

DIN EN 12245

ICS 23.020.35

Ersatz für
DIN EN 12245:2012-03**Ortsbewegliche Gasflaschen –
Vollumwickelte Flaschen aus Verbundwerkstoffen;
Deutsche Fassung EN 12245:2022**

Transportable gas cylinders –
Fully wrapped composite cylinders;
German version EN 12245:2022

Bouteilles à gaz transportables –
Bouteilles entièrement bobinées en matériaux composites;
Version allemande EN 12245:2022

Gesamtumfang 72 Seiten

DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12245:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 016-00-03 AA „Druckgasflaschen und Ausrüstung; Spiegelausschuss zu CEN/TC 23 und ISO/TC 58“ im DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12245:2012-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12245: 2002-09, 2009-06, 2012-03

Deutsche Fassung

Ortsbewegliche Gasflaschen — Vollumwickelte Flaschen aus Verbundwerkstoffen

Transportable gas cylinders —
Fully wrapped composite cylinders

Bouteilles à gaz transportables —
Bouteilles entièrement bobinées en matériaux
composites

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 17. Januar 2022 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Symbole	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole	12
4 Auslegung und Herstellung	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Liner	12
4.2.1 Metallische Liner	12
4.2.2 Nichtmetallische Liner	13
4.2.3 Auslegungszeichnung	13
4.2.4 Auslegung der Flaschen-Enden	14
4.2.5 Halsring	14
4.3 Umwicklungsverbund	14
4.3.1 Werkstoffe	14
4.3.2 Wicklung	14
4.4 Fertiggestellte Flasche	15
4.4.1 Auslegungszeichnungen	15
4.4.2 Flaschen ohne Liner	15
4.4.3 Autofrettage	16
4.4.4 Herstellungsanforderungen an die fertiggestellte Flasche	16
5 Flaschen- und Werkstoff-Prüfungen	16
5.1 Allgemeines	16
5.2 Prüfverfahren und Prüfanforderungen	17
5.2.1 Prüfung 1 — Prüfungen von Verbundwerkstoffen, einschließlich Klebstoffen (sofern zutreffend)	17
5.2.2 Prüfung 2 — Prüfungen von Liner-Werkstoffen	18
5.2.3 Prüfung 3 — Prüfung an Linern (ausschließlich für metallische Liner)	19
5.2.4 Prüfung 4 — Druckversuch an fertiggestellten Flaschen bei Umgebungstemperatur	20
5.2.5 Prüfung 5 — Berstprüfung an der Flasche	21
5.2.6 Prüfung 6 — Widerstand gegen Druckwechsel bei Prüfdruck (p_h) und bei Umgebungstemperatur	22
5.2.7 Prüfung 7 — Eintauchen in Salzwasser	24
5.2.8 Prüfung 8 — Beanspruchung durch erhöhte Temperatur unter Prüfdruck	25
5.2.9 Prüfung 9 — Fallversuch/Kerbschlagbiegeprüfung	25
5.2.10 Prüfung 10 — Kerbberstprüfung	28
5.2.11 Prüfung 11 — Prüfung mit extremer Temperaturwechselbeanspruchung	31
5.2.12 Prüfung 12 — Brandbeständigkeitsprüfung	32
5.2.13 Prüfung 13 — Permeabilitätsprüfung von Flaschen mit nichtmetallischen Linern oder ohne Liner	34
5.2.14 Prüfung 14 — Prüfung auf Zusammenfallen und Blasenbildung des Liners (nur für Flaschen mit nichtmetallischen Linern für verdichtete Gase)	35
5.2.15 Prüfung 15 — Prüfung der Verträglichkeit von thermoplastischen Linern und der Matrix für Flaschen vom Typ 5 mit Luft oder oxidierenden Gasen	36
5.2.16 Prüfung 16 — Drehmomentprüfung (ausschließlich bei kegeligen Gewinden)	36
5.2.17 Prüfung 17 — Festigkeit des Halses	36

5.2.18	Prüfung 18 — Standfestigkeit der Flasche	37
5.2.19	Prüfung 19 — Halsring	37
5.2.20	Prüfung 20 — Berechnung der Scherspannung für zylindrische Gewinde für Liner und Stutzen aus Stahl	37
5.3	Nichtbestehen der Prüfanforderungen	38
5.3.1	Metallische Liner	38
5.3.2	Fertiggestellte Flasche	38
6	Konformitätsbewertung	38
7	Kennzeichnung	38
8	Betriebsanweisungen für Flaschen mit nichtmetallischen Linern	40
Anhang A (normativ) Prototyp-, Auslegungsvarianten- und Fertigungsprüfung		41
A.1	Allgemeines	41
A.2	Prototypprüfung	41
A.2.1	Allgemeines	41
A.2.2	Definition einer neuen Auslegung	41
A.2.3	Anforderungen an die Prototypprüfung	42
A.2.4	Zertifikat für die Prototypprüfung	43
A.3	Auslegungsvariantenprüfung	46
A.3.1	Allgemeines	46
A.3.2	Definition einer Auslegungsvariante	46
A.3.3	Anforderungen an die Auslegungsvariantenprüfung	48
A.3.4	Zertifikat der Auslegungsvariantenprüfung	49
A.4	Fertigungsprüfung	54
A.4.1	Allgemeines	54
A.4.2	Anforderungen an die Fertigungsprüfung	54
A.4.3	Prüfungen und Inspektionen von Liner-Losen	54
A.4.4	Losprüfungen und Inspektionen an Verbundwerkstoffen	55
A.4.5	Prüfungen und Inspektionen an der fertiggestellten Flasche	55
A.4.6	Zertifikat der Losannahme	56
Anhang B (informativ) Beispiele für Zertifikate der Prototypzulassung und der Fertigungsprüfung		57
B.1	Zertifikat der Typzulassung — Flaschen aus Verbundwerkstoffen mit metallischen Linern	57
B.2	Zertifikat für die Typzulassung — Flaschen aus Verbundwerkstoffen mit nichtmetallischen Linern	58
B.3	Zertifikat für die Typzulassung — Flaschen aus Verbundwerkstoffen ohne Liner	59
B.4	Zertifikat für die Auslegungsvariantenzulassung — Flaschen aus Verbundwerkstoffen mit metallischen Linern	60
B.5	Zertifikat der Fertigungsprüfung	61
Anhang C (informativ) Beispiel für einen Hochgeschwindigkeitsaufprall-(Beschuss-)Versuch		63
C.1	Durchführung	63
C.2	Kriterien	63
C.3	Zu überwachende und aufzuzeichnende Parameter	63
Anhang D (informativ) Genormte Prüfanforderungen für thermisch aktivierte Druckentlastungseinrichtungen		64
D.1	Allgemeines	64
D.2	Prüfung der Flasche	64
D.2.1	Anordnung der Flasche	64
D.2.2	Brandquelle	64
D.2.3	Temperatur- und Druckmessungen	65
D.2.4	Allgemeine Prüfanforderungen	65
D.2.5	Möglichkeiten der Prüfung	65
D.3	Prüfung der Druckentlastungseinrichtung (PRD)	66
D.4	Entlüftungsprüfung	66

D.5 Beurteilung des Systems 66

D.5.1 Qualifizierungsgrenzwert-Hülle 66

D.5.2 Betriebsgrenzwert-Hülle 66

D.5.3 Annehmbare Ergebnisse 66

Literaturhinweise 69

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 12245:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 12245:2009+A1:2011.

Dieses Dokument wurde vorgeschlagen zur Bezugnahme:

- in der RID; und
- in den technischen Anhängen des ADR.

ANMERKUNG Diese Regelungen haben Vorrang gegenüber allen Abschnitten dieser Norm. Es wird hervorgehoben, dass die RID/das ADR in regelmäßigen Abständen von zwei Jahren überarbeitet wird, was zu vorübergehenden Nichtübereinstimmungen mit den Abschnitten dieser Norm führen kann.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Der Zweck dieses Dokuments besteht darin, eine Spezifikation zur Konstruktion, Herstellung, Inspektion und Prüfung von wiederbefüllbaren, ortsbeweglichen vollumwickelten Flaschen und Großflaschen aus Verbundwerkstoffen zur Verfügung zu stellen.

Die angegebenen Festlegungen beruhen auf Wissen über und Erfahrung mit Werkstoffen, Konstruktionsanforderungen, Herstellungsprozessen sowie Produktionskontrolle von Flaschen und Großflaschen, die in den CEN-Mitgliedsländern üblicherweise im Einsatz sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Mindestanforderungen an die Werkstoffe, Gestaltung, Konstruktion, Prototypprüfungen und routinemäßigen Inspektionen während der Herstellung von vollumwickelten Gasflaschen aus Verbundwerkstoffen für verdichtete, verflüssigte und gelöste Gase fest.

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung dieses Dokuments umfasst das Wort „Flasche“ Großflaschen (nahtlose, ortsbewegliche Druckbehälter mit einem Fassungsraum von mehr als 150 l und nicht mehr als 3 000 l).

Dieses Dokument gilt für Flaschen, die einen Liner aus metallischem Werkstoff (geschweißt oder nahtlos) oder nichtmetallischem Werkstoff (oder einer Kombination daraus) umfassen, der mit einem in einer Matrix eingebetteten Wickelverbund aus Glas-, Kohlenstoff- oder Aramidfasern (oder einer Kombination daraus) verstärkt ist.

Dieses Dokument gilt auch für Flaschen aus Verbundwerkstoffen ohne Liner.

Dieses Dokument gilt nicht für Gasflaschen, die teilweise mit Fasern eingehüllt sind und allgemein als „umfangsgewickelte“ Flaschen bezeichnet werden. Zu umfangsgewickelten Flaschen aus Verbundwerkstoffen siehe EN 12257.

ANMERKUNG 2 Dieses Dokument behandelt nicht die Konstruktion, Anbringung und Leistung von abnehmbaren Schutzhüllen. Sind derartige Schutzhüllen angebracht, werden sie separat betrachtet.

Dieses Dokument gilt hauptsächlich für verdichtete, verflüssigte und gelöste Gase, die kein Flüssiggas sind.

ANMERKUNG 3 Zu Flaschen speziell für Flüssiggas siehe EN 14427.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 12862, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Gestaltung und Konstruktion von wiederbefüllbaren ortsbeweglichen geschweißten Gasflaschen aus Aluminiumlegierung*

EN 13322-1, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl — Auslegung und Herstellung — Teil 1: Flaschen aus Kohlenstoffstahl*

EN 13322-2, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl — Gestaltung und Konstruktion — Teil 2: Flaschen aus nichtrostendem Stahl*

EN 14638-1, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Wiederbefüllbare geschweißte Gefäße mit einem Fassungsraum von nicht mehr als 150 Liter — Teil 1: Flaschen aus geschweißtem, austenitischem, nichtrostendem Stahl, ausgelegt nach experimentellen Verfahren*

EN 14638-3, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Wiederbefüllbare geschweißte Gefäße mit einem Fassungsraum von nicht mehr als 150 Liter — Teil 3: Flaschen aus geschweißtem Kohlenstoffstahl, ausgelegt nach experimentellen Verfahren*

EN ISO 75-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur — Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren (ISO 75-1)*

EN ISO 75-3, *Kunststoffe — Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur — Teil 3: Hochbeständige härtbare Schichtstoffe und langfaserverstärkte Kunststoffe (ISO 75-3)*

EN ISO 527-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze (ISO 527-1)*

EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen (ISO 527-2)*

EN ISO 1183 (alle Teile), *Kunststoffe — Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen*

EN ISO 1628-3, *Kunststoffe — Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarrisikometer — Teil 3: Polyethylen und Polypropylen (ISO 1628-3)*

EN ISO 2884-1, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Viskosität mit Rotationsviskosimetern — Teil 1: Kegel-Platte-Viskosimeter bei hohem Geschwindigkeitsgefälle (ISO 2884-1)*

EN ISO 3146, *Kunststoffe — Bestimmung des Schmelzverhaltens (Schmelztemperatur oder Schmelzbereich) von teilkristallinen Polymeren im Kapillarrohr- und Polarisationsmikroskop-Verfahren (ISO 3146)*

EN ISO 7866, *Gasflaschen — Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Aluminiumlegierungen — Auslegung, Bau und Prüfung (ISO 7866)*

EN ISO 9809-1, *Gasflaschen — Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl — Teil 1: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1 100 MPa (ISO 9809-1)*

EN ISO 9809-2, *Gasflaschen — Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl — Teil 2: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit größer als oder gleich 1 100 MPa (ISO 9809-2)*

EN ISO 10156, *Gasflaschen — Gase und Gasgemische — Bestimmung der Brennbarkeit und des Oxidationsvermögens zur Auswahl von Ventilausgängen (ISO 10156)*

EN ISO 10618, *Kohlenstofffasern — Bestimmung des Zugverhaltens von harzimprägnierten Garnen (ISO 10618)*

EN ISO 11114-1, *Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 1: Metallische Werkstoffe (ISO 11114-1)*

EN ISO 11114-2, *Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 2: Nichtmetallische Werkstoffe (ISO 11114-2)*

EN ISO 11114-3, *Gasflaschen — Verträglichkeit von Flaschen- und Ventilwerkstoffen mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 3: Prüfung der Selbstentzündungstemperatur von nichtmetallischen Werkstoffen in Sauerstoffatmosphäre (ISO 11114-3)*

EN ISO 11114-4, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 4: Prüfverfahren zur Auswahl von Stählen, die gegen Wasserstoffversprödung unempfindlich sind (ISO 11114-4)*

EN ISO 11114-5:2022, *Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 5: Prüfverfahren zur Bewertung der Kunststoffinnenbehälter (ISO 11114-5:2022)*

EN ISO 11120, *Gasflaschen — Wiederbefüllbare nahtlose Großflaschen aus Stahl mit einem Fassungsraum zwischen 150 l und 3 000 l — Auslegung, Bau und Prüfung (ISO 11120)*

EN ISO 11357-2, *Kunststoffe — Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) — Teil 2: Bestimmung der Glasübergangstemperatur und der Glasübergangsstufenhöhe (ISO 11357-2)*

EN ISO 13341, *Gasflaschen — Eindrehen von Ventilen in Gasflaschen (ISO 13341)*

EN ISO 14130, *Faserverstärkte Kunststoffe — Bestimmung der scheinbaren interlaminaren Scherfestigkeit nach dem Dreipunktverfahren mit kurzem Balken (ISO 14130)*

ISO 3341, *Textile glass — Yarns — Determination of breaking force and breaking elongation*

ISO 6721-11, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 11: Glass transition temperature*

ISO 9809-4, *Gas cylinders — Design, construction and testing of refillable seamless steel gas cylinders and tubes — Part 4: Stainless steel cylinders with an R_m value of less than 1 100 MPa*

ASTM D 2196-18e1, *Standard test method for rheological properties of non-Newtonian materials by rotational (Brookfield) viscosimeter*

ASTM D 2290-19a, *Standard test method for apparent hoop tensile strength of plastic or reinforced plastic pipe*

ASTM D 2291/D 2291M-16, *Standard practice for fabrication of ring test specimens for glass-resin composites*

ASTM D 2344/D 2344M-16, *Standard test method for short-beam strength of polymer matrix composite materials and their laminates*

ASTM D 4018-17, *Standard test methods for properties of continuous filament carbon and graphite fiber tows*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1.1

Umgebungstemperatur

Temperatur der Umgebung, die zwischen 10 °C und 35 °C variiert (nur für Prüfzwecke)

3.1.2

Autofrettage

Druckanwendungsverfahren, das den metallischen Liner ausreichend über seine Fließgrenze hinaus belastet, um eine bleibende plastische Verformung zu verursachen, und das im drucklosen Zustand der Flasche beim Liner zu einer Druckspannung sowie bei den Fasern zu einer Zugspannung führt

[QUELLE: EN ISO 10286:2021, 3.3.4 — „Streckgrenze“ wurde durch „Fließgrenze“ ersetzt]

3.1.3

Los

<Fasern, vorimprägnierte Fasern oder Komponenten des Matrixsystems> homogene Menge eines Werkstoffs, vom Lieferanten als solche gekennzeichnet und zertifiziert

3.1.4

Los

<metallische Liner> Menge von Linern mit gleichem/r Nenndurchmesser, -dicke, -länge und -auslegung, die nacheinander aus der gleichen Werkstoffschmelze hergestellt und für die gleiche Zeit der gleichen Wärmebehandlung unterzogen werden

3.1.5

Los

<nichtmetallische Liner> Menge von Linern mit gleichem/r Nenndurchmesser, -dicke, -länge und -auslegung, die nacheinander aus dem gleichen Werkstoff-Los hergestellt und dem gleichen Herstellungsprozess unterzogen werden

3.1.6

Los

<fertigestellte Flaschen mit Linern> Menge von bis zu 200 fertigestellten Flaschen, zuzüglich der für die zerstörende Prüfung erforderlichen Flaschen, mit gleichem/r Nenndurchmesser, -dicke, -länge und -auslegung, die verschiedene Lose von Linern (vorausgesetzt, die Lose sind nominell gleich und wurden den gleichen Behandlungen unterzogen), Fasern und Matrix-Werkstoffen enthalten kann

3.1.7

Los

<fertigestellte Flaschen ohne Liner> Fertigungsmenge von bis zu 200 fertigestellten Flaschen, zuzüglich der für die zerstörende Prüfung erforderlichen Flaschen, mit gleichem/r Nenndurchmesser, -dicke, -länge und -auslegung

3.1.8

Berstdruck

höchster Druck, der während der entsprechenden Berstprüfung in der Flasche oder im Liner erreicht wird

[QUELLE: EN ISO 10286:2021, Begriff 732, modifiziert — „oder im Liner“ und „entsprechenden“ wurde hinzugefügt.]

3.1.9

Umwicklungsverbund

Fasern und Matrix als kombinierte Einheit

3.1.10

Flasche ohne Liner

Flasche, die keinen Liner umfasst und vollständig aus dem Umwicklungsverbund besteht

3.1.11

Elastomer

Werkstoff, der bei Umgebungstemperatur wiederholt mindestens bis zum Doppelten seiner ursprünglichen Länge gedehnt werden kann und unmittelbar nach dem Aufheben der Beanspruchung aus eigener Kraft wieder annähernd auf die Ausgangslänge zurückkehrt

3.1.12

Außenbeschichtung

Schicht aus klarem oder pigmentiertem Werkstoff, die als Schutzmantel oder aus Gründen des Erscheinungsbildes auf die Flasche aufgebracht wird

3.1.13

Faser oder Strang

lasttragender Teil des Umwicklungsverbunds, z. B. aus Glas, Aramid oder Kohlenstoff

3.1.14

vollumwickelte Flasche

Flasche, die durch eine Umwicklung verstärkt ist, um auf diese Weise sowohl die Umfangs- als auch die Längsspannung aufzunehmen

3.1.15

Liner

metallischer oder nichtmetallischer Behälter, der das Gas enthält, jedoch auch zum mechanischen Verhalten der Flasche beitragen kann

[QUELLE: EN ISO 10286:2021, 3.1.3.3, modifiziert]

3.1.16

nicht lasttragender Liner

Liner mit einem Berstdruck kleiner als 5 % des Nenn-Berstdrucks der fertigen Flasche aus Verbundwerkstoffen

3.1.17

nichtmetallischer Liner

Liner, der aus Thermoplasten, Duroplasten oder Elastomeren oder einer Kombination daraus hergestellt ist

3.1.18

Matrix

zum Verbinden verwendeter und die Fasern in Position haltender Werkstoff

[QUELLE: EN ISO 10286:2021, 3.1.3.2]

3.1.19

Halsring

Ring, der außen an der Flasche oder dem Stutzen angebracht ist, mit Außengewinde oder anderen Möglichkeiten zur Befestigung einer Ventilkappe oder eines Ventilschutzkorbs

Anmerkung 1 zum Begriff: Halsringe sind bei Gasflaschen aus Verbundwerkstoffen vom Typ 4 unüblich.

3.1.20

dauerhaftes Schutzzubehör

integraler Bestandteil der Flaschenauslegung, der an Flaschen aus Verbundwerkstoffen angebracht ist, der einen Teil der gesamten Oberfläche der Flasche bedeckt und während der Bedienung, des Transports und der Verwendung Funktionen bereitstellt

3.1.21

Thermoplast

Kunststoff, der wiederholt durch Temperaturerhöhung erweicht und durch Temperaturabsenkung gehärtet werden kann

3.1.22

Duroplast

Kunststoff, der sich während des Härtens durch Wärmeeinwirkung oder chemische Einwirkung in ein weitgehend unschmelzbares und unlösliches Produkt verändert

3.1.23

Prüfdruck

während der Druckprüfung zur Anwendung kommender erforderlicher Druck

[QUELLE: EN ISO 10286:2021, Begriff 3.5.24]

3.2 Symbole

p_b	tatsächlicher Berstdruck der Flasche aus Verbundwerkstoffen, in bar, oberhalb des Atmosphärendrucks (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa)
p_{bL}	Berstdruck des Liners, in bar, oberhalb des Atmosphärendrucks (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa)
p_{bmin}	während der Zulassungsprüfung für Auslegungsvarianten ermittelter Mindest-Berstdruck der Flasche aus Verbundwerkstoffen, in bar, oberhalb des Atmosphärendrucks (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa)
p_h	hydraulischer Prüfdruck der Flasche aus Verbundwerkstoffen, in bar, oberhalb des Atmosphärendrucks (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa)
p_{max}	bei 65 °C entwickelter Höchstdruck, in bar, oberhalb des Atmosphärendrucks (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa)

4 Auslegung und Herstellung

4.1 Allgemeines

Eine vollumwickelte Gasflasche aus Verbundwerkstoffen darf mit einem metallischen oder einem nichtmetallischen Liner oder ohne Liner hergestellt werden. Der Umwicklungsverbund darf nicht aus zwei oder mehr zusammengefügteten Teilen hergestellt werden, ungeachtet des Fügeverfahrens (z. B. Verwendung von Klebstoff).

Ein äußerer Schutz durch die wahlweise Verwendung einer Außenbeschichtung oder zusätzlicher Faserschichten darf verwendet werden. Wenn dieser integraler Bestandteil der Auslegung ist, darf er nicht entfernt werden.

Die Flasche darf zusätzliche Teile umfassen (z. B. Halsringe und Fußringe).

Flaschen dürfen mit einer oder zwei Öffnung(en) nur entlang der Mittelachse gestaltet werden.

Dauerhaftes Schutzzubehör (PPA, en: permanent protective attachment) ist stets ein integraler Bestandteil der Flaschenauslegung. Es muss dauerhaft so an der Flasche befestigt sein, dass es im Betrieb nicht entfernt werden kann, ohne es zu zerstören, oder so, dass die Zuhilfenahme von Spezialwerkzeugen notwendig ist. Unter bestimmten Bedingungen kann derartige PPA den Herstelleranweisungen entsprechend ausgetauscht werden.

4.2 Liner

4.2.1 Metallische Liner

Metallische Liner sind in Übereinstimmung mit den zutreffenden Abschnitten folgender Normen herzustellen:

- | | | |
|----|---|---|
| a) | nahtlose Liner aus Stahl: | EN ISO 9809-1, EN ISO 9809-2, EN ISO 11120, wie jeweils zutreffend; |
| b) | nahtlose Liner aus nichtrostendem Stahl: | ISO 9809-4; |
| c) | nahtlose Liner aus Aluminiumlegierungen: | EN ISO 7866; |
| d) | geschweißte Liner aus Stahl: | EN 13322-1 oder EN 14638-3, wie jeweils zutreffend; |
| e) | geschweißte Liner aus nichtrostendem Stahl: | EN 13322-2 oder EN 14638-1, wie jeweils zutreffend; |
| f) | geschweißte Liner aus Aluminium: | EN 12862. |

Die zutreffenden Abschnitte der Normen sind die zu Werkstoffen, Wärmebehandlungen, Gestaltung des Flaschenhalses, Auslegung und Ausführungsqualität sowie mechanischen Prüfungen.

Der Liner-Werkstoff muss mit den vorgesehenen Gasen verträglich sein, wie nach EN ISO 11114-1 bestimmt.

Liner aus Stahl mit einer Zugfestigkeit von über 950 MPa müssen nach EN ISO 11114-4 für versprödende Gase qualifiziert sein.

ANMERKUNG Dies schließt die Auslegungsanforderungen aus, da diese vom Hersteller entsprechend der Auslegung der Verbundwerkstoff-Flasche festgelegt werden. Für Liner aus nichtrostendem Stahl, Aluminium oder geschweißtem Stahl mit einem Fassungsraum über 150 l gelten ebenfalls die zutreffenden Abschnitte der entsprechenden Normen.

4.2.2 Nichtmetallische Liner

Eine Flasche mit einem nichtmetallischen Liner ist so auszulegen, als wäre der Liner nicht lasttragend. Der Liner-Werkstoff muss mit den vorgesehenen Gasen verträglich sein, entsprechend den Empfehlungen in EN ISO 11114-2 oder dies kann durch geeignete Prüfung nachgewiesen werden.

ANMERKUNG EN ISO 11114-5:2022 legt Prüfverfahren für die Verträglichkeit mit Gasen (an Proben und/oder Flaschen) fest, um geeignete Kunststoffe zur Herstellung von Linern zu bewerten.

Wenn ein metallischer Endstutzen in einem nichtmetallischen Liner verwendet wird, ist es als Teil des Liner-Werkstoffs anzusehen und muss die in der zutreffenden, in 4.2.1 aufgeführten Norm festgelegten werkstoffbezogenen Anforderungen erfüllen. Andere Werkstoffe sind zulässig, wenn deren Verträglichkeit durch Prüfung nach EN ISO 11114-4 nachgewiesen wird, oder wenn diese nach den Auslegungsnormen (z. B. EN ISO 7866) zulässig sind. Wenn ein metallischer Endstutzen aus Messing besteht, muss der Werkstoff die Anforderungen in den entsprechenden Abschnitten von EN ISO 11114-1 und EN 12165 erfüllen.

Die Zeichnung des Liners muss die Werkstoffspezifikation und die Werkstoffeigenschaften des Stutzens umfassen. Wichtige Werkstoffeigenschaften sind in der Auslegung festzulegen; dies sind beispielsweise folgende:

- a) Mindest-Streckgrenze;
- b) Mindest-Zugfestigkeit;
- c) Mindestdehnung des Stutzen-Werkstoffs;
- d) Verträglichkeit mit dem enthaltenen Gas, wie nach EN ISO 11114-1 bestimmt.

Der metallische Endstutzen für das Flaschengewinde muss so gestaltet sein, dass es dem Drehmoment zum Einschrauben des Ventils in die Flasche standhält und Prüfung 16 (siehe 5.2.16 ausschließlich zu kegeligen Gewinden) und Prüfung 17 (siehe 5.2.17) besteht.

4.2.3 Auslegungszeichnung

Es muss eine vollständig bemaßte Zeichnung des Liners bereitgestellt werden, die auch die Spezifikation des Werkstoffs und die Werkstoffeigenschaften enthält. Bei den auf der Zeichnung festzulegenden Werkstoff- und Liner-Eigenschaften handelt es sich um die folgenden:

- a) für metallische Liner:
 - 1) Mindest-Streckgrenze;
 - 2) Mindest-Zugfestigkeit;
 - 3) Mindestdehnung;

- 4) den vom Hersteller für die Dichtheitsprüfung festgelegten Prüfdruck des Liners (für geschweißte Liner);
 - 5) Mindest-Berstdruck;
 - 6) Nahtübergang (siehe ISO 11119-4:2016, 7.3.1) und Verfahrensspezifikation, soweit zutreffend;
 - 7) Verträglichkeit mit dem enthaltenen Gas, wie nach EN ISO 11114-1 bestimmt;
- b) für nichtmetallische Liner:
- 1) Dichte;
 - 2) Schmelzpunkt für Thermoplaste, wie nach EN ISO 3146 (oder EN ISO 11357-3) bestimmt;
 - 3) Wärmeformbeständigkeitstemperatur für Duroplaste, wie nach EN ISO 75-1 (EN ISO 75-2) bestimmt;
 - 4) Selbstentzündungstemperatur in Sauerstoff, wie nach EN ISO 11114-3 bestimmt (für Flaschen, die für Luft und oxidierende Gase vorgesehen sind (siehe EN ISO 10156 für die Definition der oxidierenden Gase));
 - 5) Glasübergangstemperatur, wie nach ISO 6721-11 (oder EN ISO 11357-2) (Differenzkalorimetrie (DSC)) bestimmt;
 - 6) Zusammensetzung (z. B. Datenblatt); additive Systeme, die mehr als 10 % der gesamten Zusammensetzung ausmachen, müssen einzeln als Komponenten des Liners festgelegt werden;
 - 7) Verträglichkeit mit dem enthaltenen Gas, wie nach EN ISO 11114-2 empfohlen oder durch geeignete Prüfung nachgewiesen;
 - 8) Auslegung des Endstutzens nach 4.2.2.

4.2.4 Auslegung der Flaschen-Enden

Der Außendurchmesser und die Dicke des gebildeten Halsendes des Liners sind so zu gestalten, dass sie dem Drehmoment zum Einschrauben des Ventils in die Flasche standhalten und Prüfung 16 (siehe 5.2.16 ausschließlich zu kegeligen Gewinden) und Prüfung 17 (siehe 5.2.17) bestehen.

4.2.5 Halsring

Wenn ein Halsring vorgesehen ist, muss er aus einem Werkstoff bestehen, der mit dem der Flasche verträglich ist, und er muss durch ein Verfahren sicher befestigt sein, das für den Werkstoff des Liners, der Flasche oder des Stutzens geeignet ist.

4.3 Umwicklungsverbund

4.3.1 Werkstoffe

Die werkstoffbezogenen Anforderungen an Fasern und Matrix oder an den vorimprägnierten Werkstoff müssen den Festlegungen des Herstellers entsprechen. Falls Glasfaser als strukturelle Verstärkung der Flasche verwendet wird, darf nur borfreie Glasfaser verwendet werden.

4.3.2 Wicklung

Für den Wickel- und Härtungsvorgang sind geeignete Verfahren festzulegen, um eine gute Wiederholbarkeit und Rückverfolgbarkeit sicherzustellen.

Die folgenden Parameter sind festzulegen und zu überwachen:

- a) prozentuale Anteile der Komponenten des Umwicklungsverbunds;
- b) Losnummern des verwendeten Werkstoffs nach 3.1.3 bis 3.1.6;
- c) Anzahl der verwendeten Stränge;
- d) Wickelspannung je Strang (sofern zutreffend);
- e) Wickelregelgeschwindigkeit(en);
- f) Wickelwinkel und/oder -steigung jeder Lage;
- g) Temperaturbereich des Harzbades (sofern zutreffend);
- h) Temperatur des Stranges vor der Verfestigung (sofern zutreffend);
- i) Anzahl und Reihenfolge der Lagen;
- j) Verfahren für eine ordnungsgemäße Imprägnierung (z. B. Nasswickeln oder Vorimprägnieren (Prepreg));
- k) Polymerisationszyklus (sofern zutreffend);
- l) Polymerisationsprozess (z. B. Temperaturwechselbeanspruchung, Ultraschall, UV-Licht oder Bestrahlung).

Bei der thermischen Polymerisation müssen Temperatur und Dauer des Polymerisationszyklus des Harzsystems so sein, dass sie die mechanischen Eigenschaften des Liners nicht nachteilig beeinflussen. Zusätzlich müssen die Toleranzen für Haltezeit und Temperatur für jede Stufe definiert werden.

4.4 Fertiggestellte Flasche

4.4.1 Auslegungszeichnungen

Es ist eine vollständig bemaßte Zeichnung sämtlicher Bestandteile der fertiggestellten Flasche bereitzustellen. Die Auslegungszeichnung muss die Toleranzen sämtlicher Maße enthalten, einschließlich Unrundheit und Geradheit.

Die Zeichnung muss die Spezifikation des Werkstoffs/der Werkstoffe, der Werkstoffeigenschaften und des Verstärkungsmusters enthalten. Die Spezifikationen und die Verstärkungsmuster dürfen in einer Technischen Spezifikation angegeben werden, die der Zeichnung beigelegt ist.

Sofern eine dauerhaft aufgebrachte Außenbeschichtung einen integralen Bestandteil der Auslegung darstellt, müssen ihre Einzelheiten festgelegt werden.

Prüfdruck, Autofrettagedruck (sofern zutreffend) und Mindest-Berstdruck für die Auslegung sind festzulegen.

Alle besonderen Merkmale oder besonderen Einschränkungen (z. B. Auslegungs-Lebensdauer, Unterwasser-eignung, Vakuumeignung und/oder Begrenzungen der maximalen Eindrehmomente) sind anzugeben.

4.4.2 Flaschen ohne Liner

Die Anforderungen an die Verbundwerkstoffe und deren festzulegende Eigenschaften sind wie folgt:

- a) Zugfestigkeit;
- b) Zugmodul;

- c) Bruchdehnung;
- d) Wärmeformbeständigkeitstemperatur;
- e) Viskosität.

Die Verbundwerkstoffe müssen mit dem enthaltenen Gas verträglich sein, wie nach EN ISO 11114-2 bestimmt oder durch geeignete Prüfung nachgewiesen. Die Selbstentzündungstemperatur in gasförmigem Sauerstoff ist nach EN ISO 11114-3 für Flaschen zu bestimmen, die für Luft, Sauerstoff und oxidierende Gase vorgesehen sind.

ANMERKUNG EN ISO 11114-5:2022 legt Prüfverfahren für die Verträglichkeit mit Gasen (an Proben und/oder Flaschen) fest, um die Eignung von Matrix-Werkstoffen aus Kunststoff für Flaschen ohne Liner (Flaschen Typ 5) zu bewerten.

Wenn ein metallischer Endstutzen in einer Flasche ohne Liner verwendet wird, muss die Zeichnung der Flasche die Spezifikation des Werkstoffs und die Werkstoffeigenschaften des Stutzens nach 4.2.2 umfassen.

4.4.3 Autofrettage

Die innere Druckbeaufschlagung mit dem Autofrettagedruck kann bei Flaschen mit metallischen Linern Bestandteil des Herstellungsprozesses sein; falls dies so ist, muss dieses Verfahren bei wärmehärtbaren Harzen nach der Polymerisation des Verbunds bzw. bei Thermoplasten nach dem Verfestigungsprozess ausgeführt werden.

Während des Autofrettageverfahrens sind folgende Parameter aufzuzeichnen:

- a) Autofrettagedruck;
- b) Dauer der Aufbringung des Autofrettagedrucks;
- c) Ausdehnung bei Autofrettagedruck;
- d) bleibende Ausdehnung nach der Autofrettage.

Bei Anwendung der Autofrettage ist an allen Flaschen zu überprüfen, ob dieses Verfahren wirkungsvoll durchgeführt wurde.

4.4.4 Herstellungsanforderungen an die fertiggestellte Flasche

Die inneren und äußeren Oberflächen der fertiggestellten Flasche müssen frei von Fehlern sein, die die sichere Funktion der Flasche beeinträchtigen können. Zusätzlich darf die Flasche keine sichtbaren Fremdkörper enthalten (z. B. Harz, Späne oder sonstige Rückstände).

ANMERKUNG EN ISO 9809-1, EN ISO 9809-2, EN ISO 7866, EN 13322-1 und EN 14638-3 bieten Leitlinien zu möglichen Fehlern in metallischen Linern. Für Flaschen aus Verbundwerkstoffen enthält EN ISO 11623 Informationen zu möglichen Fehlern.

5 Flaschen- und Werkstoff-Prüfungen

5.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt Prüfungen, die für die Prototypprüfung neuer Flaschenauslegungen, die Auslegungsvariantenprüfung und die Fertigungsprüfung an vollumwickelten Flaschen aus Verbundwerkstoffen, Linern dieser Flaschen und den bei der Herstellung der Flaschen verwendeten Werkstoffen durchzuführen sind. Die aufgeführten Prüfungen können entsprechend dem Prüf- und Inspektionsplan nach Anhang A gefordert oder optional sein.

Die Prüfungen dürfen nicht durchgeführt werden, wenn ein abnehmbarer Schutzschlauch über die Flasche gestülpt ist.

Nach Abschluss der Prüfung muss jede Flasche unbrauchbar gemacht werden (außer nach dem Druckversuch nach 5.2.4).

5.2 Prüfverfahren und Prüfanforderungen

5.2.1 Prüfung 1 — Prüfungen von Verbundwerkstoffen, einschließlich Klebstoffen (sofern zutreffend)

5.2.1.1 Alle Flaschen

5.2.1.1.1 Durchführung

Die Prüfungen von Verbundwerkstoffen zur Bestimmung ihrer mechanischen Eigenschaften sind nach folgenden Normen durchzuführen:

a) Zugeigenschaften der Fasern:

- 1) für Glas, Aramid: ISO 8521 oder ASTM D 2290-19a und ASTM D 2291/D 2291M-16; ISO 3341 oder ASTM D 2343-03;
- 2) für Kohlenstoff: EN ISO 10618 oder ASTM D 4018-17;

b) Schereigenschaften: EN ISO 14130 oder ASTM D 2344/D 2344M-16;

c) Matriceigenschaften: Glasübergangstemperatur: ISO 6721-11 (oder EN ISO 11357-2);

d) Wärmeformbeständigkeitstemperatur: EN ISO 75-3;

e) Viskosität: EN ISO 1628-3 (oder EN ISO 1628-5 oder EN ISO 3219-1 und EN ISO 3219-2) für Thermoplaste, EN ISO 2884-1 oder ASTM D 2196-18e1 für Duroplaste.

Bei wärmehärtbaren Harzen muss die Glasübergangstemperatur (T_g) mindestens 20 °C über der maximalen festgelegten Betriebstemperatur liegen (d. h. T_g beträgt mindestens 85 °C bei Flaschen für den Gastransport) (darf nicht höher als die zulässige Temperatur sein). T_g muss während der Baumusterzulassung nachgewiesen werden.

Gleichwertige Prüfungen nach alternativen Normen oder Prüfspezifikationen dürfen angewendet werden.

Die verwendeten Werkstoffe müssen eine einheitliche und gleichbleibende Qualität haben. Der Hersteller der Flasche aus Verbundwerkstoffen muss nachweisen, dass jedes neue Werkstofflos die richtigen Eigenschaften aufweist und von zufriedenstellender Qualität ist, und er muss Aufzeichnungen führen, anhand derer das jeweilige, bei der Herstellung der Flasche verwendete Werkstofflos identifiziert werden kann. Eine Konformitätsbescheinigung des Werkstoffherstellers wird für den Zweck des Nachweises als ausreichend angesehen.

5.2.1.1.2 Kriterien

Die mechanischen Eigenschaften müssen die vom Hersteller festgelegten Mindestanforderungen an die Auslegung erfüllen.

5.2.1.2 Zusätzliche Prüfungen an Flaschen ohne Liner

5.2.1.2.1 Durchführung

Die zusätzlichen Prüfungen an Verbundwerkstoffen und Klebstoffen (sofern zutreffend) zur Bestimmung ihrer weiteren physikalischen Eigenschaften sind nach folgenden Normen durchzuführen:

- | | | |
|----|--|---|
| a) | Zugfestigkeit: | EN ISO 527-1 und EN ISO 527-2; |
| b) | Zugmodul: | EN ISO 527-1 und EN ISO 527-2; |
| c) | Dehnung: | EN ISO 527-1 und EN ISO 527-2; |
| d) | Wärmeformbeständigkeitstemperatur: | EN ISO 75-1 und EN ISO 75-3 für Duroplaste; |
| e) | Selbstentzündungstemperatur in Sauerstoff: | EN ISO 11114-3 (nur Luft, Sauerstoff und oxidierende Gase), siehe auch 5.2.15; |
| f) | Viskosität: | EN ISO 1628-3 (oder EN ISO 1628-5 oder EN ISO 3219-1 und EN ISO 3219-2) für Thermoplaste; EN ISO 2884-1 oder ASTM D 2196-86 für Duroplaste; |
| g) | Zusammensetzung: | von der Prüfstelle anerkannte Spezifikation (z. B. Werkstoffbescheinigung, Datenblatt). |

Gleichwertige Prüfungen nach von der Prüfstelle anerkannten alternativen Normen oder Prüfspezifikationen dürfen angewendet werden.

5.2.1.2.2 Kriterien

Die mechanischen Eigenschaften müssen die vom Hersteller festgelegten Mindestanforderungen an die Auslegung erfüllen.

5.2.2 Prüfung 2 — Prüfungen von Liner-Werkstoffen

5.2.2.1 Durchführung

Die Prüfungen von Liner-Werkstoffen sind für Folgendes durchzuführen:

- a) nahtloser Stahl — wie in EN ISO 9809-1, EN ISO 9809-2 oder EN ISO 11120, wie jeweils zutreffend, beschrieben;
- b) nahtloser, nichtrostender Stahl — wie in ISO 9809-4 beschrieben;
- c) geschweißter Stahl — wie in EN 13322-1 oder EN 14638-3, wie jeweils zutreffend, beschrieben;
- d) nahtlose Aluminiumlegierung — wie in EN ISO 7866 beschrieben;
- e) geschweißter nichtrostender Stahl — wie in EN 13322-2 oder EN 14638-1 beschrieben;
- f) geschweißte Aluminiumlegierung — wie in EN 12862 beschrieben;
- g) nichtmetallische Werkstoffe (Bescheinigungen des Rohstofflieferanten sind für den Nachweis der Übereinstimmung zulässig):
 - 1) Thermoplaste:
 - i) Schmelzpunkt — EN ISO 3146 (oder EN ISO 11357-3);

- ii) Dichte — EN ISO 1183;
 - iii) Schmelzindex — EN ISO 1133-1 oder Viskosität für thermoplastische Polyester EN ISO 1628-5;
 - iv) Selbstentzündungsprüfung — EN ISO 11114-3 (nur für Luft, Sauerstoff und oxidierende Gase), siehe auch 5.2.15;
 - v) Glasübergangstemperatur — EN ISO 11357-2;
- 2) Duroplaste und Elastomere:
- i) Bruchdehnung — EN ISO 527-1 und EN ISO 527-2 (oder EN ISO 527-3);
 - ii) Zugfestigkeit — EN ISO 527-1 und EN ISO 527-2 (oder EN ISO 527-3);
 - iii) Dichte — EN ISO 1183;
 - iv) Selbstentzündungsprüfung — EN ISO 11114-3 (nur für Luft, Sauerstoff und oxidierende Gase).

Gleichwertige Prüfungen nach alternativen Normen oder Prüfspezifikationen dürfen angewendet werden.

5.2.2.2 Kriterien

Die mechanischen Eigenschaften müssen die vom Hersteller festgelegten Mindestanforderungen an die Auslegung erfüllen.

5.2.3 Prüfung 3 — Prüfung an Linern (ausschließlich für metallische Liner)

5.2.3.1 Berstprüfung an Linern ausschließlich bei Umgebungstemperatur

5.2.3.1.1 Durchführung

Die hydraulische Berstprüfung muss nach EN ISO 9809-1, EN ISO 7866, EN 13322-1 oder EN 14638-1, wie jeweils zutreffend, durchgeführt werden.

5.2.3.1.2 Kriterien

- a) Der Berstdruck des Liners (p_{bL}) muss gleich dem Mindest-Auslegungs-Berstdruck oder größer als dieser sein, wie in 4.2.3 festgelegt;
- b) die Brucheinleitung beim Bersten muss im zylindrischen Teil erfolgen, es sei denn, die Länge des Liners ist weniger als das 3-Fache des Außendurchmessers; der Liner muss als ein Stück erhalten bleiben;
- c) geschweißte Liner, die an der Schweißnaht versagen, dürfen die Prüfung nicht bestehen.

5.2.3.1.3 Zu überwachende und aufzuzeichnende Parameter

- a) Berstdruck;
- b) Anzahl der Bruchstücke;
- c) Beschreibung des Versagens (z. B. Abbildungen);
- d) Druck-Zeit-Kurve oder Druck-Volumen-Kurve.

5.2.3.2 Dichtheitsprüfung an Linern (bei geschweißten metallischen Linern)

5.2.3.2.1 Allgemeines

WARNUNG — Im Fall pneumatischer Prüfungen müssen geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung des sicheren Betriebs und zum Einschluss jeglicher freisetzbarer Energie ergriffen werden. Es sollte zur Kenntnis genommen werden, dass ein Versuch mit pneumatischem Druck mehr Vorsichtsmaßnahmen als ein hydraulischer Druckversuch erfordert, da jeder Fehler bei der Durchführung dieser Prüfung, ungeachtet der Flaschengröße, eine hohe Wahrscheinlichkeit für einen Bruch unter Gasdruck in sich birgt. Daher dürfen diese Prüfungen nur durchgeführt werden, nachdem sichergestellt wurde, dass die Sicherheitsmaßnahmen den Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Der Liner muss vor dem Umwickeln hydraulisch oder pneumatisch auf den festgelegten Prüfdruck geprüft werden (siehe 4.2.3).

ANMERKUNG Falls der Liner nach der Liner-Herstellungsnorm zertifiziert ist, wird die Prüfung als durchgeführt angesehen.

Der festgelegte Prüfdruck des Liners muss vom Hersteller im Rahmen der Einreichung der Auslegung (siehe 4.2.3) festgelegt werden.

Der festgelegte Prüfdruck des Liners muss überwacht werden.

5.2.3.2.2 Durchführung

Der Druck im Liner muss schrittweise und regelmäßig erhöht werden, bis der festgelegte Prüfdruck des Liners erreicht wird. Der Druck muss ausreichend lange gehalten werden, um die Dichtheit zu bestimmen.

Der druckbeaufschlagte Liner muss zur Feststellung von Undichtigkeiten beobachtet werden.

Falls Undichtigkeiten in den Leitungen oder Anschlussstücken auftreten, müssen die Liner nach der Reparatur derartiger Undichtigkeiten erneut geprüft werden. Der festgelegte Prüfdruck des Liners muss überwacht werden.

5.2.3.2.3 Kriterien

- a) Vor und nach der Prüfung dürfen keine dauerhaften Verformungen sichtbar sein.
- b) Es darf keine sichtbare Undichtigkeit auftreten.

5.2.3.2.4 Zu überwachende und aufzuzeichnende Parameter

- a) Druck;
- b) Zeit.

5.2.4 Prüfung 4 — Druckversuch an fertiggestellten Flaschen bei Umgebungstemperatur

5.2.4.1 Durchführung

Wenn Flaschen der Autofrettage unterzogen werden, darf der Druckversuch dem Autofrettage-Vorgang unmittelbar folgen oder Teil dieses Vorgangs sein.

Bei der Durchführung des Druckversuchs ist eine geeignete Flüssigkeit (üblicherweise z. B. Wasser) als Prüfmedium einzusetzen.