

DIN EN ISO 11439



ICS 23.020.35; 43.060.40

Ersatz für
DIN EN ISO 11439:2013-09

**Gasflaschen –
Hochdruck-Flaschen für die fahrzeuginterne Speicherung von Erdgas als
Treibstoff für Kraftfahrzeuge (ISO 11439:2013 + Amd 1:2021);
Deutsche Fassung EN ISO 11439:2013 + A1:2021**

Gas cylinders –

High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles (ISO 11439:2013 + Amd 1:2021);

German version EN ISO 11439:2013 + A1:2021

Bouteilles à gaz –

Bouteilles haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles (ISO 11439:2013 + Amd 1:2021);

Version allemande EN ISO 11439:2013 + A1:2021

Gesamtumfang 95 Seiten

DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11439:2013 + A1:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ in Zusammenarbeit mit dem 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).

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2021-08-15.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen **A1** **A1** angezeigt.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheiten „°F“, „ft lbs“, „inch“ und „psi“, die in Deutschland nicht zugelassen sind. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheiten dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheiten anwenden. Die zu verwendenden Werte sind in den gesetzlichen Einheiten im Text angegeben.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 148-1	siehe	DIN EN ISO 148-1
ISO 306	siehe	DIN EN ISO 306
ISO 527-2	siehe	DIN EN ISO 527-2
ISO 2808	siehe	DIN EN ISO 2808
ISO 6270-2	siehe	DIN EN ISO 6270-2
ISO 6506-1	siehe	DIN EN ISO 6506-1
ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 7866	siehe	DIN EN ISO 7866
ISO 9227	siehe	DIN EN ISO 9227
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO 9809-1	siehe	DIN EN ISO 9809-1
ISO 9809-2	siehe	DIN EN ISO 9809-2
ISO 9809-3	siehe	DIN EN ISO 9809-3
ISO 14130	siehe	DIN EN ISO 14130
ISO 15403-1	siehe	DIN EN ISO 15403-1

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 ISO 11439:2013-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- b) neuer Anhang H hinzugefügt;
- c) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 11439: 2001-06, 2013-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 306, *Kunststoffe — Thermoplaste — Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur (VST)*

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

DIN EN ISO 2808, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Schichtdicke*

DIN EN ISO 6270-2, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit — Teil 2: Kondensation (Beanspruchung in einer Klimakammer mit geheiztem Wasserbehälter)*

DIN EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

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

DIN EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN 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*

DIN 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*

DIN EN ISO 9809-3, *Gasflaschen — Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl — Teil 3: Flaschen aus normalisiertem Stahl*

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

DIN EN ISO 15403-1, *Erdgas — Erdgas als verdichteter Kraftstoff für Fahrzeuge — Teil 1: Bestimmung der Beschaffenheit*

Deutsche Fassung

**Gasflaschen —
Hochdruck-Flaschen für die fahrzeuginterne Speicherung
von Erdgas als Treibstoff für Kraftfahrzeuge
(ISO 11439:2013 + Amd 1:2021)**

Gas cylinders —
High pressure cylinders for the on-board storage of
natural gas as a fuel for automotive vehicles
(ISO 11439:2013 + Amd 1:2021)

Bouteilles à gaz —
Bouteilles haute pression pour le stockage
de gaz naturel utilisé comme carburant
à bord des véhicules automobiles
(ISO 11439:2013 + Amd 1:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. April 2013 angenommen. Die Änderung A1 modifiziert die Europäische Norm EN ISO 11439:2013. Sie wurde vom CEN am 15. August 2021 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
Vorwort	7
Ⓐ) Europäisches Vorwort der Änderung Ⓐ1	8
Ⓐ) Vorwort der Änderung Ⓐ1	9
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Betriebsbedingungen	14
4.1 Allgemeines	14
4.1.1 Normalbetriebsbedingungen	14
4.1.2 Betriebslebensdauer	14
4.2 Maximale Drücke	14
4.3 Auslegungsanzahl der Füllzyklen	15
4.4 Temperaturbereich	15
4.4.1 Sich einstellende Gastemperatur	15
4.4.2 Flaschentemperaturen	15
4.4.3 Vorübergehende Temperaturen	15
4.5 Zusammensetzung des Gases	15
4.5.1 Allgemeines	15
4.5.2 Trockenes Gas	15
4.5.3 Feuchtes Gas	16
4.6 Außenoberflächen	16
5 Inspektion und Prüfung	16
6 Verfahren der Bauartzulassung	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Bauartzulassung	17
6.3 Betriebsanweisung	17
6.4 Auslegungsdaten	17
6.4.1 Zeichnungen	17
6.4.2 Bericht über die Spannungsanalyse	18
6.4.3 Daten der Werkstoffeigenschaften	18
6.4.4 Brandschutz	18
6.5 Herstellungsdaten	18
6.6 Bruchverhalten und Fehlergröße bei der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)	18
6.7 Lastenheft	19
6.8 Zusätzliche unterstützende Daten	19
6.9 Bauartzulassungsbescheinigung	19
7 Anforderungen für metallische Typ 1-Flaschen	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Werkstoffe	19
7.2.1 Allgemeine Anforderungen	19
7.2.2 Kontrollen der chemischen Zusammensetzung	19
7.3 Anforderungen an die Auslegung	20
7.3.1 Prüfdruck	20
7.3.2 Berstdruck	20
7.3.3 Spannungsanalyse	20
7.3.4 Maximale Fehlergröße	20
7.3.5 Öffnungen	20
7.3.6 Brandschutz	20
7.3.7 Zubehör	21
7.4 Bau und Ausführung	21

7.4.1	Endverschlüsse	21
7.4.2	Wärmebehandlung	21
7.4.3	Halsgewinde	21
7.4.4	Äußerer Umweltschutz	21
7.4.5	Rückverfolgbarkeit	21
7.5	Verfahren der Baumusterprüfung	21
7.5.1	Allgemeine Anforderungen	21
7.5.2	Baumusterprüfungen	22
7.5.3	Änderung der Auslegung	23
7.6	Losprüfungen	24
7.6.1	Allgemeine Anforderungen	24
7.6.2	Erforderliche Prüfungen	24
7.7	Prüfungen an jeder Flasche	25
7.8	Los-Abnahmebescheinigung	26
7.9	Nichterfüllung der Prüfanforderungen	26
8	Anforderungen für umfangsumwickelte Typ 2-Flaschen	27
8.1	Allgemeines	27
8.2	Werkstoffe	27
8.2.1	Allgemeine Anforderungen	27
8.2.2	Kontrollen der chemischen Zusammensetzung	27
8.2.3	Composite-Werkstoffe	28
8.3	Anforderungen an die Auslegung	28
8.3.1	Prüfdruck	28
8.3.2	Berstdrücke und Faser-Spannungsverhältnisse	28
8.3.3	Spannungsanalyse	29
8.3.4	Maximale Fehlergröße	29
8.3.5	Öffnungen	30
8.3.6	Brandschutz	30
8.4	Bau und Ausführung	30
8.4.1	Allgemeines	30
8.4.2	Liner	30
8.4.3	Halsgewinde	30
8.4.4	Umwicklung	30
8.4.5	Äußerer Umweltschutz	31
8.4.6	Rückverfolgbarkeit	31
8.5	Verfahren der Baumusterprüfung	31
8.5.1	Allgemeine Anforderungen	31
8.5.2	Baumusterprüfungen	32
8.5.3	Änderung der Auslegung	34
8.6	Losprüfungen an Linern und Flaschen	34
8.6.1	Allgemeine Anforderungen	34
8.6.2	Erforderliche Prüfungen	35
8.7	Prüfungen an jedem Liner und jeder Flasche	38
8.8	Los-Abnahmebescheinigung	38
8.9	Nichterfüllen der Prüfanforderungen	39
8.9.1	Liner	39
8.9.2	Flaschen	39
9	Anforderungen für vollumwickelte Typ 3-Flaschen	40
9.1	Allgemeines	40
9.2	Werkstoffe	40
9.2.1	Allgemeine Anforderungen	40
9.2.2	Kontrollen der chemischen Zusammensetzung	40
9.2.3	Composite-Werkstoffe	41
9.3	Anforderungen an die Auslegung	41
9.3.1	Prüfdruck	41
9.3.2	Berstdrücke und Faser-Spannungsverhältnisse	41
9.3.3	Spannungsanalyse	42

9.3.4	Maximale Fehlergröße	42
9.3.5	Öffnungen	42
9.3.6	Brandschutz	42
9.4	Bau und Ausführung	43
9.4.1	Allgemeines	43
9.4.2	Liner	43
9.4.3	Halsgewinde	43
9.4.4	Umwicklung	43
9.4.5	Äußerer Umweltschutz	44
9.4.6	Rückverfolgbarkeit	44
9.5	Verfahren der Baumusterprüfung	44
9.5.1	Allgemeine Anforderungen	44
9.5.2	Baumusterprüfungen	44
9.5.3	Änderungen der Auslegung	47
9.6	Losprüfungen an Linern und Flaschen	48
9.6.1	Allgemeine Anforderungen	48
9.6.2	Linerprüfungen	49
9.6.3	Flaschenprüfungen	49
9.6.4	Flaschenversagen	50
9.7	Prüfungen an jedem Liner und jeder Flasche	50
9.7.1	Allgemeines	50
9.7.2	Linerprüfungen	50
9.7.3	Flaschenprüfungen	50
9.8	Losabnahmebescheinigung	51
9.9	Nichterfüllen der Prüfanforderungen	51
9.9.1	Liner	51
9.9.2	Flaschen	52
10	Anforderungen für vollumwickelte Typ 4-Verbundflaschen	52
10.1	Allgemeines	52
10.2	Werkstoffe	52
10.2.1	Allgemeine Anforderungen	52
10.2.2	Harze	52
10.2.3	Fasern	52
10.2.4	Kunststoff-Liner	52
10.2.5	Metallische Stutzen	53
10.3	Anforderungen an die Auslegung	53
10.3.1	Prüfdruck	53
10.3.2	Berstdrücke und Faser-Spannungsverhältnisse	53
10.3.3	Spannungsanalyse	53
10.3.4	Öffnungen	54
10.3.5	Brandschutz	54
10.4	Bau und Ausführung	54
10.4.1	Allgemeines	54
10.4.2	Halsgewinde	54
10.4.3	Aushärten duroplastischer Harze	54
10.4.4	Äußerer Umweltschutz	54
10.4.5	Rückverfolgbarkeit	55
10.5	Verfahren der Baumusterprüfung	55
10.5.1	Allgemeines	55
10.5.2	Baumusterprüfungen	55
10.5.3	Änderung der Auslegung	57
10.6	Losprüfungen	60
10.6.1	Allgemeine Anforderungen	60
10.6.2	Erforderliche Prüfungen	60
10.7	Prüfungen an jeder Flasche	61
10.8	Losabnahmebescheinigung	62
10.9	Nichterfüllen der Prüfanforderungen	62

11	Kennzeichnung	62
12	Vorbereitung zum Versand	63
Anhang A (normativ) Prüfmethoden und -kriterien		64
A.1	Zugversuche für Flaschen und Liner aus Stahl und Aluminium	64
A.2	Kerbschlagbiegeversuch für Flaschen und Liner aus Stahl	64
A.3	Schwefel-Spannungsrißprüfung für Stahl	64
A.4	Korrosionsprüfungen für Aluminium	65
A.5	Rissprüfungen unter Dauerbelastung (SLC-Prüfungen) für Aluminium	65
A.6	Leck-vor-Bruch (LvB) Prüfung	65
A.7	Lastwechselprüfung bei extremen Temperaturen	65
A.8	Brinell-Härteprüfung	66
A.9	Prüfungen der Beschichtung	66
A.10	Dichtheitsprüfung	67
A.11	Hydrostatische Druckprüfung	67
A.12	Hydrostatische Berstdruckprüfung	67
A.13	Lastwechselprüfung bei Umgebungstemperatur	68
A.14	Umweltprüfung	68
A.14.1	Allgemeines	68
A.14.2	Flaschenanordnung und -vorbereitung	68
A.14.3	Vorkonditionierung durch Pendelschlagversuch	68
A.14.4	Umwelt-Flüssigkeiten für die Aussetzung	69
A.14.5	Lastwechselbeanspruchung und Druckhaltezeit	69
A.14.6	Annehmbares Ergebnis	69
A.15	Bonfire Test	69
A.15.1	Allgemeines	69
A.15.2	Flaschenanordnung	69
A.15.3	Brandquelle	70
A.15.4	Temperatur- und Druckmessungen	70
A.15.5	Allgemeine Prüfanforderungen	70
A.15.6	Annehmbare Ergebnisse	71
A.16	Eindringprüfungen	71
A.17	Kerb-Belastungsprüfungen des Composites	71
A.18	Hochtemperatur-Auslagerungsversuch	71
A.19	Beschleunigter Zeitstandsversuch	71
A.20	Fallprüfung	72
A.21	Permeationsprüfung	72
A.22	Zugeigenschaften von Kunststoffen	72
A.23	Erweichungstemperatur von Kunststoffen	72
A.24	Losprüfungen der Beschichtung	73
A.24.1	Dicke der Beschichtung	73
A.24.2	Haftung der Beschichtung	73
A.25	Stutzen-Drehmomentprüfung	73
A.26	Harz-Abscherversuch	73
A.27	Erdgas-Lastwechselprüfung	73
A.28	Drehmomentenprüfung	74
Anhang B (normativ) Ultraschalluntersuchung		75
B.1	Einführung	75
B.2	Allgemeine Anforderungen	75
B.3	Fehlererkennung der zylindrischen Teile	75
B.3.1	Verfahren	75
B.3.2	Bezugsnormal	76
B.4	Kalibrierung der Ausrüstung	76
B.5	Messung der Wanddicke	76
B.6	Auswertung der Ergebnisse	77
B.7	Bescheinigung	78
Anhang C (informativ) Fehlergröße für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) mittels Lastwechselbeanspruchung gekerbter Flaschen		79

Anhang D (informativ) **Berichts-Formblätter** 80

D.1 **Allgemeines** 80

D.2 **Liste der Formblätter** 80

Anhang E (informativ) **Standard-Betriebsdrücke** 83

Anhang F (informativ) **Verifizierung der Spannungsverhältnisse mittels Verwendung von
Dehnungsmessstreifen** 84

Anhang G (informativ) **Herstellieranweisungen für die Handhabung, Verwendung und Inspektion
von Flaschen** 85

G.1 **Allgemeines** 85

G.2 **Vertreibung** 85

G.3 **Bezug zu bestehenden Codes, Normen und Vorschriften** 85

G.4 **Handhabung der Flaschen** 85

G.5 **Installation** 85

G.6 **Verwendung der Flaschen** 86

G.7 **Inbetriebnahme-Inspektion** 86

Anhang H (informativ) **Ⓐ Korrosionsbeständigkeit Ⓐ** 87

H.1 **Beschleunigte Korrosion mit zyklisch wechselnder Beanspruchung** 87

H.2 **Durchführung** 88

H.3 **Anweisungen** 89

Ⓐ Literaturhinweise Ⓐ 91

Bilder

Bild A.1 — **Flaschenausrichtung und Anordnung der Aussetzungsbereiche** 68

Bild B.1 — **Einzelheiten der Auslegung und Maße der Bezugskerben für Fehler in Längsrichtung** 77

Bild B.2 — **Schematische Darstellung der Bezugskerben für Fehler in Umfangsrichtung** 78

Bild B.3 — **UT-Symbol** 78

Bild D.1 — **Beispielformat für Formblatt 1: Herstellungsbericht und Konformitätsbescheinigung** 81

Bild D.2 — **Beispielformat für Formblatt 7: Bauartzulassungsbescheinigung** 82

Bild H.1 — **Ablaufdiagramm der beschleunigten Korrosionsprüfung mit zyklisch wechselnder
Beanspruchung** 88

Bild H.2 — **Zulässiger Korrosionsverlust in Bereichen des Flaschenhalses Ⓐ** 90

Tabellen

Tabelle 1 — **Maximale Schwefel- und Phosphorgrenzwerte** 20

Tabelle 2 — **Änderung der Auslegung für Typ 1-Flaschen** 23

Tabelle 3 — **Maximale Schwefel- und Phosphorgrenzwerte** 28

Tabelle 4 — **Mindestwerte des Berstdruckes und des Spannungsverhältnisses für Typ 2-Flaschen
(mit einem Betriebsdruck von 200 bar)** 29

Tabelle 5 — **Änderung der Auslegung für Typ 2-Flaschen** 36

Tabelle 6 — **Maximale Schwefel- und Phosphorgrenzwerte** 40

Tabelle 7 — **Mindestwerte des Berstdruckes und des Spannungsverhältnisses für Typ 3-Flaschen
(mit einem Betriebsdruck von 200 bar)** 42

Tabelle 8 — **Änderung der Auslegung für Typ 3-Flaschen** 47

Tabelle 9 — **Mindestwerte des Berstdruckes und des Spannungsverhältnisses für Typ 4-Flaschen
(mit einem Betriebsdruck von 200 bar)** 53

Tabelle 10 — **Änderung der Auslegung für Typ 4-Flaschen** 58

Tabelle A.1 — **Annahmewerte für den Kerbschlagbiegeversuch** 65

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11439:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2013 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 11439:2000.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11439:2013 wurde vom CEN als EN ISO 11439:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

▣^{A1} Europäisches Vorwort der Änderung ▣^{A1}

▣^{A1} Dieses Dokument (EN ISO 11439:2013/A1:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ in Zusammenarbeit mit dem 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 Mai 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 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.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11439:2013/Amd 1:2021 wurde von CEN als EN ISO 11439:2013/A1:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt. ▣^{A1}

A1 Vorwort der Änderung **A1**

A1 ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumententypen beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58, *Gas cylinders*, Unterkomitee SC 3, *Cylinder design* in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 23, *Ortsbewegliche Gasflaschen*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden. **A1**

Einleitung

Flaschen für die fahrzeuginterne Speicherung von Treibstoff für den Erdgas-Fahrzeugbetrieb müssen ein geringes Gewicht aufweisen, dabei aber gleichzeitig das derzeit für andere Druckgefäße bestehende Sicherheitsniveau beibehalten oder verbessern.

Die Eigentümer oder Betreiber von nach dieser Internationalen Norm ausgelegten Flaschen sollten beachten, dass die Flaschen so ausgelegt sind, dass sie nur sicher betrieben werden können, sofern sie in Übereinstimmung mit den festgelegten Betriebsbedingungen und der festgelegten begrenzten Betriebslebensdauer verwendet werden. Das Ablaufdatum ist auf jeder Flasche gekennzeichnet, und es liegt in der Verantwortung der Eigentümer und Betreiber sicherzustellen, dass die Flaschen nach diesem Datum nicht mehr verwendet werden und dass sie in Übereinstimmung mit den Herstelleranweisungen inspiziert werden.

Die Anwender dieser Internationalen Norm werden ermutigt, die bei der Durchführung bestimmter Prüfungen auftretenden Umweltauswirkungen zu berücksichtigen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Mindestanforderungen für wiederbefüllbare Gasflaschen in Leichtbauweise fest. Diese Flaschen sind ausschließlich für die fahrzeuginterne Speicherung von unter hohem Druck verdichtetem Erdgas als Treibstoff für Kraftfahrzeuge, in denen sie befestigt sind, bestimmt. Die Betriebsbedingungen berücksichtigen keine äußeren Belastungen, die als Folge von Fahrzeugzusammenstößen usw. auftreten können.

Diese Internationale Norm gilt für Flaschen einer beliebigen Konstruktion aus nahtlosem Stahl, nahtlosen Aluminiumlegierungen oder nichtmetallischen Werkstoffen, die nach beliebiger(m) Auslegung oder Herstellungsverfahren gefertigt sind, die für die festgelegten Betriebsbedingungen geeignet ist. Diese Internationale Norm gilt nicht für Flaschen aus Edelstahl. Obwohl diese Norm einen Betriebsdruck von 200 bar als Bezugsdruck verwendet, können andere Betriebsdrücke verwendet werden.

Die von dieser Internationalen Norm erfassten Flaschen werden als Typ 1-, Typ 2-, Typ 3- und Typ 4-Flaschen bezeichnet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

ISO 148-1, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method*

ISO 306, *Plastics — Thermoplastic materials — Determination of Vicat softening temperature (VST)*

ISO 527-2, *Plastics — Determination of tensile properties — Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics*

ISO 2808, *Paints and varnishes — Determination of film thickness*

ISO 6506-1, *Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*

ISO 7866, *Gas cylinders — Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders — Design, construction and testing*

ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests*

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel*

ISO 9809-1, *Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength less than 1 100 MPa*

ISO 9809-2, *Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 2: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength greater than or equal to 1 100 MPa*

ISO 9809-3, *Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 3: Normalized steel cylinders*

ISO 14130, *Fibre-reinforced plastic composites — Determination of apparent interlaminar shear strength by short-beam method*

ISO 15403-1, *Natural gas — Natural gas for use as a compressed fuel for vehicles — Part 1: Designation of the quality*

ISO/TR 15403-2, *Natural gas — Natural gas for use as a compressed fuel for vehicles — Part 2: Specification of the quality*

ISO 15500-13, *Road vehicles — Compressed natural gas (CNG) fuel system components — Part 13: Pressure relief device (PRD)*

ASTM D522-93a, *Standard Test Methods for Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings*

ASTM D1308 ^[A1] gestrichener Text ^[A1], *Standard Test Method for Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes*

ASTM D2794 ^[A1] gestrichener Text ^[A1], *Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)*

ASTM D3170 ^[A1] gestrichener Text ^[A1], *Standard Test Method for Chipping Resistance of Coatings*

ASTM D3359, *Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test*

ASTM D3418, *Standard Test Method for Transition Temperatures of Polymers by Differential Scanning Calorimetry*

ASTM G154 ^[A1] gestrichener Text ^[A1], *Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials*

NACE TM 0177 ^[A1] gestrichener Text ^[A1], *Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H₂S Environments*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

3.1

zugelassene Inspektionsstelle

durch die regelsetzende Behörde des Verwendungslandes zugelassene oder anerkannte Inspektionsstelle für die Überwachung von Bau und Prüfungen von Flaschen, die zur fahrzeuginternen Speicherung von Erdgas in Kraftfahrzeugen verwendet werden

3.2

Autofrettage

Druckanwendungsverfahren, das zur Herstellung von Flaschen aus Verbundwerkstoffen (Composite-Flaschen) mit metallischen Linern verwendet wird und den Liner ausreichend über seine Streckgrenze hinaus belastet, um eine bleibende plastische Verformung zu verursachen

3.3

Autofrettage-Druck

Druck innerhalb der umwickelten Flasche, bei dem sich die geforderte Spannungsverteilung zwischen dem Liner und der Umwicklung einstellt

3.4

Los – Composite-Flaschen

Anzahl von nicht mehr als 200 Flaschen zuzüglich der Flaschen für die zerstörenden Prüfungen, oder bei größeren Mengen, Anzahl der in einer fortlaufenden Produktionsschicht gefertigten Flaschen, die aus geeigneten Linern gleicher Größe und Auslegung unter Verwendung des gleichen festgelegten Konstruktionswerkstoffes und des gleichen Herstellungsverfahrens hergestellt wurden

3.5

Los – metallische Flaschen/Liner

Anzahl von nicht mehr als 200 Flaschen/Linern zuzüglich der Flaschen/Liner für die zerstörenden Prüfungen, oder bei größeren Mengen, Anzahl der in einer fortlaufenden Produktionsschicht gefertigten metallischen Flaschen/Liner, die den gleichen Nenndurchmesser, die gleiche Wanddicke und Auslegung und den gleichen festgelegten Konstruktionswerkstoff sowie Werkstoffguss aufweisen und unter Verwendung des gleichen Herstellungsverfahrens, der gleichen Herstellungs- und Wärmebehandlungseinrichtungen und Wärmebehandlungsbedingungen (Zeit, Temperatur und Atmosphäre) hergestellt wurden

3.6

Los – nichtmetallische Liner

Anzahl von nicht mehr als 200 Linern zuzüglich der Liner für die zerstörenden Prüfungen, oder bei größeren Mengen, Anzahl der in einer fortlaufenden Produktionsschicht gefertigten nichtmetallischen Liner, die den gleichen Nenndurchmesser, die gleiche Wanddicke und Auslegung und den gleichen festgelegten Konstruktionswerkstoff aufweisen und unter Verwendung des gleichen Herstellungsverfahrens hergestellt wurden

3.7

Berstdruck

höchster in einer Flasche während der Berstprüfung erreichter Druck

3.8

Composite-Flasche

Flasche, die durch Umwicklung eines metallischen oder nichtmetallischen Liners mit einer harzgetränkten Endlosfaser hergestellt wird

3.9

unbrauchbar gemacht

Flasche in einem derart veränderten Zustand, dass sie physikalisch nicht mehr zur bestimmungsgemäßen Verwendung geeignet ist

3.10

fertige Flaschen

vollständig verwendungsfähige Flaschen mit vollständigen Kennzeichnungen und äußerer Beschichtung einschließlich der/des vom Hersteller in der Auslegungszeichnung der Flasche festgelegten integrierten Isolierung und/oder Schutzes

3.11

Liner

innerer Teil der Composite-Flasche, bestehend aus einem metallischen oder nichtmetallischen Behälter

3.12

Hersteller

für die Auslegung, Fertigung und Prüfung der Flaschen verantwortliche Person oder Organisation

3.13

Umwicklung

um den Liner aufgebrachtes Verstärkungssystem aus Faser und Harz

3.14

Vorspannen

Verfahren der Anwendung der Autofrettage oder der Wicklung mit geregelter Zugspannung

3.15

Betriebslebensdauer

Dauer, in Jahren, während der die Flaschen in Übereinstimmung mit den Normalbetriebsbedingungen verwendet werden können

3.16

sich einstellender Druck

Gasdruck, der sich beim Erreichen einer festgelegten eingestellten Temperatur einstellt

3.17

sich einstellende Temperatur

einheitliche Gastemperatur in der Flasche nach Ausgleich jeglicher durch den Füllvorgang verursachten Temperaturänderung

3.18

Prüfdruck

vorgeschriebener bei einer Druckprüfung zu verwendender Druck

3.19

Typ 1-Auslegung

ausschließlich metallische Flasche

3.20

Typ 2-Auslegung

umfangsumwickelte Flasche mit einem lasttragenden metallischen Liner und einer Composite-Verstärkung ausschließlich im zylindrischen Bereich

3.21

Typ 3-Auslegung

vollumwickelte Flasche mit einem lasttragenden metallischen Liner und einer Composite-Verstärkung sowohl im zylindrischen Bereich als auch in den gewölbten Enden

3.22

Typ 4-Auslegung

vollumwickelte Flasche mit einem nicht lasttragenden Liner und einer Composite-Verstärkung sowohl im zylindrischen Bereich als auch in den gewölbten Enden

3.23

Betriebsdruck

sich einstellender Druck einer vollständig gefüllten Flasche bei einer einheitlichen Temperatur von 15 °C

4 Betriebsbedingungen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Normalbetriebsbedingungen

Die in diesem Abschnitt festgelegten Normalbetriebsbedingungen dienen als Grundlage für die Auslegung, Herstellung, Inspektion, Prüfung und Zulassung von Flaschen, die dauerhaft in Fahrzeugen eingebaut werden und zur Speicherung von Erdgas bei Umgebungstemperaturen als Treibstoff für die Fahrzeuge verwendet werden.

4.1.2 Betriebslebensdauer

Die Betriebslebensdauer, für die die Flaschen sicher betrieben werden können, muss vom Flaschenhersteller auf der Grundlage der Verwendung unter den in dieser Norm festgelegten Betriebsbedingungen festgelegt werden. Bei der maximalen Betriebslebensdauer handelt es sich um 20 Jahre.

4.2 Maximale Drücke

Diese Internationale Norm basiert auf einem sich bei 15 °C einstellenden Betriebsdruck von 200 bar für Erdgas als Treibstoff mit einem maximalen Fülldruck von 260 bar. Anderen Betriebsdrücken darf Rechnung getra-

gen werden, indem der Druck mit dem geeigneten Faktor (Verhältnis) angepasst wird, so erfordert z. B. ein Betriebsdruck von 240 bar die Multiplikation mit dem Faktor 1,20. Siehe auch Anhang E.

Ausgenommen die Fälle, bei denen die Drücke auf diese Art und Weise angepasst wurden, muss die Flasche so ausgelegt werden, dass sie geeignet ist für:

- a) einen Druck von 200 bar bei einer sich einstellenden Temperatur von 15 °C;
- b) einen maximalen Druck von 260 bar, unabhängig von den Füllbedingungen oder der Temperatur.

4.3 Auslegungsanzahl der Füllzyklen

Die Flaschen müssen so ausgelegt werden, dass sie bis zu 1 000-mal je Betriebsjahr gefüllt werden können.

4.4 Temperaturbereich

4.4.1 Sich einstellende Gastemperatur

Die sich einstellende Gastemperatur in der Flasche darf einen Wert zwischen einem Tiefstwert von -40 °C und einem Höchstwert von +65 °C einnehmen.

4.4.2 Flaschentemperaturen

Die Flaschen müssen für die Betriebsbedingungen einschließlich Temperaturen zwischen -40 °C und +82 °C ausgelegt werden. Flaschenwerkstofftemperaturen über +65 °C dürfen örtlich ausreichend begrenzt oder für eine ausreichend kurze Zeit auftreten, sofern sichergestellt ist, dass die Gastemperatur in der Flasche in keinem Fall, außer unter den in 4.4.3 angegebenen Bedingungen, eine Temperatur von +65 °C überschreitet.

4.4.3 Vorübergehende Temperaturen

Die sich während des Füllens und der Entnahme entwickelnden Gastemperaturen in den Flaschen dürfen einen Wert außerhalb der in 4.4.1 angegebenen Grenzwerte einnehmen.

4.5 Zusammensetzung des Gases

4.5.1 Allgemeines

Flaschen müssen so ausgelegt werden, dass sie mit Erdgas gefüllt werden können, welches die Spezifikation von ISO 15403-1 und ISO/TR 15403-2 sowie entweder die eines trockenen Gases nach den Angaben in 4.5.2 bzw. die eines feuchten Gases nach den Angaben in 4.5.3 erfüllt. Methanol und/oder Glykol dürfen dem Erdgas nicht vorsätzlich zugesetzt werden.

ANMERKUNG Sofern erwartet wird, dass Bedingungen für ein feuchtes Gas auftreten können, wurde festgestellt, dass mindestens 1 mg Kompressorenöl je kg Gas die Korrosion von Flaschen aus Stahl verhindert.

4.5.2 Trockenes Gas

Die Wasserdampfkonzentration muss weniger als 32 mg/m³ betragen (d. h. der Drucktaupunkt muss -9 °C bei 200 bar betragen). Als einzelne Obergrenzen der Gasgehalte müssen folgende Werte eingehalten werden:

Schwefelwasserstoff und andere lösliche Sulfide	23 mg/m ³
Sauerstoff	1 % (Volumenanteil)
Wasserstoff, sofern die Flaschen aus einem Stahl mit einer maximalen Zugfestigkeit größer als 950 MPa hergestellt werden	2 % (Volumenanteil)

4.5.3 Feuchtes Gas

Für ein Gas, dessen Wassergehalt über dem eines trockenen Gases liegt, müssen folgende Grenzen der Gasgehalte eingehalten werden:

Schwefelwasserstoff und andere lösliche Sulfide	höchstens 23 mg/m ³
Sauerstoff	höchstens 1 % (Volumenanteil)
Kohlendioxid	höchstens 3 % (Volumenanteil)
Wasserstoff	höchstens 0,1 % (Volumenanteil)
Kompressorenöl	mindestens 1 mg/kg Erdgas (siehe Anmerkung 4.5.1)

4.6 Außenoberflächen

Es ist nicht notwendig, die Flaschen für eine dauerhafte Beanspruchung durch mechanische oder chemische Belastungen (z. B. Undichtigkeit eines möglicherweise im Fahrzeug mitgeführten Ladegutes oder schwerwiegende Abnutzung in Folge der Straßenbedingungen) auszulegen. Jedoch müssen die Außenoberflächen der Flasche so ausgelegt werden, dass sie den folgenden unbeabsichtigten mechanischen oder chemischen Belastungen widerstehen, die mit ihrem Einbau einhergehen, sofern die Flaschen in Übereinstimmung mit den mit der Flasche bereitzustellenden Anweisungen eingebaut wurden.

Mechanische oder chemische Belastungen können aus Umweltbedingungen resultieren, wie z. B.:

- a) Wasser, entweder durch ein ausgesetztes Eintauchen oder durch Sprühwasser von der Straße;
- b) Salz, sofern das Fahrzeug in der Nähe des Meeres betrieben wird oder sofern Streusalz verwendet wird;
- c) ultraviolette Sonnenstrahlung;
- d) Schotterschlag;
- e) Lösemittel, Säuren und Laugen, Düngemittel;
- f) Fahrzeugflüssigkeiten, einschließlich Benzin, Hydraulikflüssigkeiten, Batteriesäure, Glykol und Öle;
- g) Abgase.

5 Inspektion und Prüfung

Die Konformitätsbeurteilung kann entsprechend den maßgeblichen anerkannten Rechtsvorschriften des Landes/der Länder, in dem/denen die Flaschen verwendet werden soll(en), durchgeführt werden.

Um sicherzustellen, dass Flaschen mit dieser Internationalen Norm übereinstimmen, müssen sie entsprechend ihrer Konstruktion einer Inspektion und Prüfung nach den Abschnitten 7, 8, 9 oder 10 und Anhang A unterzogen werden. Diese Inspektion und Prüfung muss durch eine im Verwendungsland/in den Verwendungsländern anerkannte zugelassene Inspektionsstelle, nachstehend als „der Inspektor“ bezeichnet, durchgeführt werden. Der Inspektor muss für die Inspektion von Flaschen befähigt sein.

6 Verfahren der Bauartzulassung

6.1 Allgemeines

Die Bauartzulassung besteht aus zwei Teilen:

- a) Zulassung der Auslegung, die die Vorlage der in 6.3 detailliert angegebenen Herstellerinformationen an den Inspektor beinhaltet.

- b) Baumusterprüfung, die die unter Aufsicht des Inspektors durchgeführten Prüfungen beinhaltet. Werkstoff, Auslegung, Herstellung und Untersuchung der Flasche müssen sich als für ihren vorgesehenen Betrieb geeignet erweisen, indem sie die für die jeweilige Flaschenauslegung zugehörigen Anforderungen der in 7.5, 8.5, 9.5 oder 10.5 und Anhang A festgelegten Baumusterprüfungen erfüllen.

Als Prüfdaten müssen ebenfalls die Maße, Wanddicken und Gewichte jeder geprüften Flasche dokumentiert werden.

6.2 Bauartzulassung

Die Flaschenauslegungen müssen durch den Inspektor zugelassen werden. Vom Hersteller müssen dem Inspektor zusammen mit dem Antrag auf Zulassung die folgenden Informationen vorgelegt werden:

- a) Betriebsanweisung nach 6.3;
- b) Auslegungsdaten nach 6.4;
- c) Herstellungsdaten nach 6.5;
- d) Bruchverhalten und ZfP-Fehlergröße nach 6.6;
- e) Lastenheft nach 6.7;
- f) zusätzliche unterstützende Daten nach 6.8.

6.3 Betriebsanweisung

Der Zweck der Betriebsanweisung ist es, den Benutzern und Einbauern der Flaschen eine Anleitung in die Hand zu geben sowie den Inspektor zu unterrichten. Die Betriebsanweisung muss folgende Informationen beinhalten:

- a) eine Erklärung, dass die Flaschenauslegung für die Verwendung unter den in Abschnitt 4 festgelegten Betriebsbedingungen für die Betriebslebensdauer der Flasche geeignet ist;
- b) eine Angabe zur Betriebslebensdauer;
- c) die Mindestanforderungen an die wiederkehrende Inspektion;
- d) eine Spezifikation der Druckentlastungseinrichtungen und Isolierung, sofern bereitgestellt;
- e) eine Spezifikation der Halterungsmethoden, Schutzbeschichtungen und jeglicher anderer Komponenten, die erforderlich sind, aber nicht beigelegt werden;
- f) eine Beschreibung der Flaschenauslegung;
- g) jegliche sonstige Informationen und Anweisungen, die für die sichere Verwendung und Inspektion der Flasche erforderlich sind.

6.4 Auslegungsdaten

6.4.1 Zeichnungen

Die Zeichnungen müssen mindestens die folgenden Informationen beinhalten:

- a) Titel, Hersteller, Bezugsnummer, Erstellungsdatum und Revisionsnummer mit Datum der Erstellung, sofern zutreffend;

- b) Bezug auf diese Internationale Norm und den Flaschentyp;
- c) sämtliche vollständigen Flaschenmaße mit Grenzabmaßen, einschließlich der Einzelheiten zu den Endverschlussformen, Öffnungen und Halsgewinden;
- d) Fassungsraum und Gewicht (einschließlich jeglichen dauerhaft angebrachten Zubehörs) der Flaschen, einschließlich Grenzabmaßen/Grenzabweichungen;
- e) Werkstoffspezifikationen, mechanische Eigenschaften (einschließlich Grenzabweichungen, sofern zutreffend) und für metallische Flaschen oder metallische Liner, festgelegter Härtebereich;
- f) sonstige Daten, wie z. B. Betriebsdruck, Autofrettage-Druck, Prüfdruck, Mindestberstdruck und Lebensdauer;
- g) Einzelheiten zum Brandschutzsystem und zu jeglichen äußeren Schutzbeschichtungen.

6.4.2 Bericht über die Spannungsanalyse

Es muss eine Spannungsanalyse nach der Finite-Elemente-Methode oder eine sonstige Spannungsanalyse durchgeführt werden. Es ist eine Tabelle vorzulegen, in welcher die berechneten Spannungen zusammengestellt sind.

6.4.3 Daten der Werkstoffeigenschaften

Es muss eine Beschreibung der in der Auslegung verwendeten Werkstoffe und Grenzabweichungen der Werkstoffeigenschaften vorgelegt werden. Es müssen ebenfalls Prüfdaten vorgelegt werden, die die mechanischen Eigenschaften und die Eignung der Werkstoffe für den Betrieb unter den in Abschnitt 4 festgelegten Bedingungen beschreiben.

6.4.4 Brandschutz

Die Anordnung der Druckentlastungseinrichtungen und der Isolierung, sofern vorhanden, die die Flasche vor einem unerwarteten Bersten schützen sollen, sofern sie den in A.15 festgelegten Brandbedingungen ausgesetzt werden, müssen festgelegt werden. Die Prüfdaten müssen die Effektivität des festgelegten Brandschutzsystems belegen.

ANMERKUNG Ein Hersteller darf alternative Positionen für die Druckentlastungseinrichtungen für besondere Fahrzeugeinbauten festlegen.

6.5 Herstellungsdaten

Es müssen Einzelheiten zu Herstellungsprozessen, zerstörungsfreien Prüfungen, Produktionsprüfungen und Losprüfungen vorgelegt werden. Die Produktionsprozesse, wie Wärmebehandlung, Umformung der Enden, Mischungsverhältnis des Harzes, Zugspannung der Faser und Geschwindigkeit bei der Wicklung mit geregelter Spannung, Aushärtezeiten und -temperaturen und Autofrettage-Verfahren müssen festgelegt werden.

Die Oberflächenbeschaffenheit, Einzelheiten zu den Gewinden, Annahmekriterien für die Ultraschallprüfung (oder gleichwertige Prüfung) und maximale Losgrößen für die Losprüfungen müssen ebenfalls festgelegt werden.

6.6 Bruchverhalten und Fehlergröße bei der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)

Der Hersteller muss die maximale Fehlergröße für die zerstörungsfreie Prüfung so festlegen, dass ein „Leckvor-Bruch“ (LvB) Bruchverhalten sichergestellt ist und ein Versagen der Flasche durch Leckage oder Bersten während ihrer Betriebslebensdauer verhindert wird. Die maximale Fehlergröße muss durch eine für die Auslegung geeignete Methode bestimmt werden.

ANMERKUNG Ein Beispiel einer geeigneten Methode ist in Anhang C angegeben.

6.7 Lastenheft

Für jede Flaschenauslegung ist eine Übersicht der die in 6.2 geforderten Informationen beinhaltenden Dokumente in einem Lastenheft aufzuführen. Für jedes Dokument müssen Titel, Bezugsnummer, Revisionsnummer und Datum der Ersterstellung und der Revisionen angegeben werden. Sämtliche Dokumente müssen durch den Ersteller unterschrieben oder abgezeichnet werden.

6.8 Zusätzliche unterstützende Daten

Zusätzliche Daten, welche die Anwendung unterstützen könnten, dürfen vorgelegt werden.

6.9 Bauartzulassungsbescheinigung

Sofern die Ergebnisse der Bauartzulassung nach 6.1 und der Baumusterprüfungen nach 7.5, 8.5, 9.5 oder 10.5 und Anhang A, entsprechend der jeweiligen Flaschenauslegung, zufriedenstellend sind, muss der Inspektor eine Bauartzulassungsbescheinigung ausfertigen.

ANMERKUNG Ein Beispiel einer Bauartzulassungsbescheinigung ist in Anhang D angegeben.

7 Anforderungen für metallische Typ 1-Flaschen

7.1 Allgemeines

Diese Internationale Norm enthält weder Auslegungsformeln, noch gibt sie zulässige Spannungen oder Dehnungen an. Sie fordert jedoch, die Eignung der Auslegung durch geeignete Berechnungen zu ermitteln und durch Prüfungen nachzuweisen, dass die Flaschen den festgelegten Anforderungen an die Werkstoffe, die Qualifizierung der Auslegung und die Produktions- und Losprüfungen entsprechen.

Die Auslegung muss sicherstellen, dass während des normalen Betriebes ein „Leck-vor-Bruch“-Versagensverhalten auftritt.

7.2 Werkstoffe

7.2.1 Allgemeine Anforderungen

Die verwendeten Werkstoffe müssen für die in Abschnitt 4 festgelegten Betriebsbedingungen geeignet sein. Die Auslegung darf keine miteinander in Berührung kommenden unverträglichen Werkstoffe aufweisen.

7.2.2 Kontrollen der chemischen Zusammensetzung

7.2.2.1 Stahl

Stähle müssen aluminium- und/oder siliziumberuhigt werden. Die chemische Zusammensetzung sämtlicher Stähle muss angegeben und mindestens durch folgende Angaben festgelegt werden:

- a) Kohlenstoff-, Mangan-, Aluminium- und Siliziumgehalte in sämtlichen Fällen;
- b) Chrom-, Nickel-, Molybdän-, Bor- und Vanadiumgehalte sowie die Gehalte jeglicher anderer absichtlich hinzugefügter Legierungselemente.

Die Schwefel- und Phosphorgehalte in der Schmelzanalyse dürfen die in Tabelle 1 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 1 — Maximale Schwefel- und Phosphorgrenzwerte

Schwefel	0,010 % (Massenanteil)
Phosphor	0,020 % (Massenanteil)
Schwefel + Phosphor	0,025 % (Massenanteil)

7.2.2.2 Aluminium

Aluminiumlegierungen dürfen zur Herstellung von Flaschen verwendet werden, sofern sie sämtliche Anforderungen dieser Internationalen Norm erfüllen und einen Höchstgehalt an Blei und Wismut von 0,003 % aufweisen.

ANMERKUNG Eine Liste erfasster Legierungen wird von der Aluminium Association Inc.¹ gepflegt und kann im Bereich „International Registration Records“ unter dem Titel „International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminium and Wrought Aluminum Alloys“ gefunden werden.

7.3 Anforderungen an die Auslegung

7.3.1 Prüfdruck

Der bei der Herstellung verwendete Mindestprüfdruck muss dem 1,5-fachen Betriebsdruck entsprechen.

7.3.2 Berstdruck

Der Mindestberstdruck darf nicht geringer als der 2,25-fache Betriebsdruck sein.

7.3.3 Spannungsanalyse

Die Spannungen in der Flasche müssen für den Betriebsdruck, Prüfdruck und Auslegungsberstdruck berechnet werden. Die Berechnungen müssen geeignete Verfahren zur Bestimmung der Spannungsverteilungen beinhalten, um die Mindestwanddicken der Auslegung zu legitimieren.

7.3.4 Maximale Fehlergröße

Die maximale Fehlergröße an einer jeglichen Stelle der metallischen Flasche muss so festgelegt werden, dass die Flasche die Anforderungen an die Lastwechselprüfung und die LvB-Prüfung erfüllt.

Die zulässige Fehlergröße für die ZfP ist durch eine geeignete Methode, z. B. wie in Anhang C beschrieben, zu bestimmen.

7.3.5 Öffnungen

Die Mittellinie der Öffnungen muss mit der Längsachse der Flasche zusammenfallen.

7.3.6 Brandschutz

Die Flaschenauslegung muss durch Druckentlastungseinrichtungen geschützt werden. Die Flasche, ihre Werkstoffe und Druckentlastungseinrichtungen (PRD, en: Pressure Relief Devices) und jegliche zusätzliche Isolierung oder Schutzwerkstoffe müssen zusammen so ausgelegt werden, dass eine angemessene Sicherheit während der Brandbedingungen bei der in A.15 festgelegten Prüfung sichergestellt wird. Ein Hersteller darf alternative PRD-Positionen für besondere Fahrzeugeinbauten festlegen, um die Sicherheitsbetrachtungen zu optimieren.

¹ Aluminium Association Inc., 900 19th Street N.W., Washington D.C., 20006-2168, USA.

Die Druckentlastungseinrichtungen müssen ISO 15500-13 entsprechen.

7.3.7 Zubehör

Sofern ein Halsring, Fußring oder ein unterstützendes Zubehör verwendet wird, muss dieses aus einem mit der Flasche verträglichen Werkstoff bestehen und durch eine andere Methode als Schweißen, Hartlöten oder Weichlöten sicher an der Flasche angebracht werden.

7.4 Bau und Ausführung

7.4.1 Endverschlüsse

Die Dicke und Oberflächenbeschaffenheit jeder Flasche muss vor dem Umformverfahren der Enden untersucht werden. Die Böden von Flaschen aus Aluminium dürfen nicht durch ein Umformverfahren verschlossen werden. Die Böden von Flaschen aus Stahl, welche durch Umformen verschlossen wurden, müssen nach dem Verschließen einer ZfP oder gleichwertigen Prüfung unterzogen werden. Beim Verschließen der Böden darf kein Metall hinzugefügt werden.

7.4.2 Wärmebehandlung

Nach der Umformung der Enden müssen die Flaschen einer Wärmebehandlung zur Erreichung des für die Auslegung festgelegten Härtebereiches unterzogen werden. Eine örtliche Wärmebehandlung ist nicht zulässig.

7.4.3 Halsgewinde

Die Gewinde müssen sauber geschnitten, gleichmäßig, ohne Oberflächenunstetigkeiten und lehrenhaltig sein und Internationalen Normen entsprechen.

7.4.4 Äußerer Umweltschutz

Es darf ein äußerer Schutz bereitgestellt werden. Beispiele äußerer Schutzmethoden sind:

- a) eine Oberflächenbeschaffenheit, welche einen geeigneten Schutz bietet (z. B. auf Aluminium aufgespritztes Metall, Eloxieren); oder
- b) eine Schutzbeschichtung (z. B. organische Beschichtung, Lack); sofern die äußere Beschichtung ein Bestandteil der Auslegung entsprechend der Festlegung des Herstellers ist, müssen die in A.9 angegebenen Anforderungen erfüllt werden.

Sämtliche auf Flaschen aufgetragenen Beschichtungen müssen so ausgelegt werden, dass das Aufbringungsverfahren die mechanischen Eigenschaften der Flasche nicht nachteilig beeinflusst. Die Beschichtung muss so ausgelegt werden, dass eine spätere Inspektion während des Betriebes ermöglicht wird. Der Hersteller muss eine Anleitung zur Behandlung der Beschichtung während einer solchen Inspektion bereitstellen, um die Güte der Flasche weiterhin sicherzustellen.

7.4.5 Rückverfolgbarkeit

Die die Flaschenausführung beeinflussenden Konstruktionswerkstoffe müssen in einer Art und Weise rückverfolgbar sein, dass ein ggf. erforderlicher Rückruf der Flaschen möglich ist.

7.5 Verfahren der Baumusterprüfung

7.5.1 Allgemeine Anforderungen

Für jede neue Auslegung müssen Baumusterprüfungen an fertigen Flaschen, die für die normale Produktion repräsentativ und vollständig einschließlich der dauerhaft angebrachten Kennzeichnungen sind, durchgeführt werden. Der Inspektor muss die zu prüfenden Flaschen auswählen und die in 7.5.2 festgelegten (und detailliert

in Anhang A angegebenen) Baumusterprüfungen bestätigen. Sofern mehr Flaschen den Prüfungen unterzogen wurden, als nach dieser Internationalen Norm gefordert, müssen sämtliche Ergebnisse dokumentiert werden.

7.5.2 Baumusterprüfungen

7.5.2.1 Erforderliche Prüfungen

Der Inspektor muss die für die Prüfungen erforderlichen Flaschen auswählen und Folgendes bestätigen:

- a) die in 7.5.2.2 oder 7.5.2.3 festgelegten Prüfungen (Werkstoffprüfungen), an einer Flasche;
- b) die in 7.5.2.4 festgelegte Prüfung (hydrostatische Berstdruckprüfung), an drei Flaschen;
- c) die in 7.5.2.5 festgelegte Prüfung (Lastwechselprüfung bei Umgebungstemperatur), an zwei Flaschen;
- d) die in 7.5.2.6 festgelegte Prüfung (LvB-Prüfung), an drei Flaschen;
- e) die in 7.5.2.7 festgelegte Prüfung (Bonfire Test), an einer Flasche oder an zwei Flaschen, soweit zutreffend;
- f) die in 7.5.2.8 festgelegte Prüfung (Eindringprüfung), an einer Flasche.

7.5.2.2 Werkstoffprüfungen für Flaschen aus Stahl

a) Zugversuch

Der Stahl einer fertigen Flasche muss die Anforderungen des in A.1 angegebenen Zugversuches erfüllen.

b) Kerbschlagbiegeversuch

Der Stahl einer fertigen Flasche muss die Anforderungen des in A.2 angegebenen Kerbschlagbiegeversuches erfüllen.

c) Schwefel-Spannungsrisssprüfung

Sofern der untere Grenzwert der festgelegten Zugfestigkeit für den Stahl 950 MPa überschreitet, muss der Stahl einer fertigen Flasche die Anforderungen der in A.3 angegebenen Schwefel-Spannungsrisssprüfung erfüllen. **[A1]** Bei den auf Schwefel-Spannungsrisssbeständigkeit geprüften Proben darf die tatsächliche Zugfestigkeit des Stahls nach A.1 den erhaltenen Wert um nicht mehr als 5 % überschreiten. **[A1]**

7.5.2.3 Werkstoffprüfungen für Flaschen aus Aluminiumlegierungen

a) Zugversuch

Die Aluminiumlegierung einer fertigen Flasche muss die Anforderungen des in A.1 angegebenen Zugversuches erfüllen.

b) Korrosionsprüfungen

Die Aluminiumlegierung einer fertigen Flasche muss die Anforderungen der in A.4 angegebenen Korrosionsprüfungen erfüllen.

c) Prüfungen auf Rissbildung unter Dauerbeanspruchung

Die Aluminiumlegierung einer fertigen Flasche muss die Anforderungen der in A.5 angegebenen Prüfungen auf Rissbildung unter Dauerbeanspruchung erfüllen.

7.5.2.4 Hydrostatische Berstdruckprüfung

Drei repräsentative Flaschen müssen einer hydrostatischen Druckbeaufschlagung bis zum Versagen nach A.12 unterzogen werden. Die Berstdrücke der Flaschen müssen den für die Auslegung mittels der Spannungsanalyse berechneten Mindestberstdruck überschreiten und müssen mindestens dem 2,25-fachen Betriebsdruck entsprechen. Der Riss muss im zylindrischen Teil der Flasche ausgelöst werden, und die Flasche muss in einem Stück verbleiben.

7.5.2.5 Lastwechselprüfung bei Umgebungstemperatur

Zwei Flaschen müssen einer Lastwechselbeanspruchung bei Umgebungstemperatur nach A.13 unterzogen werden. Die Flaschen dürfen nicht vor Erreichen der festgelegten Betriebslebensdauer in Jahren multipliziert mit 1 000 Zyklen versagen. Flaschen, die vollständig geprüft wurden, müssen unbrauchbar gemacht werden.

7.5.2.6 Leck-vor-Bruch (LvB) Prüfung

Drei Flaschen müssen nach A.6 geprüft werden.

7.5.2.7 Bonfire Test

Eine oder zwei Flasche(n), soweit zutreffend, muss/müssen nach A.15 geprüft werden.

7.5.2.8 Eindringprüfung

Eine Flasche muss nach A.16 geprüft werden.

7.5.3 Änderung der Auslegung

Bei einer Änderung der Auslegung handelt es sich um eine jegliche Änderung der Maße, die nicht den üblichen Herstellungsgrenzabmaßen zuzuschreiben ist oder der Auswahl der Strukturwerkstoffe. Änderungen der Auslegung dürfen durch ein reduziertes Prüfprogramm qualifiziert werden. Die in Tabelle 2 festgelegten Änderungen der Auslegung erfordern nur die in der Tabelle festgelegten Baumusterprüfungen.

Tabelle 2 — Änderung der Auslegung für Typ 1-Flaschen

Änderung der Auslegung	Art der Prüfung				
	Hydrostatische Berstprüfung	Lastwechselprüfung bei Umgebungstemperatur	LvB-Prüfung	Bonfire Test	Eindringprüfung
	Abschnitt				
	A.12	A.13	A.6	A.15	A.16
Metallischer Flaschenwerkstoff ^d	X	X	X	X	X
Änderung des Durchmessers ≤ 20 %	X	X			
Änderung des Durchmessers > 20 %	X	X	X	X	X
Änderung der Länge ≤ 50 %	X			X ^a	
Änderung der Länge > 50 %	X	X		X ^a	
Änderung des Betriebsdruckes ≤ 20 % ^b	X	X			

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Änderung der Auslegung	Art der Prüfung				
	Hydrostatische Berstprüfung	Lastwechselprüfung bei Umgebungstemperatur	LvB-Prüfung	Bonfire Test	Eindringprüfung
	Abschnitt				
	A.12	A.13	A.6	A.15	A.16
Form der Wölbungen	X	X	X ^c		
Größe der Öffnungen	X	X			
Druckentlastungseinrichtung				X	
^a Prüfung nur bei Längenzunahme erforderlich. ^b Nur erforderlich, sofern die Änderung der Wanddicke proportional zur Änderung des Durchmessers und/oder des Druckes erfolgt. ^c Nur für Auslegungen erforderlich, die nicht ISO 9809-1 entsprechen. ^d Zusätzlich Werkstoffprüfungen erforderlich.					

7.6 Losprüfungen

7.6.1 Allgemeine Anforderungen

Losprüfungen müssen an fertigen Flaschen, die für die normale Produktion repräsentativ und vollständig einschließlich der dauerhaft angebrachten Kennzeichnungen sind, durchgeführt werden. Die für die Prüfungen erforderlichen Flaschen müssen willkürlich aus jedem Los ausgewählt werden. Sofern mehr Flaschen den Prüfungen unterzogen wurden, als nach dieser Internationalen Norm gefordert, müssen alle Ergebnisse dokumentiert werden. Wärmebehandelte Prüfmuster, welche als repräsentativ für fertige Flaschen nachgewiesen wurden, dürfen ebenfalls verwendet werden.

Flaschen, die nach ISO 9809-1, ISO 9809-2, ISO 9809-3 oder ISO 7866 qualifiziert wurden, müssen nicht der in 7.6.2.2 beschriebenen Lastwechselprüfung unterzogen werden.

7.6.2 Erforderliche Prüfungen

7.6.2.1 Losprüfungen

Folgende Prüfungen müssen an jedem Flaschenlos durchgeführt werden:

- a) an einer Flasche eine hydrostatische Berstdruckprüfung nach A.12.
- b) an einer weiteren Flasche oder an einem wärmebehandelten, für eine fertige Flasche nachgewiesenermaßen repräsentativen Muster:
 - 1) eine Überprüfung der kritischen Maße im Vergleich mit den Sollwerten der Auslegung (siehe 6.4.1);
 - 2) ein Zugversuch nach A.1; die Prüfergebnisse müssen die Anforderungen der Auslegung (siehe 6.4.1) erfüllen;
 - 3) für Flaschen aus Stahl, drei Kerbschlagbiegeversuche nach A.2; die Prüfergebnisse müssen die in A.2 festgelegten Anforderungen erfüllen;

 gestrichener Text 

- 4) eine Losprüfung der Beschichtung nach A.24, sofern die Schutzbeschichtung Bestandteil der Auslegung ist. Sofern die Beschichtung die Anforderungen von A.24 nicht erfüllt, muss das Los zu 100 % inspiziert werden, um Flaschen mit vergleichbaren fehlerhaften Beschichtungen auszusortieren. Die Beschichtung sämtlicher fehlerhaft beschichteten Flaschen darf entfernt und im Anschluss daran wieder aufgebracht werden. Die Losprüfung der Beschichtung muss anschließend wiederholt werden.

Sämtliche Flaschen, welche einer Losprüfung unterzogen wurden und die die festgelegten Anforderungen nicht erfüllt haben, müssen den in 7.9 festgelegten Verfahren unterzogen werden.

7.6.2.2 Lastwechselprüfung

Es muss eine Lastwechselprüfung nach A.13 mit der nachfolgend festgelegten Prüfhäufigkeit an fertigen Flaschen durchgeführt werden:

- a) Zunächst muss eine Flasche aus jedem Los einer Lastwechselbeanspruchung mit insgesamt 1 000 Zyklen multipliziert mit der festgelegten Betriebslebensdauer in Jahren, mindestens jedoch mit 15 000 Zyklen unterzogen werden;
- b) Sofern bei 10 aufeinanderfolgenden Produktionslosen einer Auslegungsfamilie (d. h. gleichwertige Werkstoffe und Verfahren innerhalb der Definition einer geringfügigen Änderung der Auslegung, siehe 7.5.3) keine der nach 7.6.2.2 a) der Lastwechselbeanspruchung unterzogenen Flaschen bei weniger als 1 500 Zyklen multipliziert mit der festgelegten Betriebslebensdauer in Jahren (mindestens jedoch 22 500 Zyklen) durch Undichtigkeit oder Bersten versagt, darf die Lastwechselprüfung auf eine Flasche aus jedem fünften Produktionslos reduziert werden;
- c) Sofern bei 10 aufeinanderfolgenden Produktionslosen einer Auslegungsfamilie keine der nach 7.6.2.2 a) der Lastwechselbeanspruchung unterzogenen Flaschen bei weniger als 2 000 Zyklen multipliziert mit der festgelegten Betriebslebensdauer in Jahren (mindestens jedoch 30 000 Zyklen) durch Undichtigkeit oder Bersten versagt, darf die Lastwechselprüfung auf eine Flasche aus jedem zehnten Produktionslos reduziert werden;
- d) Sollten mehr als drei Monate seit der letzten Lastwechselprüfung vergangen sein, muss eine Flasche des nächsten Produktionsloses einer Lastwechselprüfung unterzogen werden, um die reduzierte Häufigkeit der Losprüfungen nach 7.6.2.2 b) oder 7.6.2.2 c) beizubehalten;
- e) Sollte irgendeine der nach 7.6.2.2 b) oder 7.6.2.2 c) einer reduzierten Lastwechselprüfung unterzogenen Flaschen nicht der geforderten Anzahl der Lastwechsel (mindestens 22 500 bzw. 30 000 Druckzyklen) widerstehen, muss die in 7.6.2.2 a) angegebene Anzahl der Lastwechselbeanspruchungen für mindestens 10 Produktionslose wiederholt werden, um die in 7.6.2.2 b) oder 7.6.2.2 c) festgelegte reduzierte Prüfhäufigkeit der Lastwechselprüfung wieder einzuführen.

Sollte irgendeine Flasche bei der nach 7.6.2.2 a), 7.6.2.2 b) oder 7.6.2.2 c) durchgeführten Prüfung nicht die Mindestlastwechselanforderung von 1 000 Zyklen multipliziert mit der festgelegten Betriebslebensdauer in Jahren (mindestens jedoch 15 000 Zyklen) erfüllen, muss die Ursache des Versagens bestimmt und nach den in 7.9 angegebenen Verfahren beseitigt werden. Die Lastwechselprüfung muss anschließend an drei zusätzlichen Flaschen dieses Loses wiederholt werden. Sollte irgendeine der drei zusätzlichen Flaschen die Mindestlastwechselanforderung von 1 000 Zyklen multipliziert mit der festgelegten Betriebslebensdauer in Jahren nicht erfüllen, muss das Los zurückgewiesen werden.

7.7 Prüfungen an jeder Flasche

An sämtlichen in einem Los produzierten Flaschen müssen, soweit angemessen, entweder während der Herstellung oder nach der Fertigstellung folgende Produktionsuntersuchungen und -prüfungen durchgeführt werden: