

AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Mai 2018

Werkstoffe für Druckbehälter	Flacherzeugnisse aus unlegierten und legierten Stählen	AD 2000-Merkblatt W 1
---	---	----------------------------------

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 Prüfung	2
4 Kennzeichnung	3
5 Nachweis der Güteeigenschaften	3
6 Kennwerte für die Bemessung.....	4

Ersatz für Ausgabe Juli 2006; | = 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

1.1 Dieses AD 2000-Merkblatt gilt für Flacherzeugnisse (Blech, Band, Breitflachstahl; s. DIN EN 10079) aus unlegierten und legierten ferritischen Stählen zum Bau von Druckbehältern, die bei Betriebstemperaturen sowie bei Umgebungstemperaturen herab bis -10 °C und bis zu den in Abschnitt 2 genannten oberen Temperaturgrenzen betrieben werden.

Für Betriebstemperaturen unter -10 °C gilt zusätzlich das AD 2000-Merkblatt W 10.

1.2 Für Flacherzeugnisse aus austenitischen Stählen gilt das AD 2000-Merkblatt W 2. Für plattiertes Blech ist das AD 2000-Merkblatt W 8 anzuwenden.

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

2 Geeignete Werkstoffe

Es dürfen verwendet werden:

2.1 Die in Tafel 1 aufgeführten unlegierten Baustähle nach DIN EN 10025-2 in den Anwendungsgrenzen und Lieferzuständen nach Tafel 2.

2.2 Stähle für einfache Druckbehälter nach DIN EN 10207 in den Anwendungsgrenzen nach Tafel 2.

2.3 Die in Tafel 1 aufgeführten unlegierten und legierten warmfesten Stähle nach DIN EN 10028-2 in den Anwendungsgrenzen und Lieferzuständen nach Tafel 3. Für die legierten warmfesten Stähle 15NiCuMoNb5-6-4, 12CrMo9-10 und 20MnMoNi4-5 gelten hinsichtlich Anwendungsgrenzen und Lieferzuständen die VdTÜV-Werkstoffblätter 377/1, 404/1 und 440/1.

2.4 Die in Tafel 1 aufgeführten schweißgeeigneten normalgeglühten Feinkornbaustähle nach DIN EN 10028-3 in Verbindung mit den VdTÜV-Werkstoffblättern 352/1, 354/1, 356/1 und 357/1.

2.5 Die in Tafel 1 aufgeführten kaltzähenden Stähle nach DIN EN 10028-4 bis 50 °C . Für den kurzzeitigen Betrieb bei höheren Temperaturen gilt AD 2000-Merkblatt W 10, Tafel 3 a. Für die Stahlsorten 11MnNi5-3 und 13MnNi6-3 ist die maximal zulässige Blechdicke auf 50 mm begrenzt.

2.6 Andere Werkstoffe und Werkstoffe nach 2.1 bis 2.5 außerhalb der dafür festgelegten Anwendungsgrenzen nach Eignungsfeststellung. Sie sollen die den Werkstoff kennzeichnenden Werte aufweisen und für die Probenrichtung quer folgenden Mindestanforderungen genügen:

- Bruchdehnung bei Raumtemperatur $A \geq 16\%$,
- Kerbschlagarbeit KV_2 nach DIN EN ISO 148 bei tiefster Betriebstemperatur, jedoch nicht höher als $20\text{ °C} \geq 27\text{ J}$ (Mittelwert aus drei Versuchen). Bei Proben, die nicht der genormten Breite von 10 mm entsprechen, verringern sich die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit proportional dem Probenquerschnitt.

3 Prüfung

3.1 Für die Prüfung der Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.1 sind DIN EN 10025-1 und DIN EN 10025-2 maßgebend. Die Prüfung erfolgt nach Schmelzen.

Bei Stahlsorten der Gütegruppe JR mit Nenndicken $\geq 6\text{ mm}$ ist der Kerbschlagbiegeversuch zusätzlich durchzuführen.

3.2 Die Prüfung der Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.2 erfolgt nach DIN EN 10207.

3.3 Die Prüfung der Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.3 erfolgt nach DIN EN 10028-2. Je Schmelze und Abmessungsbereich ist ein Zugversuch bei der maximal zulässigen Temperatur des Druckbehälters durchzuführen. Ist diese nicht bekannt, erfolgt die Prüfung bei 300 °C . Sofern in der Bestellung nichts anderes vereinbart, kann auf den Warmzugversuch verzichtet 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 zum Entfall des Warmzugversuches hinzuweisen.

Werden Flacherzeugnisse aus 16Mo3 im normalisierend gewalzten Zustand geliefert, sind zusätzlich mechanisch-technologische Prüfungen im gleichen Umfang an simulierend normalisierten Proben durchzuführen.

3.4 Die Prüfung der Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.4 erfolgt nach DIN EN 10028-3. Werden die Flacherzeugnisse im normalisierend gewalzten Zustand geliefert, sind zusätzliche mechanisch-technologische Prüfungen im gleichen Umfang an simulierend normalisierten Proben durchzuführen. Für alle Stahlsorten der Reihe NH ist der Zugversuch bei der maximal zulässigen Temperatur des Druckbehälters durchzuführen. Wird die Temperatur bei der Bestellung nicht vorgegeben, erfolgt die Prüfung bei 300 °C. Die Prüfung ist je Schmelze und Abmessungsbereich durchzuführen. Sofern in der Bestellung nichts anderes vereinbart, kann auf den Warmzugversuch verzichtet 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 zum Entfall des Warmzugversuches hinzuweisen. Der Kerbschlagbiegeversuch wird an Querproben durchgeführt.

3.5 Die Prüfung der Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.5 erfolgt nach DIN EN 10028-4. Bei aus Band geschnittenen Blechen und Bändern ist der Kerbschlagbiegeversuch an Querproben durchzuführen.

3.6 Die Prüfung der Flacherzeugnisse aus anderen Werkstoffen nach Abschnitt 2.6 erfolgt nach den Festlegungen der Eignungsfeststellung.

3.7 Legierte Stähle sind je Prüfeinheit mit geeigneten Mitteln auf Werkstoffverwechselung zu prüfen und zu bescheinigen.

3.8 Jedes Blech ist auf Oberflächenbeschaffenheit zu prüfen.

3.9 Für die Prüfung nach Weiterverarbeitung gelten die AD 2000-Merkblätter der Reihe HP.

4 Kennzeichnung

4.1 Flacherzeugnisse sind mindestens zu kennzeichnen mit

- Zeichen des Herstellerwerkes,
- Kurznamen der Stahlsorte oder Werkstoff-Nummer,
- Schmelzenummer,
- Zeichen der zuständigen unabhängigen Stelle (bei Abnahmeprüfzeugnis 3.2) bzw. Zeichen des Abnahmebeauftragten des Herstellers (bei Abnahmeprüfzeugnis 3.1).

Bei Lieferung mit Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 sind die Bleche und Bänder, von denen die Probenabschnitte zum Nachweis der Güteeigenschaften entnommen werden, zusätzlich mit der Probennummer¹⁾ zu kennzeichnen.

Bei Blechen ist die Kennzeichnung an einem Ende so anzubringen, dass sie aufrecht steht, wenn man in Hauptwalzrichtung blickt. Die Kennzeichnung erfolgt durch Einprägen. Bei Nenndicken ≤ 5 mm ist eine dauerhafte Farbkennzeichnung zulässig.

Eine durch Einprägen aufgebrachte Kennzeichnung ist mit weißer Farbe zu markieren.

Bei aus Band geschnittenen Blechen ist unabhängig von der Nenndicke eine dauerhafte Farbkennzeichnung durch den Werkstoffhersteller zulässig, wenn bei der Bestellung nicht ausdrücklich eine andere Kennzeichnung vorgegeben ist.

Die Kennzeichnung von Band erfolgt auf einem Anhängeschild. Zusätzlich sind die äußeren Bandenden gleichlautend mit einer dauerhaften Farbkennzeichnung zu versehen.

Bei Lieferung von Blechen, die durch Zerteilen einer Walztafel oder eines Bandes hergestellt werden, ist die Kennzeichnung auf jedes Blech zu übertragen. Werden die Bleche gebündelt, so ist zusätzlich die Kennzeichnung auf einem Anhängeschild erforderlich.

4.2 Darüber hinaus gelten für Flacherzeugnisse aus Stählen nach den Abschnitten 2.1 bis 2.5 die in den dort genannten Liefornormen bzw. VdTÜV-Werkstoffblättern getroffenen zusätzlichen Festlegungen.

4.3 Flacherzeugnisse aus anderen Werkstoffen nach Abschnitt 2.6 sind entsprechend den Festlegungen in der Eignungsfeststellung zu kennzeichnen.

5 Nachweis der Güteeigenschaften

5.1 Art der Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204

Der Nachweis der Güteeigenschaften der Flacherzeugnisse erfolgt mit einer Prüfbescheinigung gemäß Tafel 1.

Die Gültigkeit von Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204:1995 ist im AD 2000-Merkblatt W 0, Abschnitt 3.4 geregelt.

1) Als Probennummer kann auch die Blech-Nr. oder die Band-Nr. dienen.

5.2 Inhalt der Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204

Die Prüfbescheinigung muss die in DIN EN 10028-1 geforderten Angaben enthalten. Außerdem ist in jeder Prüfbescheinigung die der Lieferung zugrunde liegende Technische Lieferbedingung (z. B. DIN EN 10028-2) und Technische Regel (AD 2000-Merkblatt W 1) anzugeben.

6 Kennwerte für die Bemessung

6.1 Für Bleche und Bänder aus Werkstoffen nach Abschnitt 2.1 gelten bis 50 °C die in DIN EN 10025-2 für Raumtemperatur angegebenen Werte der Streckgrenze. Für Berechnungstemperaturen von 100 bis 300 °C gelten die Werte der Tafel 4. Die dort angegebene Wanddicke bezieht sich auf die Wanddicke des Druckbehälters. Für die Herstellung von Flanschen aus Blechen gelten die Kennwerte des AD 2000-Merkblattes W 9.

Für die Bemessung ebener Böden und Platten nach AD 2000-Merkblatt B 5, die aus Blechen hergestellt wurden, gelten bis 50 °C die in DIN EN 10025-2 für Raumtemperatur angegebenen Werte der Streckgrenze und für Berechnungstemperaturen von 100 bis 300 °C die Werte der Tafel 5.

6.2 Für Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.2 gelten die in DIN EN 10207 festgelegten Werte.

6.3 Für Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.3 gelten die in DIN EN 10028-2 festgelegten Werte.

6.4 Für Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.4 gelten die in DIN EN 10028-3 festgelegten Werte.

6.5 Für Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.5 gelten die in DIN EN 10028-4 festgelegten Werte.

6.6 Für Flacherzeugnisse aus Stählen nach Abschnitt 2.6 gelten die bei der Eignungsfeststellung festgelegten Werte.

6.7 Die in den Werkstoffspezifikationen oder Eignungsfeststellungen für 20 °C angegebenen Kennwerte gelten bis 50 °C, die für 100 °C angegebenen Werte bis 120 °C. In den übrigen Bereichen ist zwischen den angegebenen Werten linear zu interpolieren (z. B. für 80 °C zwischen 20 und 100 °C und für 180 °C zwischen 100 und 200 °C), wobei eine Aufrundung nicht zulässig ist. Für Stähle mit Einzelgutachten gilt die Interpolationsregel nur bei hinreichend engem Abstand²⁾ der Stützstellen.

2) In der Regel wird hierunter ein Temperaturabstand von 50 K im Bereich der Warmstreckgrenze und von 10 K im Bereich der Zeitstandfestigkeit verstanden.

Tafel 1 — Art der Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204

Technische Lieferbedingung	Abschnitt	Stahlsorte Kurzname	Art der Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204 ¹⁾
DIN EN 10025-2	2.1	S235JR+N	3.1 ²⁾
		S235J2+N	3.1
		S275JR+N	3.1 ²⁾
		S275J2+N	3.1
		S355J2+N	
		S355K2+N	
DIN EN 10207	2.2	P235S	3.1
		P265S	
		P275SL	
DIN EN 10028-2	2.3	P235GH	3.1
		P265GH	3.2 (≤ 30 mm 3.1 ³⁾)
		P295GH	
		P355GH	
		16Mo3	3.2
		13CrMo4-5	
		10CrMo9-10	
		12CrMo9-10	
		20MnMoNi4-5	
		15NiCuMoNb5-6-4	
DIN EN 10028-3	2.4	P275NH	3.1
		P275NL1	3.2
		P275NL2	
		P355N	3.2 (≤ 30 mm 3.1 ³⁾)
		P355NH	
		P355NL1	3.2
		P355NL2	
		P420NH	
		P420NL1	
		P420NL2	
		P460NH	
		P460NL1	
		P460NL2	
DIN EN 10028-4	2.5	11MnNi5-3	3.2
		13MnNi6-3	
		12Ni14	
		X12Ni5	
		X8Ni9	
	2.6	andere	entsprechend den Festlegungen bei der Eignungsfeststellung

1) Die Gültigkeit von Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204:1995 ist im AD 2000-Merkblatt W 0, Abschnitt 3.4 geregelt.

2) Bei Erzeugnisdicken < 6 mm Werkszeugnis.

3) In den genannten Abmessungsbereichen genügt ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 anstelle 3.2, wenn das Herstellerwerk gegenüber 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 in den Abnahmeprüfzeugnissen 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.

AD 2000-Merkblatt

Seite 6 AD 2000-Merkblatt W 1, Ausg. 05.2018

Tafel 2 — Anwendungsgrenzen für Flacherzeugnisse aus Stählen nach DIN EN 10025-2 und DIN EN 10207

Technische Lieferbedingung	Stahlsorte		Erzeugnis- dicke mm	Berechnungs- temperatur ¹⁾ °C	Üblicher Lieferzustand	$d_i \cdot p^{2)}$
	Kurzname	Werkstoff-Nr.				
DIN EN 10025-2	S235JR+N	1.0038	≤ 150	≤ 300	+N ³⁾⁴⁾	≤ 20000
	S235J2+N	1.0117			+N ³⁾	
	S275JR+N	1.0044			+N ³⁾⁴⁾	
	S275J2+N	1.0145			+N ³⁾	
	S355J2+N	1.0577				
	S355K2+N	1.0596				
DIN EN 10207	P235S	1.0112	≤ 60		+N ³⁾	
	P265S	1.0130				
	P275SL	1.1100				

1) Siehe AD 2000-Merkblatt B 0, Abschnitt 5.

2) Gilt nur für Druckbehälter und Anbauteile an Druckbehältern. Produkt aus dem größten Innendurchmesser d_i in mm des Druckbehälters oder des Anbauteils und dem maximal zulässigen Druck p in bar.

3) Normalgeglüht oder in einem durch normalisierendes Walzen erzielten gleichwertigen Zustand.

4) Bei Erzeugnisdicken > 4,75 bis ≤ 25 mm können die Erzeugnisse auch im Walzzustand (+AR) geliefert werden. Erzeugnisdicken ≤ 4,75 mm dürfen im Walzzustand (+AR) geliefert werden, wenn das Herstellerwerk der zuständigen unabhängigen Stelle den Nachweis ausreichender statistischer Sicherheit erbracht hat.

Tafel 3 — Anwendungsgrenzen für Flacherzeugnisse aus Stählen nach DIN EN 10028-2

Stahlsorte		Erzeugnisdicke ¹⁾ mm	Üblicher Lieferzustand ¹⁾
Kurzname	Werkstoff-Nr.		
P235GH	1.0345	≤ 150	+N ²⁾
P265GH	1.0425		
P295GH	1.0481		
P355GH	1.0473		
16Mo3	1.5415		
13CrMo4-5	1.7335		
10CrMo9-10	1.7380		+NT oder +QT
15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	nach VdTÜV-Werkstoffblatt 377/1	nach VdTÜV-Werkstoffblatt 377/1
12CrMo9-10	1.7375	nach VdTÜV-Werkstoffblatt 404/1	nach VdTÜV-Werkstoffblatt 404/1
20MnMoNi4-5	1.6311	nach VdTÜV-Werkstoffblatt 440/1	nach VdTÜV-Werkstoffblatt 440/1

1) Für Erzeugnisse in anderen Erzeugnisdicken und anderen üblichen Lieferzuständen gilt Abschnitt 2.6.

2) Normalgeglüht oder in einem durch normalisierendes Walzen erzielten gleichwertigen Zustand.

Tafel 4 — Kennwerte für die Bemessung bei höheren Temperaturen für Stähle nach DIN EN 10025-2

Stahlsorte	Nennstärke mm	Kennwerte K bei Berechnungstemperatur			
		100 °C MPa	200 °C MPa	250 °C MPa	300 °C ¹⁾ MPa
S235JR S235J2	≤ 16	187	161	143	122
	> 16 bis ≤ 40	180	155	136	117
S275JR S275J2	≤ 16	220	190	180	150
	> 16 bis ≤ 40	210	180	170	140
S355J2 S355K2	≤ 16	254	226	206	186
	> 16 bis ≤ 40	249	221	202	181

¹⁾ Auch für beheizte Teile darf die Berechnungstemperatur 300 °C nicht überschreiten. AD 2000-Merkblatt B 0, Tafel 1 ist zu beachten.

Tafel 5 — Kennwerte für die Bemessung bei höheren Temperaturen für ebene Böden und Platten aus Stählen nach DIN EN 10025-2

Stahlsorte	Nennstärke mm	Kennwerte K bei Berechnungstemperatur			
		100 °C MPa	200 °C MPa	250 °C MPa	300 °C MPa
S235JR S235J2	≤ 16	187	161	143	122
	> 16 bis ≤ 40	180	155	136	117
	> 40 bis ≤ 100	173	149	129	112
	> 100 bis ≤ 150	159	137	115	102
S355J2 S355K2	≤ 16	254	226	206	186
	> 16 bis ≤ 40	249	221	202	181
	> 40 bis ≤ 63	234	206	186	166
	> 63 bis ≤ 80	224	196	176	156
	> 80 bis ≤ 100	214	186	166	146
	> 100 bis ≤ 150	194	166	146	126

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