

AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Juni 2017

Zusätzliche Hinweise	Leitfaden für die systematische Durchführung einer Risikoanalyse und -bewertung	AD 2000-Merkblatt Z 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. Anregungen hierzu sind zu richten an den Herausgeber:

Verband der TÜV e. V., Friedrichstraße 136, 10117 Berlin.

Inhalt

	Seite
0 Präambel	2
1 Vorbemerkung	2
2 Geltungsbereich.....	2
3 Durchführung der Gefahren- und Risikoanalyse.....	2
4 Hinweise zur Betriebsanleitung.....	12

Ersatz für Ausgabe Februar 2004; | = 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 Druckgeräte-richtlinie (DGR) 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 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 Vorbemerkung

Gemäß Druckgeräte-richtlinie (DGR), Anhang I, Vorbemerkung 3 ist der Hersteller verpflichtet, eine Analyse vorzunehmen, um die mit seinem Gerät verbundenen druckbedingten Gefahren und Risiken zu ermitteln. Bei der Wahl der angemessensten Lösungen hat der Hersteller gemäß Anhang I, Absatz 1.2 Druckgeräte-richtlinie folgende Grundsätze – und zwar in der angegebenen Reihenfolge – zu beachten:

- Stufe I: Beseitigung oder Verminderung der Gefahren, soweit dies nach vernünftigem Ermessen möglich ist;
- Stufe II: Anwendung von geeigneten Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren;
- Stufe III: Gegebenenfalls Unterrichtung der Benutzer über die Restgefahren und Hinweise auf geeignete besondere Maßnahmen zur Verringerung der Risiken bei der Installation und/oder der Benutzung.

2 Geltungsbereich

Dieses AD 2000-Merkblatt stellt einen Leitfaden für die systematische Durchführung einer Gefahren- und Risikoanalyse im Sinne des AD 2000-Regelwerks für Druckbehälter und Rohrleitungen sowie deren Ausrüstungsteile dar. Es können auch andere Vorgehensweisen angewendet werden, die die oben genannten Grundsätze erfüllen.

3 Durchführung der Gefahren- und Risikoanalyse

Basis für die Analyse sind die wesentlichen Sicherheitsanforderungen des Anhangs I der Druckgeräte-richtlinie unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsweise. Fehlende Angaben hierzu sind gegebenenfalls vom Betreiber/Besteller einzuholen. Die nach vernünftigem Ermessen vorhersehbaren druckbedingten Gefahren sind zu analysieren, dabei sind jene Bedingungen zu betrachten, unter denen das unter Druck stehende Fluid den sicheren Einschluss verlassen könnte.

Gemäß Anhang I, Absatz 1.3 ist, wenn die Möglichkeit einer unsachgemäßen Verwendung bekannt oder vorhersehbar ist, das Druckgerät so auszulegen, dass dem Risiko aus einer derartigen Benutzung vorgebeugt wird oder, falls dies nicht möglich ist, vor einer unsachgemäßen Benutzung des Druckgerätes in angemessener Weise zu warnen.

Zur Durchführung der Risikoanalyse und -bewertung kann Tafel 1 angewendet werden, worin mögliche Gefahren und Risiken sowie Maßnahmen zu deren Beseitigung oder Verminderung (Stufe I), Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Stufe II) und Hinweise an den Betreiber (Stufe III) zusammengestellt sind. Die Maßnahmen der Stufe I beruhen auf den AD 2000-Merkblättern. Die Schutzmaßnahmen der Stufe II sowie die Hinweise an den Betreiber (Stufe III) sind beispielhaft und nicht abschließend und im Einzelfall festzulegen.

Die Ergebnisse der Gefahren- und Risikoanalyse sind zu dokumentieren.

Tafel 1 — Zusammenstellung möglicher Gefahren und Maßnahmen zu deren Beseitigung bzw. Verminderung

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
Druckgeräte allgemein						
1	Mechanisches Versagen durch unvollständige Erfassung der relevanten Ausfallarten und/oder nicht fachgerechte Entwurfsmethoden	2.1	Auslegung für gesamte Lebensdauer	Reihe B und S N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 1, 2 und 8 N 4 Abschnitt 6 HP 511 HP 512 R A 4 Abschnitt 5		
2	Mechanisches Versagen aufgrund unvollständiger Belastungsannahmen	2.2.1	Auslegung für die beabsichtigte Verwendung und andere nach vernünftigem Ermessen vorhersehbare Betriebsbedingungen: — Innen- und Außendruck — Umgebungs- und Betriebstemperaturen — statischer Druck und Füllgewichte unter Betriebs- und Prüfbedingungen — Belastungen durch Verkehr, Wind und Erdbeben — Reaktionskräfte und -momente im Zusammenhang mit Tragelementen, Befestigungen, Rohrleitungen usw. — Korrosion und Erosion, Materialermüdung usw. — Zersetzung instabiler Fluide	Reihe B und S N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 1 und 2 N 4 Abschnitt 6 HP 100 R Abschnitt 3 HP 110 R Abschnitt 3 HP 120 R Abschnitt 3 A 4 Abschnitt 5		Angabe von Entwurfsmerkmalen, die für die Lebensdauer des Gerätes von Belang sind, z. B. — für Kriechen: Auslegungslbensdauer in Stunden bei spezifizierten Temperaturen — für Ermüdung: Auslegungszyklenzahl bei spezifizierten Spannungswerten — für Korrosion: Korrosionszuschlag bei der Auslegung — Belastungsannahmen für Wind, Erdbeben sowie Reaktionskräfte und -momente
3	Mechanisches Versagen aufgrund falscher Auslegungs- und Berechnungsmethoden	2.2.2	Auslegung auf der Grundlage folgender Verfahren: — Berechnungsmethode oder — experimentelle Auslegungsmethode	B 0 Abschnitt 2 S 4 S 5 S 6 N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 8 N 4 Abschnitt 6 HP 100 R Abschnitt 6 HP 110 R Abschnitt 6 HP 120 R Abschnitt 6 A 4 Abschnitt 5		
		2.2.3 a)	Begrenzung der zulässigen Beanspruchung durch Sicherheitsfaktoren und geeignete Auslegungsverfahren	Reihe B und S N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 8 N 4 Abschnitt 6 HP 100 R Abschnitt 6 HP 110 R Abschnitt 6 HP 120 R Abschnitt 6 A 4 Abschnitt 5		

AD 2000-Merkblatt

Seite 4 AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
3	Zu: Mechanisches Versagen aufgrund falscher Auslegungs- und Berechnungsmethoden	2.2.3 b)	<p>Nachweis der Belastbarkeit durch geeignete Auslegungsberechnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> — Berechnungsdrücke \geq maximal zulässige Drücke — Angemessene Sicherheitsmargen für Berechnungstemperaturen — Berücksichtigung aller möglichen Temperatur- und Druckkombinationen — Maximale Spannung und Spannungskonzentrationen innerhalb sicherer Grenzwerte — Verwendung belegter Werkstoffdaten unter Berücksichtigung entsprechender Sicherheitsfaktoren — Anwendung geeigneter Verbindungsfaktoren — Berücksichtigung der Verschleißmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> — Kriechen — Ermüdung — Korrosion 	<p>B 0 Abschnitt 4 N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 8 HP 801 Nr. 14 Abschnitt 4.1</p> <p>B 0 Abschnitt 5 N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 8</p> <p>B 0 Abschnitt 4 und 5 N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 8 N 4 Abschnitt 6</p> <p>B 0 Abschnitt 6, 7 und 8 S 4 N 1 Abschnitt 4.4 N 2 Abschnitt 8 N 4 Abschnitt 5</p> <p>B 0 Abschnitt 6 N 1 Abschnitt 3.7 N 2 Abschnitt 3 und 7 N 4 Abschnitt 3</p> <p>Reihe W B 0 Abschnitt 8 HP 0 Tafel 1 N 1 Abschnitt 4.5</p> <p>S 6 N 1 Abschnitt 3.5 und 4.4 N 2 Abschnitt 7.2</p> <p>S 1, S 2 HP 801 Nr. 15 N 1 Abschnitt 4.4 N 2 Abschnitt 2.4 und 7.2</p> <p>B 0 Abschnitt 9 N 1 Abschnitt 2.3 N 4 Abschnitt 3</p> <p>Zusätzlich gilt hinsichtlich der Belastbarkeit für:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Rohrleitungen: HP 100 R Abschnitt 5 und 6 HP 110 R Abschnitt 5 und 6 HP 120 R Abschnitt 5 und 6 — Gehäuse von Ausrüstungsteilen: A 4 		

AD 2000-Merkblatt

AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017 Seite 5

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
3	Zu: Mechanisches Versagen aufgrund falscher Auslegungs- und Berechnungsmethoden	2.2.3 c)	Ausreichende strukturelle Stabilität	S 3 HP 100 R Abschnitt 6 HP 110 R Abschnitt 6 HP 120 R Abschnitt 6		Soweit erforderlich, Hinweise auf Aufstellung und Verankerung
		2.2.4	Verwendung geeigneter Prüfprogramme bei Anwendung der experimentellen Auslegungsmethode	B 0 Abschnitt 2.2 und 2.4 S 5 Abschnitt 4 HP 100 R Abschnitt 6.1 A 4 Abschnitt 6.2		
4	Undichtheit und unbeabsichtigte Entspannung/ Freisetzung bei Handhabung und Betrieb	2.3	<p>Vorkehrungen für die Sicherheit in Handhabung und Betrieb bei:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Verschluss- und Öffnungsvorrichtungen — gefährlichem Abblasen aus Überdruckventilen — Vorrichtungen zur Verhinderung des physischen Zugangs bei Überdruck oder Vakuum im Gerät — hohen Oberflächentemperaturen unter Berücksichtigung der beabsichtigten Verwendung — Zersetzung instabiler Fluide 	<p>A 5</p> <p>A 2 Abschnitt 6</p> <p>A 5 Abschnitt 3</p> <p>A 403 Abschnitt 4 und 5</p>	<p>AD 2000-Merkblatt A 5, Abschnitt 3.2 und 3.3</p> <p>Druckmess-einrichtung</p> <p>Isolierungen oder Schutzgitter</p> <p>Prozessabhän-gige Sicherheits-einrichtungen ge-mäß AD 2000-Merkblatt A 6</p>	<p>Hinweise für Bedie-nung, Wartung und Prüfung der Funk-tionsfähigkeit, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Öffnen der Ver-schlusseinrich-tungen nur im drucklosen Zustand zulässig — Schrauben mit vorgegebenem Drehmoment anziehen — Verwendung spezifizierter Dichtungen <p>Gefahrloses Ableiten ist betreiberseitig sicherzustellen</p> <p>Öffnen der Ver-schlusseinrichtungen nur im drucklosen Zustand zulässig</p> <p>Falls Stufe-II-Maß-nahmen nicht durch den Hersteller getrof-fen werden, Hinweis in Betriebsanleitung auf erforderliche Maß-nahmen aufnehmen</p>
5	Mechanisches Versagen durch nicht erkannte innere Fehler (z. B. Korrosion) infolge fehlender Vorkeh-rungen für die Inspektion	2.4	Vorkehrungen für die Inspektion treffen	A 5 (inkl. Anlage 1)		

AD 2000-Merkblatt

Seite 6 AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
6	Mechanisches Versagen durch Korrosion oder unkontrollierte chemische Reaktion infolge fehlender oder fehlerhafter Entleerungs- und Entlüftungsmöglichkeiten	2.5	Geeignete Entleerungs- und Entlüftungsmöglichkeiten, sofern erforderlich, vorsehen	A 404 Abschnitt 4 und 6 A 5		Angaben zu Entlüftungs- bzw. Entleerungsintervallen
7	Mechanisches Versagen durch Korrosion	2.6	Ggf. Wanddickenzuschläge oder angemessene Schutzvorrichtungen gegen Korrosion oder andere chemische Einflüsse vorsehen	B 0 Abschnitt 9 S 6 Abschnitt 4.4 N 1 Abschnitt 3.6 N 2 Abschnitt 2.3 N 4 Abschnitt 6.3 HP 100 R Abschnitt 3, 7 und 8 HP 110 R Abschnitt 3, 7 und 8 HP 120 R Abschnitt 3, 7 und 8	Kathodischer Korrosionsschutz, Außenanstrich	<p>— Bezüglich Korrosion sind generell zwei Fälle zu unterscheiden:</p> <p>a) Hersteller hat die Gesamtverantwortung und kennt die Fluide bzw. Betriebsbedingungen → dann sind diese aufzuführen</p> <p>b) Hersteller erhält mit Bestellung eine Werkstoffvorgabe ohne Kenntnis der Fluide oder Betriebsbedingungen → dann ist in der Betriebsanleitung aufzunehmen, dass der Betreiber vor Inbetriebnahme die Verträglichkeit des Fluids mit dem Werkstoff sicherstellt</p> <p>— Hinweise zu Wartung und Inspektion, betriebliche Maßnahmen (z. B. Passivierung, Zugabe von Inhibitoren), Konservierung bei längerem Stillstand</p>
8	Mechanisches Versagen durch Verschleiß	2.7	Maßnahmen gegen Erosion und Abrieb	B 0 Abschnitt 9 S 6 Abschnitt 4.4 HP 100 R Abschnitt 3 HP 110 R Abschnitt 3 HP 120 R Abschnitt 3		Ggf. Hinweise auf begrenzte Lebensdauer, Angaben zu Wanddickenzuschlägen oder Austausch der am stärksten betroffenen Teile
9	Mechanisches Versagen durch fehlerhafte Funktion der Baugruppe	2.8	<p>— Zuverlässigkeit und Eignung der Komponenten für eine Baugruppe</p> <p>— Richtiger Zusammenbau von Komponenten zu einer Baugruppe</p>	A 403 Abschnitt 3 A 404 Abschnitt 2, 3, 4 und 6 A 6 S 3/6 HP 100 R Abschnitt 10 HP 110 R Abschnitt 10 HP 120 R Abschnitt 10		Ggf. Hinweise für Montage-/Demonstrationsvorschriften der Komponenten

AD 2000-Merkblatt

AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017 Seite 7

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
10	Undichtheit und unbeabsichtigte Entspannung/ Freisetzung aufgrund fehlender oder ungeeigneter Füll- oder Entleereinrichtungen	2.9	Auslegung und Ausrüstung für sicheres Füllen und Entleeren	A 403 A 404 Abschnitt 3.2, 5 und 6	Geeignete Kontrolleinrichtung für Füllstand und ggf. Druck	Hinweise für die Durchführung des Befüllens und des Entleerens, z. B. hinsichtlich des Entlüftens
11	Mechanisches Versagen durch Überschreiten der zulässigen Grenzen für Druck und Temperatur	2.10	Schutz vor Überschreiten der zulässigen Grenzen des Druckgeräts	A 403 A 1 A 2 A 6 HP 100 R Abschnitt 10 HP 110 R Abschnitt 10 HP 120 R Abschnitt 10		Betriebs- und Wartungsanweisungen, Anweisungen für Funktionsprüfungen
		2.11.1	Zuverlässige und geeignete Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion vorsehen	A 403 A 1 A 2 A 6	Ausführung „Fail-Safe“, Redundanz, Verschiedenartigkeit, Selbstüberwachung	
		2.11.2	Einrichtungen zur Druckbegrenzung	A 403 Abschnitt 3.1	Druckentlastungseinrichtungen, PLT-Schutzeinrichtungen, Sicherheitsdruckbegrenzer	
		2.11.3	Einrichtungen zur Temperaturüberwachung	A 403 Abschnitt 4 und 5	Temperaturbegrenzer	
12	Mechanisches Versagen durch externen Brand	2.12	Ggf. Maßnahmen zur Schadensbegrenzung bei externem Brand vorsehen	A 403 Abschnitt 3.2.3		
13	Mechanisches Versagen aufgrund ungeeigneter Fertigungsverfahren	3.1	Einsatz geeigneter Fertigungstechniken und -verfahren	HP 0 Abschnitt 2 und 3 N 1 Abschnitt 2, 3 und 5 N 2 Abschnitt 2 N 4 Abschnitt 2 HP 100 R Abschnitt 4 und 7 HP 110 R Abschnitt 4 und 7 HP 120 R Abschnitt 4 und 7 A 4 Abschnitt 5		
		3.1.1	Sachgemäße Vorbereitung der Bauteile	HP 1 Abschnitt 2 HP 5/1 N 1 Abschnitt 3 N 2 Abschnitt 2 HP 100 R Abschnitt 7 HP 110 R Abschnitt 7 HP 120 R Abschnitt 7 A 4 Abschnitt 5		
		3.1.2	Einwandfreie Ausführung der dauerhaften Werkstoffverbindungen — Freiheit von inneren und äußeren Mängeln und ausreichende Eigenschaften	HP 1 HP 5/2 HP 5/3 N 1 Abschnitt 5.2 N 2 Abschnitt 2.6		

AD 2000-Merkblatt

Seite 8 AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
13	Zu: Mechanisches Versagen aufgrund ungeeigneter Fertigungsverfahren		<ul style="list-style-type: none"> — Zulassung von Arbeitsverfahren — Zulassung von Personal 	HP 2/1 N 1 Abschnitt 5.1 N 2 Abschnitt 2.6 HP 3 zusätzlich gilt hinsichtlich der dauerhaften Werkstoffverbindungen für <ul style="list-style-type: none"> — Rohrleitungen: HP 100 R Abschnitt 7 HP 110 R Abschnitt 7 HP 120 R Abschnitt 7 — Armaturen: A 4 Abschnitt 5 und 6 		
14	Mechanisches Versagen wegen Nichterkennen von unzulässigen Fehlern in dauerhaften Werkstoffverbindungen	3.1.3	Qualifiziertes Personal für zerstörungsfreie Prüfungen	HP 4		
15	Mechanisches Versagen durch Veränderung der Werkstoffeigenschaften	3.1.4	Ggf. angemessene Wärmebehandlung	HP 7/1 HP 7/2 HP 7/4 HP 2/1 Abschnitt 3.6		
16	Mechanisches Versagen aufgrund Verwendung nicht geeigneter Werkstoffe	3.1.5	Durchgängige Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe drucktragender Teile	HP 0 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 5 N 4 Abschnitt 8.2		
17	Mechanisches Versagen aufgrund unzulässiger Fertigungsmängel oder Abweichung vom Entwurf	3.2.1	Durchführung einer Schlussprüfung	HP 512 N 1 Abschnitt 5.3 HP 512 R A 4 Abschnitt 6		
18	Mechanisches Versagen aufgrund von Entwurfs- oder Fertigungsmängeln	3.2.2	Durchführung einer Druckprüfung oder adäquaten Prüfung	HP 512 N 1 Abschnitt 5.3 N 2 Abschnitt 10 N 4 Abschnitt 7.1 und 9.3 HP 512 R HP 30 A 4 Abschnitt 6		Ggf. Hinweis, wenn ein hydrostatischer Druckversuch bei wiederkehrender Druckprüfung nicht durchgeführt werden darf.
19	Mechanisches Versagen durch Überschreiten der zulässigen Grenzen für Druck oder Temperatur	3.2.3	Prüfung der Sicherheitseinrichtungen bei Baugruppen	HP 512 Abschnitt 7 HP 512 R Abschnitt 5		

AD 2000-Merkblatt

AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017 Seite 9

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
20	Mechanisches Versagen aufgrund fehlender oder fehlerhafter Kennzeichnung	3.3	Kennzeichnung und Etikettierung	A 401 N 4 Abschnitt 8 HP 100 R Abschnitt 11 HP 110 R Abschnitt 11 HP 120 R Abschnitt 11 A 4 Abschnitt 7		
21	Unsachgemäße Montage, Inbetriebnahme, Benutzung, Wartung und Inspektion durch den Betreiber	3.4	Betriebsanleitung	Z 2 Tabelle 1 Stufe III und Abschnitt 4 N 4 Abschnitt 9, 10 und 11 HP 100 R Abschnitt 11 HP 110 R Abschnitt 11 HP 120 R Abschnitt 11 A 4 Abschnitt 8.2		
22	Mechanisches Versagen durch Verwendung ungeeigneter Werkstoffe	4	Eignung für die gesamte vorgesehene Lebensdauer	Reihe W S 6 Abschnitt 4 N 1 Abschnitt 3 N 2 Abschnitt 1.2 HP 100 R Abschnitt 5 HP 110 R Abschnitt 5 HP 120 R Abschnitt 5 A 4 Abschnitt 4		
			Verwendung geeigneter Schweißzusatzwerkstoffe und sonstiger Verbindungswerkstoffe	W 0 Abschnitt 4 S 6 Abschnitt 4.5 N 1 Abschnitt 3 HP 100 R Abschnitt 7.2.4		
		4.1	Auswahl geeigneter Werkstoffe bezüglich mechanischer Eigenschaften, chemischer Beständigkeit, Alterung, Verarbeitung und Verbindung unterschiedlicher Werkstoffe	W 0 Abschnitt 2 und 3 N 1 Abschnitt 3 und 5 N 2 Abschnitt 2 und 3 N 4 Abschnitt 3 HP 100 R Abschnitt 5 HP 110 R Abschnitt 5 HP 120 R Abschnitt 5		
		4.2 a)	Festlegung geeigneter Werkstoffkennwerte	Reihe W N 1 Abschnitt 3.7 und 5.2 N 2 Abschnitt 3 und 4 N 4 Abschnitt 3 und 5 HP 100 R Abschnitt 5 HP 110 R Abschnitt 5 HP 120 R Abschnitt 5 B 0 Abschnitt 6 S 6 Abschnitt 4.3		
		4.2 b)	Verwendung von — harmonisierten Normen — europäischer Werkstoffzulassung (EAM) — Einzelgutachten	Reihe W W 0 Abschnitt 2.4		
		4.2 c)	Einzelgutachten durch zuständige notifizierte Stelle	W 0 Abschnitt 2.4 und 3.2 N 1 Abschnitt 5.2 N 2 Abschnitt 3.2 HP 100 R Abschnitt 5 HP 110 R Abschnitt 5 HP 120 R Abschnitt 5 A 4 Abschnitt 4		

AD 2000-Merkblatt

Seite 10 AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
22	Zu: Mechanisches Versagen durch Verwendung ungeeigneter Werkstoffe	4.3	Sicherstellung, dass die verwendeten Werkstoffe den vorgegebenen Anforderungen entsprechen; Bescheinigung mit spezifischer Prüfung der Produkte (Werkstoffnachweise) Zertifiziertes QM-System des Werkstoffherstellers mit spezifischer Bewertung der Werkstoffe	Reihe W N 1 Abschnitt 3.8 und 5.2 N 2 Abschnitt 6 N 4 Abschnitt 4 HP 100 R Abschnitt 5 HP 110 R Abschnitt 5 HP 120 R Abschnitt 5 A 4 Abschnitt 4.3 W 0 Abschnitt 3.1.2 und 3.3		
Zusätzliche Gesichtspunkte für befeuerte oder anderweitig überhitzungsgefährdete Druckgeräte						
23	Mechanisches Versagen durch Überhitzung bei elektrisch, abgas- und feuerbeheizten Behältern	5	Zusätzliche Anforderungen für befeuerte oder anderweitig beheizte überhitzungsgefährdete Druckgeräte gemäß Artikel 3 Absatz 1 — Dampf- und Heißwassererzeuger — Prozessheizgeräte für andere Medien als Dampf und Heißwasser	Dampf- und Heißwassererzeuger werden im AD 2000-Regelwerk nicht behandelt. B 0 Abschnitt 5 S 6 Abschnitt 4 und Tafel 1		
24	Mechanisches Versagen durch örtliche oder generelle Überhitzung	5 a)	Schutzvorrichtungen zur Begrenzung von Betriebsparametern	A 403 Abschnitt 5 A 404 Abschnitt 6		Betriebs- und Wartungsanweisungen, Anweisungen für Funktionsprüfungen
25	Mechanisches Versagen durch Überhitzung oder Schäden durch Ablagerungen oder Korrosion	5 b), c)	Probeentnahmestellen und Vorkehrungen zur Vermeidung von Ablagerungen und/oder Korrosion	A 404 Abschnitt 4		Hinweise zur Probenahme und zur Analyse der Fluide
26	Mechanisches Versagen durch Überhitzung aufgrund von Nachwärme	5 d)	Schaffung von Möglichkeiten der sicheren Wärmeabführung nach Abschalten	A 404 Abschnitt 6.2 und 6.4		Betriebs- und Wartungsanweisungen, Anweisungen für Funktionsprüfungen
27	Mechanisches Versagen durch Brand oder Explosion infolge Ansammlung entzündlicher Gemische	5 e)	Maßnahmen zur Vermeidung der Ansammlung entzündlicher Gemische und Flammenrückschlag	A 404 Abschnitt 7		
Zusätzliche Gesichtspunkte bei Rohrleitungen						
28	Mechanisches Versagen durch fehlerhafte Auslegung und Bau	6	Zusätzliche Anforderungen für Rohrleitungen gemäß Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe c			

AD 2000-Merkblatt

AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017 Seite 11

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
29	Mechanisches Versagen durch Überbeanspruchung aufgrund unzulässiger Bewegung oder übermäßiger Kräfte	6 a)	Ausreichende Unterstützung, Befestigung, Verankerung, Ausrichtung oder Vorspannung	HP 100 R Abschnitt 6.2.2 und 6.2.3 HP 110 R Abschnitt 6.2 und 6.3 HP 120 R Abschnitt 6.2		Hinweise zur regelmäßigen Kontrolle der Befestigungselemente, Lager, Stützen
30	Mechanisches Versagen durch Wasserschlag oder Korrosion durch Kondensflüssigkeit	6 b)	Einrichtungen zur Entwässerung bzw. Entfernung von Ablagerungen	HP 100 R Abschnitt 7.4.6 HP 110 R Abschnitt 7.4.9 HP 120 R Abschnitt 7.4.9		Angaben zu Entwässerungsintervallen
31	Mechanisches Versagen durch Schäden aufgrund von Turbulenzen und Wirbelbildung (z. B. Erosion, Erosions-Korrosion, Kavitation)	6 c)	Berücksichtigung möglicher Schäden durch Turbulenzen und Wirbelbildung	HP 100 R Abschnitt 3 HP 110 R Abschnitt 3 HP 120 R Abschnitt 3		
32	Mechanisches Versagen durch Ermüdung infolge von Vibrationen	6 d)	Berücksichtigung von Ermüdungserscheinungen durch Vibrationen	HP 100 R Abschnitt 3, 6.2.2, 6.2.3 und 7.4.5 HP 110 R Abschnitt 3, 6.2, 6.3 und 7.4.7 HP 120 R Abschnitt 3, 6.2 und 7.4.7	Geeignete Einrichtungen, z. B. Schwingungsdämpfer	
33	Undichtheit und unbeabsichtigte Entspannung/Freisetzung an Abzweigungen für Rohrleitungen mit gefährlichen Fluiden (Gruppe 1)	6 e)	Absperrungen von Rohr-abzweigungen bei Fluidgruppe 1	HP 100 R Abschnitt 7.4.7 HP 110 R Abschnitt 7.4.11 HP 120 R Abschnitt 7.4.11		
34	Undichtheit und unbeabsichtigte Entspannung/Freisetzung aufgrund unbeabsichtigter Entnahme	6 f)	Kennzeichnung der Entnahmestellen	HP 100 R Abschnitt 7.4.8 HP 110 R Abschnitt 7.4.12 HP 120 R Abschnitt 7.4.12		Ggf. Hinweise auf Kennzeichnung der permanenten Seite der Anschlussstelle für den Betreiber
35	Mechanisches Versagen aufgrund mangelhafter Wartungs- und Inspektionsmöglichkeiten	6 g)	Dokumentation von Lage und Verlauf erdverlegter — Rohrleitungen — Fernleitungen	HP 100 R Abschnitt 11 HP 110 R Abschnitt 11 HP 120 R Abschnitt 11 Fernleitungen werden im AD 2000-Regelwerk nicht behandelt.		Hinweis auf zugehörige technische Dokumentation
Besondere quantitative Anforderungen des Abschnitts 7 der DGR						
36		7	Besondere quantitative Anforderungen an bestimmte Druckgeräte	Die Anforderungen des Abschnitts 7 sind mit der Einhaltung des AD 2000-Regelwerkes erfüllt, siehe auch AD 2000-Merkblatt Z 1.		

AD 2000-Merkblatt

Seite 12 AD 2000-Merkblatt Z 2, Ausg. 06.2017

Lfd. Nr.	Mögliche Gefahren und Risiken	DGR Anhang I, Absatz	Wesentliche Sicherheitsanforderungen	Stufe I: Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Gefahren und Risiken bezogen auf AD 2000-Merkblatt, Abschnitt	Stufe II: Schutzmaßnahmen gegen nicht abzuwendende Gefahren und Risiken (Beispiele)	Stufe III: Hinweise auf Restgefahren und Risiken in der Betriebsanleitung (Beispiele)
37		7.1	Zulässige Belastungen	Reihe B S 6 Abschnitt 4.3 N 1 Abschnitt 4 N 2 Abschnitt 7 und 8 N 4 Abschnitt 5 und 6		
38		7.2	Verbindungskoeffizienten	B 0 Abschnitt 8 S 6 Abschnitt 4.6 HP 0 Tafel 1b, 2b und 3b HP 5/3 Abschnitt 3 N 1 Abschnitt 4		
39		7.3	Einrichtungen zur Druckbegrenzung, insbesondere bei Druckbehältern: vorübergehende Drucküberschreitung ist auf 10 % des höchstzulässigen Drucks zu begrenzen	A 403 Abschnitt 3.4		
40		7.4	Hydrostatischer Prüfdruck: Faktor 1,25 bzw. 1,43	HP 30 Abschnitt 4.17		
41		7.5	Werkstoffeigenschaften: Ausreichend duktiler Stahl (Bruchdehnung ≥ 14 %, Kerbschlagarbeit ≥ 27 J)	W 1 Abschnitt 2 W 2 Abschnitt 2 W 4 Abschnitt 2 und 7 W 5 Abschnitt 2, 3.1 und 3.2 W 9 Abschnitt 2 W 12 Abschnitt 2 W 13 Abschnitt 2		

4 Hinweise zur Betriebsanleitung

Nach den Vorgaben in der Druckgeräte-richtlinie ist Druckgeräten, soweit erforderlich, für den Benutzer eine Betriebsanleitung nach Anhang I Nr. 3.4 der DGR beizufügen, die alle der Sicherheit dienlichen Informationen zu folgenden Aspekten enthält:

- Montage einschließlich Verbindung verschiedener Druckgeräte,
- Inbetriebnahme,
- Benutzung,
- Wartung einschließlich Inspektion durch den Benutzer.

Die sich aus Tafel 1 Stufe III ergebenden Restgefahren und Risiken sind in die Betriebsanleitung aufzunehmen. Technische Unterlagen, Zeichnungen und Diagramme, die zum vollen Verständnis dieser Anleitung notwendig sind, sind ihr entsprechend beizufügen.

Gegebenenfalls ist hinzuweisen auf die Gefahren und Risiken einer unsachgemäßen Verwendung im Sinne von Anhang I Absatz 1.3 der Druckgeräte-richtlinie sowie auf die besonderen Merkmale des Entwurfs gemäß Abschnitt 2.2.3 der DGR, wie z. B.:

- Grenzen für den sicheren Betrieb einschließlich der vorgesehenen Betriebs- und vorausgesetzten Entwurfsbedingungen,
- verwendetes Regelwerk,
- Verbindungskoeffizienten,
- veranschlagte Lebensdauer unter Berücksichtigung von Materialermüdung, Kriechen, Korrosion und Verschleiß,
- Konstruktionsmerkmale, die für die Lebensdauer des Geräts relevant sind,
- Informationen über austauschbare Teile.

| Wenn das Gerät auf dem Markt bereitgestellt wird, muss die Betriebsanleitung in der Sprache vorliegen, die den gesetzlichen Vorschriften am Aufstellungsort entspricht, um die notwendigen Sicherheitsinformationen zu geben. Für Druckgeräte, die in Deutschland aufgestellt und betrieben werden, ist die Betriebsanleitung in deutscher Sprache zu verfassen.

Die Betriebsanleitung muss die gemäß AD 2000-Merkblatt A 401 anzubringenden Angaben der Kennzeichnung enthalten, mit Ausnahme der Herstellnummer. Darüber hinaus sind Warnhinweise am Druckgerät in der Betriebsanleitung zu beschreiben. Bezüglich sonstiger Dokumentationen wird auf die AD 2000-Merkblätter HP 512, HP 100 R und HP 512 R verwiesen.

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