

AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe April 2015

Herstellung und Prüfung von Druckbehältern	Wärmebehandlung Austenitische und austenitisch- ferritische Stähle	AD 2000-Merkblatt HP 7/3
---	---	-------------------------------------

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 Wärmebehandlung nach Kaltumformen.....	2
3 Wärmebehandlung nach Warmumformen	2
4 Wärmebehandlung nach dem Schweißen	2
5 Wärmebehandlung von Druckbehälterteilen mit besonderen Anforderungen	3

Ersatz für Ausgabe September 2001; | = 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

Dieses AD 2000-Merkblatt regelt die Wärmebehandlung von Druckbehältern oder Druckbehälterteilen aus austenitischen und austenitisch-ferritischen Stählen, die in den Tafeln 1a, 1b und 1c des AD 2000-Merkblatts W 2 aufgeführt sind, nach Kaltumformen, Warmumformen oder Schweißen. Bei anderen austenitischen und austenitisch-ferritischen Stählen richtet sich die Wärmebehandlung nach den Festlegungen in der Eignungsfeststellung.

2 Wärmebehandlung nach Kaltumformen

2.1 Als Wärmebehandlung kommt ein Lösungsglühen und Abschrecken oder Stabilglühen entsprechend Tafel 1 Spalte 5 bis 7 in Betracht.

2.2 Auf eine Wärmebehandlung von lösungsgeglühten und abgeschreckten oder stabilgeglühten austenitischen Stählen nach Kaltumformung kann verzichtet werden, wenn

2.2.1 die einzuhaltenden Mindestwerte für die Bruchdehnung $A \geq 30 \%$ am Ausgangswerkstoff oder wenn für Abmessungsbereiche, bei denen die einzuhaltenden Mindestwerte für die Bruchdehnung A unter 30% liegen, im Abnahmeprüfzeugnis eine Bruchdehnung $A \geq 30 \%$ nachgewiesen ist, der Kaltumformgrad von 15% nicht überschritten ist oder der Nachweis einer Restbruchdehnung A von mindestens 15% nach Kaltumformung erbracht wird,

2.2.2 bei Umformgraden über 15% im Einzelfall nachgewiesen wird, dass die Restbruchdehnung A nach Kaltumformung noch mindestens 15% beträgt,

2.2.3 bei Klöpper-, Korbogen- und Halbkugelböden im Abnahmeprüfzeugnis der Ausgangswerkstoffe folgende Bruchdehnungen A nachgewiesen sind:

- (1) $\geq 40 \%$ bei Nennwanddicken $\leq 15 \text{ mm}$ bei Betriebstemperaturen bis -196°C ,
- (2) $\geq 45 \%$ bei Nennwanddicken $> 15 \text{ mm}$ bei Betriebstemperaturen bis -196°C ,
- (3) $\geq 50 \%$ bei Betriebstemperaturen unter -196°C ,

2.2.4 bei Druckbehälterteilen, ausgenommen Böden, die bei Betriebstemperaturen unter -196°C betrieben werden, der Umformgrad von 10% nicht überschritten wird.

2.3 Bei den mit Biegeradien $r_m \geq 1,3 \cdot d_a$ kaltgebogenen Rohren aus austenitischen Stählen ist eine Wärmebehandlung in der Regel nicht erforderlich.

Bei kaltgebogenen Rohren aus austenitischen Stählen, die bei Betriebstemperaturen unter -196°C betrieben werden, gilt Abschnitt 2.2.4.

2.4 Auf eine Wärmebehandlung von lösungsgeglühten und abgeschreckten austenitisch-ferritischen Stählen nach Kaltumformung kann verzichtet werden, wenn der Kaltumformgrad von 5% nicht überschritten ist oder bei Kaltumformgraden $> 5 \%$ bis 10% im Abnahmeprüfzeugnis des Ausgangswerkstoffs eine Bruchdehnung $\geq 30 \%$ nachgewiesen ist. Bei Kaltumformgraden größer 10% ist eine Wärmebehandlung erforderlich.

3 Wärmebehandlung nach Warmumformen

Für die Wärmebehandlung oder für den Verzicht auf Wärmebehandlung nach dem Warmumformen gelten die Regelungen der Tafel 1. Bei einem Verzicht auf Wärmebehandlung bei den dort nicht mit Kurznamen/Werkstoffnummer aufgeführten austenitischen Stahlsorten muss der zuständigen unabhängigen Stelle der Nachweis erbracht werden, dass die Anforderungen an die mechanisch-technologischen Eigenschaften und die Korrosionsbeständigkeit eingehalten werden. Der Nachweis kann im Rahmen einer Verfahrensprüfung erfolgen. Wird von dem Verzicht auf Wärmebehandlung Gebrauch gemacht, ist das Bestätigungsschreiben der zuständigen unabhängigen Stelle in der Bescheinigung nach AD 2000-Merkblatt HP 7/1, Abschnitt 3 anzugeben.

4 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist in der Regel nicht erforderlich.

5 Wärmebehandlung von Druckbehälterteilen mit besonderen Anforderungen

Werden an warm- oder kaltumgeformte Druckbehälterteile oder an Schweißverbindungen besondere Anforderungen, z. B. im Hinblick auf mechanische Bearbeitung, Maßhaltigkeit, Gefährdung durch Spannungsrisskorrosion, Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion, Einsatz bei hohen Temperaturen im Langzeitbereich, gestellt, so können die in den Abschnitten 2, 3 und 4 genannten Regelungen nicht in allen Fällen ausreichend sein. In diesen Fällen ist bei der Bestellung ein geeigneter Wärmebehandlungszustand zu vereinbaren.

Tafel 1 — Übersicht über die Wärmebehandlung umgeformter austenitischer und austenitisch-ferritischer Stähle

Stahlsorte ¹⁾		Bedingungen für den Verzicht auf Wärmebehandlung nach Warmumformen bei		Angaben zur Wärmebehandlung bei Stabilglühen ²⁾ bei		Lösungs-glühen Abkühlungs-art: $s \geq 6$ mm (W, SL) $s < 6$ mm (L)	
Kurzname	Werkstoff-nummer	nicht-geschweißten Teilen	geschweißten Teilen	nicht-geschweißten Teilen	geschweißten Teilen		
1	2	3	4	5	6	7	
Stabilisierte Stähle X6CrNiTi18-10 X6CrNiNb18-10	1.4541 1.4550	Anfangs-Umformungs-temperaturen 1000 bis 1150 °C, End-Umformungstemperaturen > 750 °C (möglichst schnelles Abkühlen). Die Anfangs-Umformungstemperatur von 1000 °C kann unterschritten werden, wenn das Teil vor dem Warmumformen im abgeschreckten Zustand vorliegt.	Anfangs-Umformungs-temperaturen 1000 bis 1150 °C, End-Umformungstemperaturen > 750 °C (möglichst schnelles Abkühlen) und stabilisierte Schweißzusätze oder nichtstabilisierte Schweißzusätze mit $\leq 0,04$ % C im Schweißgut	900 ± 20 °C (L)	920 ± 20 °C	≥ 1020 °C	
X6CrNiMoTi17-12-2 X6CrNiMoNb17-12-2	1.4571 1.4580			nicht zulässig	nicht zulässig		≥ 1050 °C
X4NiCrMoCuNb20-18-2	1.4505						
Stähle mit $\leq 0,03$ % C X2CrNi19-11 X2CrNiN18-10	1.4306 1.4311				900 ± 20 °C (L)	920 ± 20 °C (L) ⁴⁾	≥ 1000 °C
X2CrNiMo17-12-2 X2CrNiMo18-14-3 X2CrNiMoN17-12-2	1.4404 1.4435 1.4406				960 ± 20 °C (L) ⁵⁾	980 ± 20 °C (L) ^{4) 5)}	≥ 1020 °C
X2CrNiMoN17-13-3 X2CrNiMo18-15-4 X2CrNiMoN17-13-5	1.4429 1.4438 1.4439			≥ 1040 °C			
Stähle mit $\leq 0,07$ % C X5CrNi18-10 X5CrNi18-12	1.4301 1.4303	Anfangs-Umformungs-temperaturen 1000 bis 1150 °C ³⁾ , End-Umformungstemperaturen > 875 °C (Abschrecken für Wanddicken ≥ 6 mm in/mit Wasser). Die Anfangs-Umformungstemperatur von 1000 °C kann unterschritten werden, wenn das Teil vor dem Warmumformen im abgeschreckten Zustand vorliegt.	Anfangs-Umformungs-temperaturen 1000 bis 1150 °C ³⁾ , End-Umformungstemperaturen > 875 °C (Abschrecken für Wanddicken ≥ 6 mm in/mit Wasser) und stabilisierte Schweißzusätze oder nichtstabilisierte Schweißzusätze mit $\leq 0,06$ % C	nicht zulässig	nicht zulässig	≥ 1000 °C	
X5CrNiMo17-12-2 X3CrNiMo17-13-3	1.4401 1.4436			nicht zulässig	nicht zulässig	≥ 1050 °C	
austenitisch-ferritische Standardgüten, z. B. X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	Wärmebehandlung erforderlich		nicht zulässig	nicht zulässig	≥ 1020 °C	
austenitisch-ferritische Sondergüten, z. B. X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	Wärmebehandlung erforderlich		nicht zulässig	nicht zulässig	≥ 1050 °C	

1) Für die in Tafel 1 nicht aufgeführten Stahlsorten nach AD 2000-Merkblatt W 2 gelten die Angaben sinngemäß. Die Angaben zur Wärmebehandlung in den entsprechenden Werkstoffspezifikationen sind dabei zu berücksichtigen.

2) Stabilglühen oder entsprechendes Glühen bei nichtstabilisierten Stählen mit rund 30 min Haltedauer

3) Haltedauer mind. 5 min

4) Bei Verwendung stabilisierter Schweißzusätze ist Stabilglühen nicht zulässig.

5) Für die Stähle 1.4406 und 1.4429 kann das Stabilglühen bei niedrigeren Temperaturen durchgeführt werden, wenn der zuständigen unabhängigen Stelle die Gleichwertigkeit nachgewiesen wird.

(L) Abkühlen in/mit Luft; (W, SL) Abschrecken in/mit Wasser oder Abkühlen in strömender Luft

AD 2000-Merkblatt

Seite 4 AD 2000-Merkblatt HP 7/3, Ausg. 04.2015

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