

AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Januar 2020

Werkstoffe für Druckbehälter	Werkstoffe für tiefe Temperaturen Eisenwerkstoffe	AD 2000-Merkblatt W 10
---	--	-----------------------------------

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 Geeignete Werkstoffe	2
3 Beanspruchungsfälle	2
4 Tiefste Betriebstemperatur.....	3
5 Prüfung der Werkstoffe und Nachweis der Güteeigenschaften	3
6 Kennwerte für die Bemessung.....	3

Ersatz für Ausgabe Juli 2019; | = 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 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

1.1 Dieses AD 2000-Merkblatt gilt für Erzeugnisse aus Eisenwerkstoffen wie Bleche, Rohre, Stäbe (z. B. Schraubenwerkstoffe), Schmiedestücke (z. B. Flansche) und Gussstücke, die zum Bau von Druckbehältern, Rohrleitungen und Ausrüstungsteilen mit innerem oder äußerem Überdruck für Betriebstemperaturen unter -10 °C verwendet werden. Es ergänzt die anderen AD 2000-Merkblätter.

1.2 Alternativ zu diesem AD 2000-Merkblatt können die Verfahren zur Vermeidung von Sprödbruch gemäß DIN EN 13445-2 angewendet werden.

2 Geeignete Werkstoffe

2.1 Stahl

2.1.1 Die Stahlsorten und Stahlgussorten der Tafel 1 sind bei den Beanspruchungsfällen I bis III bis zu den angegebenen tiefsten Betriebstemperaturen geeignet. Die Temperaturen gelten für die Erzeugnisformen und Dicken, Durchmesser oder Wanddicken nach den Normen, Stahl-Eisen-Werkstoffblättern, VdTÜV-Werkstoffblättern, AD 2000-Merkblättern und Tafel 1.

Bei Unterschreitung der in Tafel 1 genannten tiefsten Anwendungstemperaturen und bei anderen Erzeugnisformen, Dicken, Durchmessern oder Wanddicken ist die Eignungsfeststellung für den Einzelfall erforderlich.

2.1.2 Für Stahlsorten und Stahlgussorten nach anderen Werkstoffspezifikationen gelten die Anwendungsgrenzen der vergleichbaren Stahlsorten und Erzeugnisformen nach Tafel 1. Für ihre Verwendung ist die Eignungsfeststellung erforderlich. Bei plattierten Stahlsorten ist nachzuweisen, dass der Grundwerkstoff im Zustand nach der letzten Wärmebehandlung für die Verwendung bei tiefen Temperaturen geeignet ist.

2.2 Gusseisen

2.2.1 Gusseisen mit Kugelgraphit nach AD 2000-Merkblatt W 3/2 kann für Armaturen¹⁾ und Anbauteile mit den im AD 2000-Merkblatt B 0 genannten Sicherheitsbeiwerten nur bis -10 °C verwendet werden. Im Beanspruchungsfall II kann Gusseisen mit Kugelgraphit nur im wärmebehandelten Zustand (in der Regel spannungsarmgeglüht) bis herab zu -60 °C eingesetzt werden.

2.2.2 Austenitisches Gusseisen mit Lamellengraphit nach AD 2000-Merkblatt W 3/3 kann für Armaturen¹⁾ und Anbauteile mit den im AD 2000-Merkblatt W 3/3 genannten Sicherheitsbeiwerten bis herab zu -60 °C verwendet werden.

2.2.3 Andere Gusseisensorten können verwendet werden, wenn ihre Güteeigenschaften und ihre Eignung für tiefe Temperaturen durch Eignungsfeststellung der zuständigen unabhängigen Stelle bestätigt sind.

3 Beanspruchungsfälle

Die Einteilung nach den Abschnitten 3.1 bis 3.3 gilt unter Beachtung der Festlegungen für die Wärmebehandlung nach AD 2000-Merkblatt HP 7/2 oder HP 7/3 und der Festlegungen für das Spannungsarmglühen nach Tafel 2 für statische oder quasi-statische Beanspruchung ohne besondere Beanspruchung, z. B. Korrosion.

Baustellengefertigte Druckbehälter sind Druckbehälter des Beanspruchungsfalles I, soweit kein anderer Beanspruchungsfall nachgewiesen wird. Schrauben gelten als Bauteile des Beanspruchungsfalles I. Bei Bestimmung der tiefsten Betriebstemperatur der Schraube kann die gegebenenfalls vorhandene Temperaturdifferenz zwischen Schraube und Beschickungsmittel berücksichtigt werden.

3.1 Beanspruchungsfall I

Druckbehälter und Bauteile von Druckbehältern des Beanspruchungsfalles I sind solche, bei denen für die Werkstoffe die Festigkeitskennwerte der AD 2000-Merkblätter der Reihe W mit den in AD 2000-Merkblatt B 0 genannten Sicherheitsbeiwerten voll ausgenutzt werden.

3.2 Beanspruchungsfall II

Druckbehälter und Bauteile von Druckbehältern des Beanspruchungsfalles II sind solche, bei denen für die Werkstoffe die Festigkeitskennwerte der AD 2000-Merkblätter der Reihe W mit den im AD 2000-Merkblatt B 0 genannten Sicherheits-

1) Unter Beachtung von AD 2000-Merkblatt A 4.

beiwerten nur bis zu 75 % ausgenutzt werden und bei denen durch geeignete Gestaltung und Herstellung Spannungsspitzen weitgehend vermieden werden und auch im Betrieb die Entstehung von Anrissen nicht zu erwarten ist.

Die Bemessung der Druckbehälterteile erfolgt in der Weise, dass entweder der Sicherheitsbeiwert um den Faktor $4/3$ vergrößert wird oder, soweit für die Bemessung der Dampfdruck des Beschickungsmittels maßgebend ist, die Temperaturabhängigkeit des Dampfdruckes berücksichtigt wird. Dabei darf der Dampfdruck 75 % des Berechnungsdruckes p nicht überschreiten.

Unabhängig von den Festlegungen im AD 2000-Merkblatt HP 7/2 ist zur Verminderung der Eigenspannungen ein Spannungsarmglühen erforderlich. Hierauf kann bei Wanddicken ≤ 10 mm bei den Stahl- und Stahlgussorten der Prüfgruppe 1 und bei den Stahlsorten (außer Stahlgussorten) der Prüfgruppe 5.1 der Tafel 1b des AD 2000-Merkblattes HP 0 verzichtet werden. Für die anderen Prüfgruppen ist, soweit nach AD 2000-Merkblatt HP 0, Tafel 1b auf die Wärmebehandlung nach dem Schweißen verzichtet werden kann, ein Verzicht auf Spannungsarmglühen möglich, wenn an einer getrennt geschweißten Probe ausreichende Zähigkeit nachgewiesen wird.

Darüber hinaus kann bei Druckbehältern aus Stahl- und Stahlgussorten der Prüfgruppe 1 und aus Stahlsorten (außer Stahlgussorten) der Prüfgruppe 5.1 der Tafel 1b des AD 2000-Merkblattes HP 0 bei Wanddicken > 10 mm bis ≤ 20 mm auf das Spannungsarmglühen verzichtet werden, wenn der Sicherheitsbeiwert um den Faktor 2 vergrößert wird oder der Dampfdruck 50 % des Berechnungsdruckes p nicht überschreitet.

3.3 Beanspruchungsfall III

Druckbehälter und Bauteile von Druckbehältern des Beanspruchungsfalles III sind solche, bei denen für die Werkstoffe die Festigkeitskennwerte der AD 2000-Merkblätter der Reihe W mit den in AD 2000-Merkblatt B 0 genannten Sicherheitsbeiwerten nur bis 25 % ausgenutzt werden und bei denen durch geeignete Gestaltung und Herstellung Spannungsspitzen weitgehend vermieden werden und auch im Betrieb die Entstehung von Anrissen nicht zu erwarten ist.

Die Bemessung der Druckbehälterteile erfolgt in der Weise, dass entweder der Sicherheitsbeiwert um den Faktor 4 vergrößert wird oder, soweit für die Bemessung der Dampfdruck des Beschickungsmittels maßgebend ist, die Temperaturabhängigkeit des Dampfdruckes berücksichtigt wird. Dabei darf der Dampfdruck 25 % des Berechnungsdruckes p nicht überschreiten.

Unabhängig von den Festlegungen im AD 2000-Merkblatt HP 7/2 ist zur Verminderung der Eigenspannungen ein Spannungsarmglühen erforderlich. Bei den Stahlsorten der Zeile 1 der Tafel 1, die normalerweise nicht für den Einsatz bei Temperaturen unter -10 °C vorgesehen sind, kann bei Wanddicken > 20 mm nur dann auf das Spannungsarmglühen verzichtet werden, wenn an einer getrennt geschweißten Probe ausreichende Zähigkeit bei Raumtemperatur nachgewiesen wird.

3.4 Sonstige Beanspruchungsfälle

Bei Druckbehältern, die nicht den Beanspruchungsfällen nach den Abschnitten 3.1 bis 3.3 zugeordnet werden können, werden Werkstoff, tiefste Betriebstemperatur, Herstellungs- und Prüfbedingungen in sinngemäßer Anwendung der Regelungen dieses AD 2000-Merkblattes im Einvernehmen zwischen Hersteller, Betreiber und zuständiger unabhängiger Stelle festgelegt.

4 Tiefste Betriebstemperatur

Die tiefsten Betriebstemperaturen für die verschiedenen Beanspruchungsfälle sind in Tafel 1 angegeben. Die tiefste Betriebstemperatur für den Beanspruchungsfall I wurde so festgelegt, dass der Werkstoff bei dieser Temperatur noch eine ausreichende Zähigkeit besitzt. Die geringere Zähigkeit der Werkstoffe bei den tieferen Betriebstemperaturen der Beanspruchungsfälle II und III wird durch die in den Abschnitten 3.2 und 3.3 festgelegten besonderen Bedingungen in Hinsicht auf eine gleiche Sprödbruchsicherheit berücksichtigt.

5 Prüfung der Werkstoffe und Nachweis der Güteeigenschaften

5.1 Die Werkstoffe nach den Abschnitten 2.1.1, 2.2.1 und 2.2.2 werden entsprechend den Festlegungen in den zutreffenden Normen, Stahl-Eisen-Werkstoffblättern, VdTÜV-Werkstoffblättern und AD 2000-Merkblättern geprüft. Für den Zähigkeitsnachweis gilt Tafel 1, Spalten 8 bis 10.

Der Nachweis der Güteeigenschaften ist nach Tafel 1, Spalte 11, zu führen.

5.2 Für Prüfung und Nachweis der Güteeigenschaften von Werkstoffen nach anderen Werkstoffspezifikationen gelten die Festlegungen in der Eignungsfeststellung.

6 Kennwerte für die Bemessung

Es gelten die in den AD 2000-Merkblättern der Reihe W oder in der Eignungsfeststellung für Raumtemperatur festgelegten Werte. Werden für Stahlsorten nach DIN EN 10028-4, DIN EN 10028-5, DIN EN 10028-6, DIN EN 10216-4, DIN EN 10217-4, DIN EN 10217-6, DIN EN 10222-3, DIN EN 10269 sowie Stahlgussorten nach DIN EN 10213-3 oder SEW 685 Rechenwerte für die 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen benötigt, gelten die Werte nach Tafeln 3 a, 3 b und 3 c. Sie gelten für den kurzzeitigen Betrieb. Beim langzeitigen Einsatz kann eine Beeinträchtigung des Zähigkeitsverhaltens bei tiefen Temperaturen eintreten.

Bei Schweißverbindungen ist gegebenenfalls der für den Schweißzusatz in der Eignungsfeststellung festgelegte niedrigere Kennwert für die Bemessung zu berücksichtigen.

Tafel 1 — Stahlsorten und Stahlgussorten für tiefe Temperaturen

Lfd. Nr.	Stahlart	Stahlsorte, Stahlgussorte	Tiefste Betriebs- temperatur °C bei Beanspruchungs- fall			Größte zulässige Dicke, bei Rohren Wanddicke mm 7 ¹³⁾	Größter zulässiger Durch- messer	Zähigkeitsnachweis			Nachweis der Güteeigenschaften (Bescheinigung gemäß DIN EN 10204)				
			I 4	II 5	III 6			Probenform, Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang 8	Prüf- tempe- ratur °C 9	Anforde- rungen ⁹⁾ 10					
1	2	3	4	5	6	11									
1	Stahlsorten und Stahlgussorten nach den AD 2000-Merkblättern W 1, W 4, W 5, W 8, W 9, W 12 und W 13. Unberuhigte und halbberuhigte Stahlsorten sind bei Betriebstemperaturen unter –10 °C ausgeschlossen.	Geeignete Stahlsorten oder Stahlgussorten nach Spalte 2	–10	–60	–85	Entsprechend den Festlegungen in den in Spalte 2 genannten AD 2000-Merkblättern ¹²⁾									
2	Schweißgeeignete Feinkornbaustähle (nur gewalzte Lang- erzeugnisse), DIN EN 10028-3, DIN EN 10222-4 und DIN EN 10273 in Verbindung mit den VdTÜV-Werkstoff- blättern 351 bis 358, DIN EN 10028-5, DIN EN 10028-6	Grund- und warmfeste Reihe P275N (NH) bis P460N (NH), P285QH, P355QH, P420QH, P460QH, P500QH, P355M und P420M	–20	–70	–100	70 ¹⁾	70 ¹⁾	Proben mit V-Kerb; Probenlage entsprechend DIN EN 10028-1, DIN EN 10222-1 bzw. DIN EN 10273; Probenrichtung und Prüfumfang entsprechend dem für die jeweilige Erzeugnisform geltenden AD 2000-Merkblatt der Reihe W	–20	Nach DIN EN 10028-3, -5, -6, DIN EN 10222-4 und DIN EN 10273	P275N (NH) und P285NH (QH): Abnahme- prüfzeugnis 3.1; StE 285, P275NL1 (NL2), P355NH (QH1; NL1; NL2), P420QH und P460N (NH; NL1; NL2): P355M – P460M (H,L1;L2), P355Q – P500Q (H,L1;L2); Abnahmeprüfzeugnis 3.2, jedoch Flacherzeugnisse aus P355N (NH) nach DIN EN 10028-3 gemäß AD 2000-Merkblatt W 1				
		Kaltzähe Reihe P275NL1, P355ML1, P355NL1, P355QL1 P420ML1, P460ML1, P460NL1, P460QL1 und P500QL1	–60 –50 –40	–110 –100 –90	–140 –130 –120	60 ¹⁾ 20 ¹⁾ 20 ¹⁾	60 ¹⁾ 20 ¹⁾ 20 ¹⁾		–40						
		Kaltzähe Sonderreihe P275NL2 P355NL2, P355ML2, P355QL2, P420ML2 P460NL2, P460ML2, P460QL2 und P500QL2	–70 –60 –60	–120 –110 –110	–150 –140 –140	60 ¹⁾ 60 ¹⁾ 20 ¹⁾	60 ¹⁾ 60 ¹⁾ 20 ¹⁾		–50						
		Nahtlose und geschweißte Rohre aus legierten Feinkornbaustählen nach DIN EN 10216-3 und DIN EN 10217-3 in Verbindung mit den VdTÜV-Werkstoff- blättern 352, 354 und 357	P355N (NH) und P460N (NH)	–20	–70	–100	≤ 40 ¹⁾ > 40, ≤ 65 ¹⁴⁾		–			Proben mit V-Kerb; Probenlage und Proben- richtung entsprechend DIN EN 10216-3 oder DIN EN 10217-3 und AD 2000-Merkblatt W 4	–20 –10	Nach DIN EN 10216-3 oder DIN EN 10217-3	Abnahmeprüfzeugnis 3.2 ¹¹⁾
			P275NL1 und P355NL1	–60	–110	–140	≤ 40 ¹⁾ > 40, ≤ 65 ¹⁴⁾		–				–40 –30		
			P460NL1	–50	–100	–130	≤ 20 ¹⁾		–				–40		
	P275NL2		–70	–120	–150	≤ 40 ¹⁾	–	–50							
	P355NL2		–60	–110	–140										
	P460NL2		–60	–110	–140				≤ 20 ¹⁾	–					

Tafel 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr.	Stahlart	Stahlsorte, Stahlgussorte	Tiefste Betriebs- temperatur °C bei Beanspruchungs- fall			Größte zulässige Dicke, bei Rohren Wanddicke mm 7 ¹³⁾	Größter zulässiger Durch- messer	Zähigkeitsnachweis			Nachweis der Güteeigenschaften (Bescheinigung gemäß DIN EN 10204)
			I 4	II 5	III 6			Probenform, Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang	Prüf- tempe- ratur °C	Anforde- rungen ⁹⁾	
1	2	3	4	5	6			8	9	10	11
3	Nichtrostende austenitische und austenitisch-ferritische Stähle nach DIN EN 10028-7 (kaltgewalztes Band nur bis 6 mm, warmgewalztes Band nur bis 12 mm Dicke), DIN EN 10222-5, DIN EN 10269 (nur im Wärme- behandlungszustand +AT) und DIN EN 10272	Kurzname Werkstoff-Nr.						Proben mit V-Kerb; Probenlage, Proben- richtung entsprechend DIN EN 10028-1, DIN EN 10222-1, DIN EN 10269, DIN EN 10272 und AD 2000-Merkblatt W 2	+20	Nach AD 2000- Merkblatt W 2	Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder 3.2 nach AD 2000- Merkblatt W 2, wobei als untere Temperaturgrenze für Abnahmeprüfzeugnis 3.1 die tiefsten Betriebstemperaturen in Spalte 4 gelten
		X5CrNi18-10 1.4301					250				
		X4CrNi18-12 1.4303					160				
		X2CrNi18-9 1.4307					250				
		X5CrNi18-9 1.4315					–				
		X6CrNiNb18-10 1.4550					450				
		X5CrNiMo17-12-2 1.4401					250				
		X2CrNiMo17-12-2 1.4404					250				
		X2CrNiMo17-12-3 1.4432					250				
		X6CrNiMoNb17-12-2 1.4580					250				
		X1NiCrMoCuN25-20-7 1.4529					250				
		X1CrNiMoCuN25-25-5 1.4537					–				
		X1NiCrMoCu25-20-5 1.4539					250				
		X1CrNiMoCuN20-18-7 1.4547					250				
		X2CrNiMoN17-13-5 ⁷⁾ 1.4439					160				
		X3CrNiMo18-12-3 1.4449					450				
		X2CrNi19-11 1.4306				75	250				
		X6CrNiTi18-10 1.4541					450				
		X6CrNiMoTi17-12-2 1.4571					450				
		X2CrNiN18-10 1.4311					250				
		X1CrNi25-21 1.4335					–				
		X2CrNiMoN17-11-2 1.4406					250				
		X2CrNiMoN17-13-3 1.4429					400				
		X2CrNiMoN18-12-4 1.4434					–				
		X2CrNiMo18-14-3 1.4435					250				
		X3CrNiMo17-13-3 1.4436					–				
		X2CrNiMo18-15-4 1.4438					–				
		X1CrNiMoN25-22-2 1.4466					–				
		X1NiCrMoCu31-27-4 1.4563					250				
		X2CrNiMoN22-5-3 ⁷⁾ 1.4462					400				
		X2CrNiN23-4 ⁷⁾ 1.4362									
		X2CrNiMoCuN25-6-3 1.4507						–40			Abnahmeprüfzeugnis 3.2
		X2CrNiMoN25-7-4 ⁷⁾ 1.4410									
		X2CrNiMoCuWN25-7-4 1.4501					160				

Tafel 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr.	Stahlart	Stahlsorte, Stahlgussorte		Tiefste Betriebs- temperatur °C bei Beanspruchungs- fall			Größte zulässige Dicke, bei Rohren Wanddicke mm 7 ¹³⁾	Größter zulässiger Durch- messer	Zähigkeitsnachweis			Nachweis der Güteeigenschaften (Bescheinigung gemäß DIN EN 10204)
				I 4	II 5	III 6			Probenform, Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang	Prüf- tempe- ratur °C	Anforde- rungen ⁹⁾	
1	2	3		4	5	6			8	9	10	11
3	Nahtlose Rohre aus austenitischen und austenitisch-ferritischen nichtrostenden Stählen nach DIN EN 10216-5 Geschweißte Rohre aus austenitischen und austenitisch-ferritischen nichtrostenden Stählen nach DIN EN 10217-7	X5CrNi18-10	1.4301	-200	-255	-273	50	-	Proben mit V-Kerb; Probenlage, Probenrichtung entsprechend DIN EN 10216-5 oder DIN EN 10217-7 und AD 2000-Merkblatt W 2	+20	Nach DIN EN 10216-5 oder DIN EN 10217-7	Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder 3.2 nach AD 2000- Merkblatt W 2, wobei als untere Temperaturgrenze für Abnahmeprüfzeugnis 3.1 die tiefsten Betriebstemperaturen in Spalte 4 gelten
		X2CrNi18-9	1.4307									
		X6CrNiNb18-10	1.4550									
		X5CrNiMo17-12-2	1.4401									
		X2CrNiMo17-12-2	1.4404									
		X2CrNiMo17-12-3	1.4432									
		X2CrNiMoN17-13-5 ⁷⁾	1.4439									
		X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529									
		X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539									
		X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547									
		X6CrNiMoNb17-12-2 ⁴⁾	1.4580									
		X2CrNi19-11	1.4306	-273 ²⁾	-273	-273						
		X6CrNiTi18-10	1.4541									
		X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571									
		X2CrNiN18-10	1.4311									
		X1CrNi25-21	1.4335	-273	-273	-273						
		X2CrNiMoN17-13-3	1.4429									
		X2CrNiMo18-14-3	1.4435									
		X3CrNiMo17-13-3	1.4436									
		X2CrNiMo18-15-4	1.4438									
		X1CrNiMoN25-22-2	1.4466									
X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563											
X2CrNiMoN22-5-3 ⁷⁾	1.4462	-40	-60	-60	30							
X2CrNiN23-4 ⁷⁾	1.4362											
X2CrNiMoCuN25-6-3 ⁴⁾	1.4507											
X2CrNiMoN25-7-4 ⁷⁾	1.4410											
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501											
X2CrNiMoSi18-5-3 ⁴⁾	1.4424											
Nichtrostende austenitische Stahlgussorten nach DIN EN 10213-4	GX5CrNi19-10	1.4308	-200	-255	-273	30 ⁵⁾	-	Proben mit V-Kerb; Probenlage, Probenrich- tung und Prüfumfang nach DIN EN 10213-1 und AD 2000-Merkblatt W 5	+20	Nach DIN EN 10213-4	Abnahmeprüfzeugnis 3.2 ¹¹⁾	
	GX5CrNiNb19-11	1.4552	-105	-165	-200	150 ⁵⁾			+20			
	GX5CrNiMo19-11-2	1.4408	-200	-255	-273	150 ⁵⁾			-196 ¹⁰⁾			

Tafel 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr.	Stahlart	Stahlsorte, Stahlgussorte	Tiefste Betriebs- temperatur °C bei Beanspruchungs- fall			Größte zulässige Dicke, bei Rohren Wanddicke mm 7 ¹³⁾	Größter zulässiger Durch- messer	Zähigkeitsnachweis			Nachweis der Güteeigenschaften (Bescheinigung gemäß DIN EN 10204)
			I 4	II 5	III 6			Probenform, Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang	Prüf- tempe- ratur °C	Anforde- rungen ⁹⁾	
1	2	3	4	5	6			8	9	10	11
3	Kaltumgeformte nichtrostende austenitische Schrauben ohne Kopf nach DIN EN ISO 3506-1	A 2 A 3 in den Festigkeits- A 4 klassen 50 und 70 A 5	−200	Nicht vorge- sehen	Nicht vorge- sehen	Nach AD 2000-Merkblatt W 2		Nicht erforderlich			Nach AD 2000-Merkblatt W 2
	Kaltumgeformte nichtrostende austenitische Schrauben mit Kopf nach DIN EN ISO 3506-1	A 2 A 3 in den Festigkeits- A 4 klassen 50 und 70 A 5	−200 −200 −60 −60								
4	Kaltzähe Stähle nach DIN EN 10028-4	11MnNi5-3 13MnNi6-3	−60	−110	−140	≤ 50	−	Proben mit V-Kerb; Probenlage entsprechend DIN EN 10028-1, DIN EN 10222-1 oder DIN EN 10269; Probenrichtung und Prüfumfang entsprechend dem für die jeweilige Erzeugnisform geltenden AD 2000-Merkblatt der Reihe W	−60	Nach DIN EN 10028-4	Abnahmeprüfzeugnis 3.2 ⁸⁾
		12Ni14	−105	−155	−185	≤ 50			−100		
		X12Ni5	−120	−170	−200	≤ 25 > 25, ≤ 30 > 30, ≤ 50			−110 −115 −120		
		X8Ni9	−200	−255	−273	≤ 50			−196		
	Stähle für den Einsatz bei tiefen Temperaturen nach DIN EN 10222-3	13MnNi6-3	−60	−110	−140	≤ 70	−		−60	Nach DIN EN 10222-3	
		12Ni14	−100	−150	−180	≤ 70	−		−100		
		X12Ni5	−120	−170	−200	≤ 50	−		−120		
		X8Ni9	−200	−255	−273	≤ 70	−		−196		
	Stähle für den Einsatz bei tiefen Temperaturen nach DIN EN 10269	25CrMo4	−65	Nicht vorge- sehen	Nicht vorge- sehen	−	≤ 60 > 60 ≤ 100		−60 −50	Nach DIN EN 10269	
		X12Ni5	−120			−	≤ 45 > 45 ≤ 75		−120 −110		

Tafel 1 (fortgesetzt)

Lfd. Nr.	Stahlart	Stahlsorte, Stahlgussorte	Tiefste Betriebstemperatur °C bei Beanspruchungsfall			Größte zulässige Dicke, bei Rohren Wanddicke mm 7 ¹³⁾	Größter zulässiger Durchmesser	Zähigkeitsnachweis			Nachweis der Güteeigenschaften (Bescheinigung gemäß DIN EN 10204)
			I	II	III			Probenform, Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang	Prüf-temperatur °C	Anforderungen ⁹⁾	
1	2	3	4	5	6			8	9	10	11
4	Nahtlose Rohre aus kaltzähem Stählen nach DIN EN 10216-4 Geschweißte Rohre aus kaltzähem Stählen nach DIN EN 10217-4 und DIN EN 10217-6	P215NL	-50	-100	-130	≤ 10	–	Proben mit V-Kerb; Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang entsprechend DIN EN 10216-4, DIN EN 10217-4 oder DIN EN 10217-6 und AD 2000-Merkblatt W 4	-40	Nach DIN EN 10216-4, DIN EN 10217-4 oder DIN EN 10217-6	Abnahmeprüfzeugnis 3.1
		P255QL ⁴⁾	-50	-100	-130	≤ 25 > 25, ≤ 40	–		-50 -40		Abnahmeprüfzeugnis 3.2 ¹¹⁾
		P265NL	-50	-100	-130	≤ 25	–		-40		
		26CrMo4-2 ⁴⁾	-65	-115	-145	≤ 40	–		-60		
		11MnNi5-3 ⁴⁾ 13MnNi6-3 ⁴⁾	-60	-110	-140	≤ 40	–		-60		
		12Ni14 ⁴⁾	-105	-155	-185	≤ 25 > 25, ≤ 40	–		-100 -90		
		X12Ni5 ⁴⁾	-120	-170	-200	≤ 25 > 25, ≤ 40	–		-120 -110		
		X10Ni9 ⁴⁾	-200	-255	-273	≤ 40	–		-196		
5	Kaltzäher Stahlguss nach DIN EN 10213-3	G17Mn5	-40	-90	-120	≤ 50 ⁵⁾	–	Proben mit V-Kerb; Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang nach DIN EN 10213-1 und AD 2000-Merkblatt W 5	-40	Nach DIN EN 10213-3	Abnahmeprüfzeugnis 3.2
		G20Mn5	-40	-90	-120	≤ 100 ⁵⁾			-40		
		G9Ni10	-70	-120	-150	≤ 35 ⁵⁾			-70		
		G9Ni14	-90	-140	-170	≤ 35 ⁵⁾			-90		
		GX3CrNi13-4 ⁶⁾	-120	-170	-200	≤ 300 ⁵⁾			-120		
	Kaltzäher Stahlguss nach Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 685	G26CrMo4	-50	-100	-130	≤ 75 ⁵⁾	–	Proben mit V-Kerb; Probenlage, Probenrichtung und Prüfumfang nach SEW 685 und AD 2000-Merkblatt W 5	-50	Nach SEW 685	Abnahmeprüfzeugnis 3.2
		G10 Ni6	-50	-100	-130	≤ 35 ⁵⁾			-50		
		GX6CrNi18-10	-255	-273	-273	≤ 250 ⁵⁾			-196		

- 1) Wenn die Betriebstemperatur höher liegt als die tiefste zulässige Betriebstemperatur, erhöht sich die größte zulässige Dicke oder der größte zulässige Durchmesser um 2 mm/K.
- 2) Bei tiefsten Betriebstemperaturen tiefer als -200 °C bis -273 °C, Prüfung der Kerbschlagarbeit bei -196 °C mit Proben mit V-Kerb, Mindestanforderung 60 J für Dicken bzw. Wanddicken ≥ 10 mm, bei Stabstahl und Schmiedestücken bei Durchmessern ≥ 15 mm.
- 3) Bei geschweißten Rohren nur, wenn ohne Zusatz geschweißt.
- 4) Nur für nahtlose Rohre.
- 5) Größte maßgebende Wanddicke.
- 6) In Verbindung mit VdTÜV-Werkstoffblatt 452.
- 7) In Verbindung mit den VdTÜV-Werkstoffblättern 405, 418, 496 oder 508.
- 8) Für Muttern und Stabstahl für Muttern gelten die Regelungen des AD 2000-Merkblattes W 7.
- 9) Sofern eine Kerbschlagbiegeprüfung in Spalte 8 gefordert wird, gelten die Anforderungen der Werkstoffnorm, jedoch mindestens 27 J Kerbschlagarbeit.

- 10) Sofern in der Bestellung nichts anderes vereinbart ist, kann die Prüfung bei Raumtemperatur ausgeführt werden, wenn der Hersteller der zuständigen unabhängigen Stelle die Einhaltung der gestellten Anforderungen mit ausreichender Sicherheit nachgewiesen hat. Im Abnahmeprüfzeugnis ist auf die Zustimmung durch die zuständige unabhängige Stelle zur Prüfung bei Raumtemperatur hinzuweisen.
- 11) Für Rohre aus den Stahlsorten P255QL, P265NL, P275NL1 sowie P275NL2 mit Wanddicken bis 30 mm sowie für Stahlguss nach AD 2000-Merkblatt W 5, Abschnitt 2.6 mit Stückgewichten < 200 kg genügt ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 anstelle 3.2, wenn das Herstellerwerk der zuständigen unabhängigen Stelle den Nachweis ausreichender statistischer Sicherheit geführt hat. Der Übergang auf ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 ist dem Herstellerwerk von der zuständigen unabhängigen Stelle zu bestätigen. Wird hiervon Gebrauch gemacht, ist das Bestätigungsschreiben der zuständigen unabhängigen Stelle im Abnahmeprüfzeugnis 3.1 aufzuführen. Sofern es nicht im Rahmen laufender eigener Abnahmeprüfungen geschieht, soll sich die zuständige unabhängige Stelle in bestimmten Zeitabständen (etwa 1 bis 2 Jahre) davon überzeugen, dass die Voraussetzungen erhalten geblieben sind.
- 12) Für Flacherzeugnisse nach AD 2000-Merkblatt W 1 aus warmfesten Stählen nach DIN EN 10028-2 und aus unlegierten Baustählen der Gütestufe J2 und K2 nach DIN EN 10025-2 sind Werte der Kerbschlagarbeit von mindestens 27 J bei einer Temperatur von -20 °C spezifiziert oder können vereinbart werden. Sofern diese Werte im Abnahmeprüfzeugnis nachgewiesen sind, können diese Erzeugnisse für Betriebstemperaturen herab bis -20 °C im Beanspruchungsfall I verwendet werden.
- 13) Andere Durchmesser/Wanddicken sind zulässig, sofern in den VdTÜV-Werkstoffblättern eine herstellerbezogene Eignungsfeststellung vorliegt.

Tafel 2 — Einteilung der Beanspruchungsfälle und Spannungsarmglühen der ferritischen Stahlsorten nach dem Schweißen (PWHT)

Beanspruchungsfall	I	II				III
Sicherheitsbeiwert S_r oder Dampfdruck des Beschickungsmittels	$S_r = S$ 100 %	$S_r = 4/3 S$ 75 %		$S_r = 2 S$ 50 %		$S_r = 4 S$ 25 %
Spannungsarmglühen erforderlich	entsprechend AD 2000-Merkblatt HP 7/2	abweichend von AD 2000-Merkblatt HP 7/2 bei Wanddicken ¹⁾ in mm				entsprechend AD 2000-Merkblatt HP 7/2 ⁴⁾
	<div><div>≤ 10²⁾</div><div>> 10</div><div>> 10 ≤ 20³⁾</div><div>> 20</div></div> <p>Für Stähle der Prüfgruppe 5.4 bedeutet bei austenitischer Schweißung oder mit Nickelbasislegierung durchgeführter Schweißung eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen nicht immer eine Verbesserung der Eigenschaften; deswegen ist sie im Einzelfall besonders zu vereinbaren.</p>					

1)

Die maßgebende Wanddicke ist die Dicke der drucktragenden Behälterwand oder die maßgebende Schweißnahtdicke; bei Böden, Aufschweißflanschen und ähnlichen Teilen die Dicke der Schweißnaht.

2)

Nur bei Stahlsorten der Prüfgruppen 4.1, 4.2, 5.2, 5.3 entsprechend AD 2000-Merkblatt HP 0, Tafel 1 b. Auf das Spannungsarmglühen kann bei diesen Stahlsorten verzichtet werden, wenn an einer getrennt geschweißten Probe ausreichende Zähigkeit nachgewiesen wird.

3)

Nur bei Stahlsorten der Prüfgruppen 4.1, 4.2, 5.2, 5.3 entsprechend AD 2000-Merkblatt HP 0, Tafel 1 b.

4)

Bei den Stählen der Zeile 1 in Tafel 1, die normalerweise nicht für den Einsatz bei Temperaturen unter −10 °C vorgesehen sind, kann bei Wanddicken > 20 mm nur dann auf das Spannungsarmglühen verzichtet werden, wenn an einer getrennt geschweißten Probe ausreichende Zähigkeit nachgewiesen wird.

Tafel 3 a — Festigkeitskennwerte K bei Berechnungstemperaturen¹⁾ für die Stahlsorten nach DIN EN 10028-4, DIN EN 10216-4, DIN EN 10217-4, DIN EN 10217-6, DIN EN 10222-3 und DIN EN 10269 in den in Betracht kommenden Erzeugnisformen und Abmessungen

Stahlsorte		DIN EN 10216-4 ³⁾	DIN EN 10222-3	DIN EN 10028-4	DIN EN 10269	Festigkeitskennwerte <i>K</i> bei der Berechnungstemperatur			
Kurzname	Werkstoff-Nr.	Wanddicke <i>T</i> mm	Dicke ²⁾ mm		Durchmesser mm	100 °C MPa	200 °C MPa	250 °C MPa	300 °C MPa
P215NL	1.0451	≤ 10	in diesen Normen nicht enthalten			175	145	130	115
P255QL	1.0452	≤ 40	in diesen Normen nicht enthalten			185	155	140	125
26CrMo4-2	1.7219	≤ 40	in diesen Normen nicht enthalten			320	300	290	280
25CrMo4	1.7218	in diesen Normen nicht enthalten			≤ 100	428	412	392	363
11MnNi5-3	1.6212	≤ 40	in dieser Norm nicht enthalten	≤ 50	in dieser Norm nicht enthalten	210	170	155	140
13MnNi6-3	1.6217	≤ 40	≤ 70	≤ 50	in dieser Norm nicht enthalten	260	220	205	190
12Ni14	1.5637	≤ 40	≤ 70	≤ 50	in dieser Norm nicht enthalten	245	205	190	170
X12Ni5	1.5680	≤ 40	≤ 50	≤ 50	≤ 75	260	220	200	180
X8Ni9	1.5662	in dieser Norm nicht enthalten	≤ 70	≤ 50	— ⁴⁾	370	335	315	300
X10Ni9	1.5682	≤ 40	in diesen Normen nicht enthalten						

1)

Siehe Abschnitt 6.

2)

Für Erzeugnisse nach DIN EN 10028-4 gilt die Erzeugnisdicke *t*; für Erzeugnisse nach DIN EN 10222-3 gilt der maßgebliche Querschnitt *t_R*.

3)

Die für die Stahlsorte P215NL (1.0451) nach DIN EN 10216-4 angegebenen Festigkeitskennwerte *K* und die Wanddicke *T* gelten auch für die Stahlsorte P215NL (1.0451) nach DIN EN 10217-4 und DIN EN 10217-6. Die Festigkeitskennwerte *K* für erhöhte Temperaturen liegen für die Stahlsorte P265NL (1.0453) nach DIN EN 10216-4, DIN EN 10217-4 und DIN EN 10217-6 nicht vor.

4)

Dieser Stahl für Befestigungselemente ist im AD 2000-Merkblatt W 7 nicht vorgesehen.

AD 2000-Merkblatt

Seite 10 AD 2000-Merkblatt W 10, Ausg. 01.2020

Tafel 3 b — Festigkeitskennwerte K bei Berechnungstemperaturen¹⁾ für Stahlgussorten nach SEW 685

Stahlgussorte	Werkstoff-Nr.	Maßgebende Wanddicke mm höchstens	Festigkeitskennwerte K bei der Berechnungstemperatur				
			100 °C MPa	150 °C MPa	200 °C MPa	250 °C MPa	300 °C MPa
G26CrMo4	1.7221	75	220	200	195	190	180
G10Ni6	1.5621	35	185	170	155	140	125
GX6CrNi18-10	1.6902	250	130	115	105	95	90

¹⁾ Siehe Abschnitt 6.

Tafel 3 c — Festigkeitskennwerte K bei Berechnungstemperaturen¹⁾ für Stahlgussorten²⁾ nach DIN EN 10213-3

Stahlgussorte	Werkstoff-Nr.	Maßgebende Wanddicke mm höchstens	Festigkeitskennwerte K bei der Berechnungstemperatur				
			100 °C MPa	150 °C MPa	200 °C MPa	250 °C MPa	300 °C MPa
G20Mn5	1.6220	100	200	190	180	175	170
G9Ni14	1.5638	35	255	235	215	190	175
GX3CrNi13-4	1.6982	300	515	500	485	470	455

¹⁾ Siehe Abschnitt 6.
²⁾ Festigkeitskennwerte K für erhöhte Temperaturen liegen für die Stahlgussorten G17Mn5 und G9Ni10 nach DIN EN 10213-3 nicht vor.

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