Vergüten erreicht werden können,
- (2) das Werkstück kaltumgeformt wurde und der Umformgrad von 2 % oder 5 % überschritten ist (siehe Abschnitt 2) und vor dem Schweißen nicht wärmebehandelt wurde.

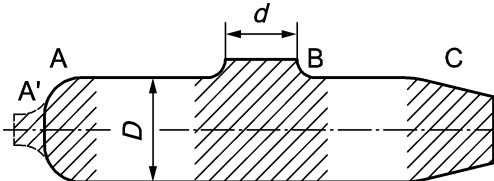
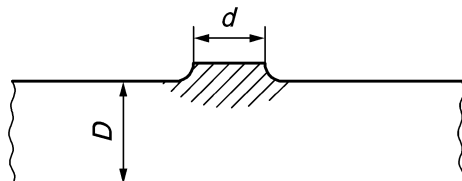
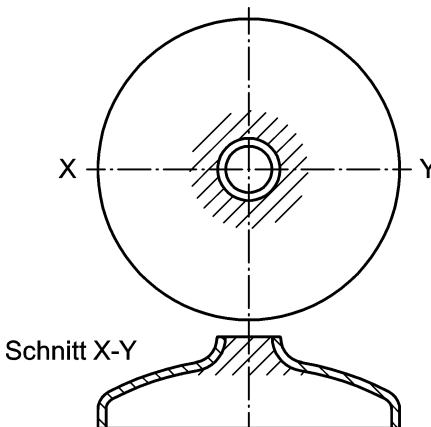
4.5 Bei plattierten Druckbehälterteilen ist die Wärmebehandlung entsprechend dem Grundwerkstoff durchzuführen, sofern mit Rücksicht auf die Plattierung keine besonderen Vereinbarungen getroffen werden müssen.

4.6 Das Ein- und Anschweißen von Teilen an Druckbehälterwandungen ist vor der Wärmebehandlung durchzuführen. Von dieser Regel kann bei Kleinteilen abgewichen werden, wenn die Eigenschaften der Werkstoffe bei Betriebsbedingungen und die Schweißverbindungen es zulassen. Dieses bedarf der Zustimmung der zuständigen unabhängigen Stelle.

5 Wärmebehandlung von Druckbehältern oder Druckbehälterteilen mit besonderen Anforderungen

Werden besondere Anforderungen hinsichtlich des Wärmebehandlungszustandes gestellt (z. B. im Hinblick auf die Gefahr der Korrosion), so ist das bei der Bestellung zu vereinbaren. Bedeutet die vereinbarte Wärmebehandlung eine wesentliche Beeinträchtigung der Eigenschaften des Werkstoffes, bedarf es der Zustimmung der zuständigen unabhängigen Stelle. Die abweichende Wärmebehandlung ist in der Bescheinigung nach AD 2000-Merkblatt HP 7/1, Abschnitt 3 aufzuführen.

Tafel 1 — Wärmebehandlung von zylindrischen Bauteilen und Böden nach Umformen in Teilbereichen mit örtlicher Erwärmung

Beispiele für Ausführungsformen	Bauteile aus Stahlsorten im Lieferzustand		
	normalgeglüht	luftvergütet	andere
<div></div> <div></div>	Bei Stählen mit einer Mindestzugfestigkeit $R_m < 470$ MPa keine Wärmebehandlung. ¹⁾ Bei Stählen mit einer Mindestzugfestigkeit $R_m \geq 470$ MPa Normalglühen des gesamten Bauteiles.	Bei Formen B und C Anlassglühen des jeweiligen Zylinderabschnittes. ²⁾ Bei Formen A (A') Luftvergüten des gesamten Bauteiles.	Erneute Wärmebehandlung des gesamten Bauteiles entsprechend den Angaben in der Werkstoffspezifikation für die jeweilige Stahlsorte.
<div></div>		Anlassglühen des gesamten Bauteiles.	
Schraffierte Bereiche stellen die Erwärmungszonen dar.			
<div>1) Mit Ausnahme von Stählen mit besonderen Eigenschaften, z. B. Feinkornbaustähle und kaltzähe Stähle.</div> <div>2) Glühung von Zylinderabschnitten nur, wenn beim Glühen eine gegenseitige Beeinflussung ausgeschlossen ist.</div>			

Herausgeber:



Verband der TÜV e.V.

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

Bezugsquelle:

Beuth

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