

Gasflaschen
Gasflaschen zur Mitführung von verdichtetem Erdgas als
Treibstoff für Kraftfahrzeuge
(ISO 11439:2000) Deutsche Fassung EN ISO 11439:2000

DIN
EN ISO 11439

ICS 23.020.30; 43.060.40

Gas cylinders — High pressure cylinders for the
on-board storage of natural gas as a fuel for automotive
vehicles (ISO 11439:2000);

German version EN ISO 11439:2000

Bouteilles à gaz — Bouteilles haute pression pour le
stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord
des véhicules automobiles (ISO 11439:2000);
Version allemande EN ISO 11439:2000

Die Europäische Norm EN ISO 11439:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2000-09-15

Nationales Vorwort

Die vorliegende Europäische Norm EN ISO 11439 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet.

Fortsetzung 70 Seiten EN

Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Gasflaschen

Gasflaschen zur Mitführung von verdichtetem Erdgas als
Treibstoff für Kraftfahrzeuge
(ISO 11439:2000)

Gas cylinders — High pressure cylinders for
the on-board storage of natural gas as a fuel
for automotive vehicles (ISO 11439:2000)

Bouteilles à gaz — Bouteilles haute pression pour
le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à
bord des véhicules automobiles (ISO 11439:2000)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 2000-09-15 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Einleitung	2	Anhang C (informativ)	
1 Anwendungsbereich	3	Genehmigungs- und Zertifizierungsverfahren	57
2 Normative Verweisungen	3	Anhang D (informativ)	
3 Begriffe	4	Ermittlung der Fehlergrößen für die	
4 Betriebsbedingungen	7	zerstörungsfreie Prüfung durch Lastwechsel-	
5 Zulassung und Zertifizierung	9	versuche an Gasflaschen mit künstlichen	
6 Anforderungen an metallische Gas-		Fehlern	59
flaschen des Typs CNG-1	12	Anhang E (informativ)	
7 Anforderungen an umfangsgewickelte		Berichtsformulare	60
Gasflaschen des Typs CNG-2	18	Anhang F (informativ)	
8 Anforderungen an vollgewickelte Gas-		Umweltprüfung	63
flaschen des Typs CNG-3	28	Anhang G (informativ)	
9 Anforderungen an Verbundbehälter des		Nachweis der Spannungsverhältnisse unter	
Typs CNG-4	37	Verwendung von Dehnungsmessstreifen ...	67
10 Kennzeichnung	45	Anhang H (informativ)	
11 Vorbereitung zum Versand	46	Anweisungen des Herstellers zur Handha-	
Anhang A (normativ)		bung, zum Gebrauch und zur Prüfung der	
Prüfmethoden	47	Gasflaschen	68
Anhang B (normativ)		Anhang ZA (normativ)	
Ultraschallprüfung	54	Normative Verweisungen auf internationale	
		Publikation mit ihren entsprechenden euro-	
		päischen Publikationen	70

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm aus dem Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ der Internationalen Normungsorganisation (ISO) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ als Europäische Norm übernommen.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis 2001-03, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis 2001-03 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 11439:2000 wurde vom CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationalen Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

Gasflaschen für die Speicherung von Erdgas als Treibstoff erdgasbetriebener Fahrzeuge sollen ein geringes Gewicht haben; dabei muss gleichzeitig das derzeit für andere Gasflaschen bestehende Sicherheitsniveau beibehalten oder verbessert werden. Diese Forderungen lassen sich erfüllen durch:

- Genaue und umfassende Festlegung der Betriebsbedingungen als feste Grundlage sowohl für die Auslegung als auch für den Einsatz von Gasflaschen.
- Einsatz einer entsprechenden Prüfmethode zur Beurteilung der durch Materialermüdung eingeschränkten Lebensdauer der Gasflaschen infolge Druckwechselbeanspruchung und zur Festlegung zulässiger Fehlergrößen bei Gasflaschen aus Metall oder bei Linern.

- c) Die Forderung nach Bauartprüfungen.
- d) Die Forderung nach zerstörungsfreier Prüfung aller gefertigten Gasflaschen.
- e) Die Forderung nach losweisen zerstörenden Prüfungen an gefertigten Gasflaschen sowie an ihren Werkstoffen.
- f) Die Forderung nach einem beim Hersteller angewendeten umfassenden Qualitätssicherungssystem mit entsprechender Dokumentation.
- g) Die Forderung nach regelmäßigen Wiederholungsprüfungen und erforderlichenfalls weiteren Prüfungen nach Angaben des Herstellers.
- h) Die Forderung an die Hersteller, als Teil ihrer Konstruktionsunterlagen, die sichere Nutzungsdauer ihrer Gasflaschen anzugeben.

Für Gasflaschen, die dieser Norm entsprechen, muss

- a) die durch Materialermüdung eingeschränkte Lebensdauer über der angegebenen Nutzungsdauer liegen;
- b) bei Druckwechselbeanspruchung bis zum Ausfall dieser in Form von Undichtheit und nicht durch Bruch auftreten;
- c) bei Wasserberstprüfungen der Quotient „Spannung bei Berstdruck“ durch „Spannung bei Betriebsdruck“ über den für die Bauart und für die eingesetzten Werkstoffe festgelegten Werten liegen.

Die Besitzer oder Benutzer von Gasflaschen nach dieser Norm sollten wissen, dass die Gasflaschen so ausgelegt sind, dass sie nur beim Einsatz gemäß den angegebenen Betriebsbedingungen und nur für die festgelegte Nutzungsdauer sicher sind. Auf jeder Gasflasche ist das Ablaufdatum markiert, und es liegt in der Verantwortung der Besitzer bzw. Benutzer, sicherzustellen, dass Gasflaschen nach dem bezeichneten Datum nicht mehr eingesetzt werden und dass sie gemäß vorstehendem Abschnitt g) geprüft werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Mindestanforderungen für serienmäßig gefertigte, wiederbefüllbare Gasflaschen in Leichtbauweise fest. Sie sind ausschließlich zur Mitführung von verdichtetem Erdgas als Treibstoff für Kraftfahrzeuge bestimmt, mit denen sie fest verbunden sind. Die Betriebsweise berücksichtigt nicht äußere Einwirkungen infolge von Autounfällen usw.

Die Norm deckt Gasflaschen aus beliebigem Stahl, aus Aluminium oder aus nichtmetallischen Werkstoffen ab, die nach beliebiger Ausführungsart oder Herstellverfahren so gefertigt sind, dass sie für die vorgesehenen Betriebsbedingungen geeignet sind. Gasflaschen aus Edelstählen sowie solche in geschweißter Bauweise sind in dieser Norm nicht abgedeckt.

Die von dieser Norm erfassten Gasflaschen haben folgende Bezeichnungen:

- CNG-1 Gasflaschen aus Metall
- CNG-2 Verbund-Gasflaschen, Liner im zylindrischen Bereich verstärkt mit harzimpregnierter Endlosfaser
- CNG-3 Verbund-Gasflaschen, Liner voll verstärkt mit harzimpregnierter Endlosfaser
- CNG-4 Vollkunststoff-Gasflasche, nicht metallischer Liner voll verstärkt mit harzimpregnierter Endlosfaser

ANMERKUNG Flaschen, die nach ISO 9809-1, ISO 9809-2 und ISO 9809-3 und ISO 7866 ausgelegt sind, können für diese Betriebsweise benutzt werden, wenn sie die in dieser Norm festgelegten zusätzlichen Anforderungen erfüllen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zur Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

ISO 148:1983, *Steel — Charpy Impact Test (V-notch)*.

ISO 306:1994, *Plastics — Thermoplastic Materials — Determination of Vicat Softening Temperature (VST)*.

ISO 527-2:1993, *Plastics — Determination of tensile properties — Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics (incorporating Technical Corrigendum 1:1994)*.

ISO 2808:1997, *Paints and varnishes — Determination of Film thickness*.

ISO 4624¹⁾, *Paints and varnishes — Pull-off test for adhesion*.

ISO 6506:1999, *Metallic materials — Hardness test — Brinell test*.

ISO 6892:1998, *Metallic materials — Tensile testing at ambient temperature*.

ISO 7225, *Precautionary Labels for Gas Cylinders*.

ISO 7866:1999, *Gas cylinders — Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders — Design, construction and testing*.

ISO 9227:1999, *Corrosion tests in artificial atmospheres — salt spray tests*.

ISO 9712:1999, *Non-destructive testing — Qualification and certification of personnel*.

ISO 9809-1:1999, *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 9809-2:2000, *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 9809-3²⁾, *Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 3: Normalized steel cylinders*.

ISO 14130:1997, *Fibre-reinforced plastic composites — Determination of apparent interlaminar shear strength by short-beam method*.

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

ASTM D1308-87(1998), *Standard Test Methods for Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes*.

ASTM D2794-93(1999)e1, *Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)*.

ASTM D3170-87(1996)e1, *Standard Test Methods for Chipping Resistance of Coatings*.

ASTM D3418-99, *Standard Test Method for Transition Temperatures of Polymers by Thermal Analysis*.

ASTM G53-93³⁾, *Standard Practice for Operating Light and Water — Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Non-metallic Materials*.

NACE TM0177-96⁴⁾, *Laboratory Testing of Metals for Resistance to Specific Forms of Environmental Cracking in H₂S Environments*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1

zuständige Prüfbehörde

eine kompetente und autorisierte Prüfbehörde, welche von den gesetzgebenden Stellen des Benutzerlandes für die Überwachung der Herstellung und die Prüfung von Gasflaschen zugelassen oder anerkannt ist

¹⁾ In Veröffentlichung (Überarbeitung von ISO 4624:1978).

²⁾ In Veröffentlichung.

³⁾ Nicht fortzusetzen in 2000 und durch G 154 zu ersetzen.

⁴⁾ NACE standards are available from NACE International, P.O. Box 218340, Houston, Texas 77218-8340, USA.

3.2

Auto-Frettage

ein Herstellungsverfahren für Gasflaschen aus Verbundwerkstoffen, bei dem der Liner durch Innendruck bis über die Streckgrenze so weit gedehnt wird, dass eine bleibende plastische Verformung entsteht, die dazu führt, dass im drucklosen Zustand der Gasflasche der Liner eine Druckspannung und die Faserumwicklung eine Zugspannung hat

3.3

Auto-Frettage-Druck

der Druck innerhalb der umwickelten Gasflasche, bei welchem die geforderte Spannungsverteilung zwischen Liner und der Umhüllung erzeugt wird

3.4

Los-Gasflaschen aus Verbundwerkstoffen

ein Los ist eine Anzahl von nicht mehr als 200 Gasflaschen, zuzüglich der Anzahl der für die zerstörenden Prüfungen entnommenen; oder bei größeren Mengen, die Anzahl der in einer Schicht fortlaufend gefertigten Gasflaschen aus qualifizierten Linern, die bezüglich ihrer Abmessungen, ihrer Konstruktion, der verwendeten Werkstoffe und des Herstellungsverfahrens untereinander gleich sind

3.5

Los-Gasflaschen und Liner aus Metall

ein Los ist eine Anzahl von nicht mehr als 200 Gasflaschen oder Liner, zuzüglich der Anzahl der für die zerstörenden Prüfungen entnommenen; oder bei größeren Mengen, die Anzahl der in einer Schicht fortlaufend gefertigten Gasflaschen oder Liner, die bezüglich ihrer Nenndurchmesser, ihrer Wandstärken, ihrer Konstruktion, der verwendeten Werkstoffe, des Herstellungsverfahrens, der Einrichtungen für die Herstellung und die Wärmebehandlung sowie der Wärmebehandlungsbedingungen (Zeit, Temperatur und Abkühlung) untereinander gleich sind

3.6

Los-Liner aus nichtmetallischen Werkstoffen

ein Los ist eine Anzahl von nicht mehr als 200 Linern, zuzüglich der Anzahl der für die zerstörenden Prüfungen entnommenen; oder bei größeren Mengen, die Anzahl der in einer Schicht fortlaufend gefertigten nichtmetallischen Liner, die bezüglich ihrer Nenndurchmesser, ihrer Wandstärken, ihrer Konstruktion, der verwendeten Werkstoffe und ihres Herstellungsverfahrens untereinander gleich sind

3.7

Berstdruck

höchster in einer Gasflasche auftretender Druck, der im Berstversuch erreicht wird

3.8

Gasflaschen aus Verbundwerkstoffen

Eine Gasflasche, welche aus harz imprägnierten, um einen metallischen oder nichtmetallischen Liner gewickelten Endlosfasern gefertigt wird. Gasflaschen mit nichtmetallischen Linern werden als „vollständig aus Verbundwerkstoffen gefertigte Gasflaschen“ bezeichnet

3.9

Umwicklung mit geregelter Zugspannung

ein bei der Herstellung umfangsgewickelter Gasflaschen mit metallischen Linern angewendetes Wickelverfahren, bei dem Fasern der Wicklung unter geregelter Vorspannung gewickelt werden, wodurch bei einer drucklosen Gasflasche im Liner Druck- und in der Umwicklung Zugspannungen erzeugt werden

3.10

Fülldruck

der unmittelbar nach einer Befüllung in einer Gasflasche herrschende Gasdruck

3.11

fertige Gasflasche

in einer üblichen Herstellungsweise fertig gestellte, gebrauchsfertige Gasflasche einschließlich der äußeren Beschichtung, der Kennzeichnung und einschließlich der vom Hersteller vorgesehenen Isolierung, jedoch ohne weitere Isolierung oder Schutzumhüllung

3.12

vollgewickelte Gasflasche

Gasflasche mit einer zur Verstärkung des Liners sowohl in Umfangs- als auch in axialer Richtung aufgetragenen Faserwicklung

3.13

Gastemperatur

die Temperatur des Gases in einer Gasflasche

3.14

umfangsgewickelte Gasflasche

Gasflasche mit einer zur Verstärkung des Liners, im Wesentlichen im zylindrischen Bereich aufgetragenen Faserwicklung, die keine nennenswerten Belastungen in axialer Richtung aufnimmt

3.15

Liner

ein gasdichter Behälter, um welchen Verstärkungsfasern zur Aufnahme der aus der Innendruckbeanspruchung entstehenden Spannungen gewickelt werden. In der vorliegenden Norm sind zwei Arten von Linern beschrieben: metallische Liner, die so konstruiert sind, dass sie die Beanspruchung zusammen mit der Verstärkung aufnehmen, und nichtmetallische Liner, die keinen Teil der Beanspruchung aufnehmen

3.16

Hersteller

die für die Konstruktion, Fertigung und Prüfung der Gasflaschen verantwortliche Person oder Organisation

3.17

Außenumhüllung

das auf den Liner aufgetragene Verstärkungssystem aus Faser und Harz

3.18

Vorspannen

der Anwendung der Auto-Frettage oder des Umwickelns unter geregelter Spannung

3.19

Nutzungsdauer

die Lebensdauer in Jahren, während der die Gasflasche unter den normalen Betriebsbedingungen sicher benutzt werden kann

3.20

stabilisierter Druck

der Gasdruck, der sich für eine vorgegebene stabilisierte Temperatur einstellt

3.21

stabilisierte Temperatur

die gleichmäßige Gastemperatur, nach dem Ausgleich von Temperaturänderungen aus dem Befüllvorgang

3.22

Prüfdruck

der Innendruck, bei welchem die Gasflasche geprüft wird

3.23

Betriebsdruck

der Gleichgewichtsdruck von 200 bar bei einer gleichbleibenden Temperatur von 15 °C

4 Betriebsbedingungen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Norm-Betriebsbedingungen

Die in diesem Abschnitt festgelegten Norm-Betriebsbedingungen dienen als Grundlage für die Konstruktion, die Herstellung, die Prüfung und die Zulassung von Gasflaschen, die fest mit dem Fahrzeug verbunden sind und für die Speicherung von Erdgas bei Umgebungstemperatur als Treibstoff für die Fahrzeuge verwendet werden.

4.1.2 Der Einsatz von Gasflaschen

Die angegebenen Betriebsbedingungen sind auch dazu bestimmt, Informationen darüber zu liefern, wie die nach dieser Norm gefertigten Gasflaschen sicher verwendet werden, und zwar für:

- a) Hersteller von Gasflaschen;
- b) Besitzer von Gasflaschen;
- c) Konstrukteure oder Installateure, die für den Einbau von Gasflaschen verantwortlich sind;
- d) Konstrukteure oder Besitzer von Einrichtungen für die Nachfüllung von Gasflaschen in Fahrzeugen;
- e) Erdgaslieferanten und
- f) Behörden, welche Vorschriften erlassen, denen die Gasflaschen unterliegen.

4.1.3 Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer, während der Gasflaschen sicher betrieben werden können, ist vom Konstrukteur der Gasflasche unter Zugrundelegung der in der vorliegenden Norm angegebenen Betriebsbedingungen anzugeben. Die Nutzungsdauer darf maximal 20 Jahre betragen.

Bei Gasflaschen aus Metall und solchen mit metallischen Linern muss die Nutzungsdauer nach der Ermüdungsrisswachstum-Methode festgelegt werden. Die Ultraschallprüfung oder ein gleichwertiges Verfahren muss sicherstellen, dass keine Fehler auftreten, welche die zulässigen Grenzen übersteigen. Diese Maßnahme erlaubt eine optimale Konstruktion und Herstellung von Gasflaschen in Leichtbauweise für erdgasbetriebene Fahrzeuge. Für alle Gasflaschen mit nicht drucktragendem Liner aus Kunststoff muss die Nutzungsdauer durch geeignete Auslegungsmethoden, Konstruktionsprüfung und Fertigungskontrollen nachgewiesen werden.

4.2 Maximale Drücke

Diese Norm basiert auf einem Betriebsdruck von 200 bar für Erdgas als Treibgas, stabilisiert bei 15 °C und einem maximalen Fülldruck bei 260 bar. Andere Betriebsdrücke sind möglich, wenn bei der Druckprobe der entsprechende Erhöhungsfaktor berücksichtigt wird. Ein Betriebsdruck von 250 bar erfordert z. B. einen um 1,25 erhöhten Prüfdruck.

Ausgenommen die Fälle, in denen der Betriebsdruck in der vorgenannten Weise geregelt worden ist, müssen die Gasflaschen so ausgelegt werden, dass sie für folgende Druckbegrenzungen geeignet sind:

- a) 200 bar Druck bei einer stabilisierten Temperatur von 15 °C;
- b) 260 bar Druck unabhängig von den Füllbedingungen oder der Temperatur.

4.3 Maximale Anzahl von Befüllungen

Gasflaschen müssen für eine Anzahl bis zu 1000 Befüllungen pro Betriebsjahr bei einem Gleichgewichtsdruck von 200 bar bei einer stabilisierten Temperatur von 15 °C ausgelegt sein.

4.4 Temperaturbereich

4.4.1 Gastemperatur

Gasflaschen müssen so ausgelegt sein, dass sie für folgende Temperaturbereiche des Gases geeignet sind:

- a) für eine sich einstellende Gastemperatur mit einem Tiefstwert von –40 °C und einem Höchstwert von +65 °C;
- b) für die während des Füllens und Entleerens sich entwickelnde Gastemperaturen, die außerhalb dieser Grenze liegen können.

4.4.2 Temperaturen der Gasflasche

Gasflaschen müssen so ausgelegt sein, dass sie für folgende Temperaturbereiche des Werkstoffes geeignet sind:

- a) für eine Temperaturschwankung des Werkstoffes zwischen –40 °C und +82 °C;
- b) Temperaturen über +65 °C dürfen örtlich hinreichend begrenzt für kurze Zeit auftreten, wenn sichergestellt ist, dass die Temperatur des Gases +65 °C nie übersteigt, ausgenommen unter den Bedingungen nach 4.4.1 b).

4.5 Zusammensetzung des Gases

4.5.1 Allgemeines

Dem Erdgas darf kein Methanol und/oder Glykol zugesetzt werden. Gasflaschen müssen so ausgelegt sein, dass sie mit Gas gefüllt werden können, welches mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt.

4.5.2 Trockenes Gas

Die Wasserdampfkonzentration ist auf weniger als 32 mg/m³ begrenzt, bei einem Taupunkt von –9 °C bei 200 bar.

Einzelne Gehalte sind wie folgt begrenzt:

Schwefelwasserstoff und sonstige lösliche Sulfide	23 mg/m ³ max.
Sauerstoff	1 Vol. % max.
Wasserstoff bei Stählen > 950 MPa Zugfestigkeit	2 Vol. % max.

4.5.3 Feuchtes Gas

Für Gas, dessen Wassergehalt über dem von trockenem Gas liegt, müssen folgende Grenzwerte eingehalten werden:

Schwefelwasserstoff und andere lösliche Sulfide	23 mg/m ³ max.
Sauerstoff	1 Vol. % max.
Kohlendioxid	4 Vol. % max.
Wasserstoff	0,1 Vol. % max.

4.6 Außenoberflächen

Die Außenoberflächen von Gasflaschen sind nicht für dauernde mechanische oder chemische Angriffe ausgelegt, wie sie z. B. durch Leckagen bei einem auf dem Fahrzeug mitgeführten Ladegut oder durch schweren Abrieb durch die Straßenverhältnisse entstehen können. Jedoch müssen die Außenoberflächen so ausgelegt sein, dass sie, bei einer Befestigung entsprechend den mitgelieferten Einbauvorschriften, folgenden unbeabsichtigten äußeren Einflüssen widerstehen:

- a) Wasser, entweder durch intermittierende Immersion oder durch Sprühwasser von der Straße;
- b) Salz, wenn das Fahrzeug in der Nähe des Meeres betrieben wird, oder bei Schmelzsatz;
- c) V-Strahlung des Sonnenlichtes;
- d) Splitschlag;
- e) Lösungsmittel, Säuren und Laugen, Düngemittel und
- f) flüssige Kraftstoffe wie Benzin, Hydrauliköl, Glykol und Öle;
- g) Abgase.

5 Zulassung und Zertifizierung

5.1 Prüfungen

Konformitätsbewertungen müssen nach den anwendbaren Vorschriften des Landes bzw. der Länder durchgeführt werden, in welchen die Gasflaschen zum Einsatz kommen sollen.

Um sicherzustellen, dass die Gasflaschen dieser Norm entsprechen, sind sie einer Bauartzulassung gemäß 5.2 und abhängig von ihrer Bauart den Untersuchungen und Prüfungen nach Abschnitt 6, Abschnitt 7, Abschnitt 8 oder Abschnitt 9 zu unterziehen. Die Prüfungen sind von einer autorisierten, im Einsatzland der Gasflaschen anerkannten Prüfbehörde (im Folgenden „Prüfstelle“ genannt) zu prüfen. Die anzuwendenden Prüfungen sind im Einzelnen in den Anhängen A und B beschrieben. Ein Beispiel für Prüf- und Zertifizierungsverfahren ist im Anhang C angegeben.

5.2 Bauartzulassungs-Verfahren

5.2.1 Allgemeines

Die Bauartzulassung besteht aus zwei Teilen:

- a) Prüfung der Konstruktionsunterlagen einschließlich der Übergabe von Informationen an die Prüfstelle, wie in 5.2.2 angegeben.
- b) Bauartprüfung einschließlich der von der Prüfstelle durchgeführten Prüfungen. Der Flaschenwerkstoff, die Gestaltung, Herstellung und Überprüfung müssen für den vorgesehenen Betrieb geeignet sein, indem sie die Anforderungen der Bauartprüfungen nach 6.5, 7.5, 8.5 oder 9.5 für die einzelne Flaschenkonstruktion erfüllen. Die Prüfunterlagen müssen auch die Abmessungen, die Wanddicken und die Gewichte jeder Prüfflasche beinhalten.

5.2.2 Prüfung der Konstruktion

Die Konstruktionsunterlagen von Gasflaschen müssen von der zuständigen Prüfstelle geprüft werden.

Vom Hersteller der Gasflaschen sind ihr mit dem Antrag auf Zulassung die folgenden Informationen vorzulegen:

- a) Dokumentation der Betriebsbedingungen nach 5.2.3;
- b) Konstruktionsdaten nach 5.2.4;
- c) Fertigungsdaten nach 5.2.5;
- d) Qualitätskontroll-Programm nach 5.2.6;
- e) Bruchverhalten und Fehlergrößen bei zerstörungsfreier Prüfung nach 5.2.7;
- f) Datenblatt nach 5.2.8;
- g) sonstige unterstützende Informationen nach 5.2.9.

5.2.3 Dokumentation der Betriebsbedingungen

Zweck der Dokumentation der Betriebsbedingungen ist es, den Benutzern und den Montagebetrieben eine Leitlinie zu geben sowie die zuständigen Prüfstellen zu informieren. Die Dokumentation der Betriebsbedingungen muss enthalten:

- a) Die Bestätigung, dass die Konstruktion der Gasflaschen für den Einsatz unter den in Abschnitt 4 genannten Betriebsbedingungen über die Nutzungsdauer der Gasflaschen geeignet ist.
- b) Angabe der Nutzungsdauer.
- c) Die Mindestanforderungen für die während der Nutzungsdauer erforderlichen Inspektionen und/oder Prüfungen.
- d) Beschreibung der Druckentlastungsvorrichtungen und der Isolierung, falls mitgeliefert.
- e) Beschreibung der Haltermethoden, Schutzüberzüge usw., die erforderlich sind, jedoch nicht mitgeliefert werden.
- f) Eine Beschreibung der Bauweise der Gasflaschen.
- g) Alle sonstigen Informationen und Anweisungen, die für den sicheren Einsatz und für die erforderlichen Inspektionen der Gasflasche nötig sind.

5.2.4 Konstruktionsangaben

5.2.4.1 Zeichnungen

Zeichnungen müssen mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- a) Titel, Zeichnungsnummer, Ausgabedatum sowie gegebenenfalls Überarbeitungsnummern mit ihren Ausgabedaten.
- b) Einen Bezug auf diese Norm und Angaben zum Typ der Gasflaschen.
- c) Alle Maßangaben, vollständig mit Toleranzen sowie Einzelheiten zu den Formen der Endverschlüsse mit Mindestwanddicken sowie der Öffnungen.
- d) Das vollständige Gewicht der Gasflaschen mit Toleranzangaben.
- e) Vollständige Werkstoffangaben mit Mindestwerten für die mechanischen Eigenschaften und der chemischen Analysen oder der Toleranzbereiche sowie bei Gasflaschen oder Linern aus Metall der vorgeschriebene Härtebereich.
- f) Sonstige Daten wie der Auto-Frettage-Druck, Mindest-Prüfdruck, Einzelheiten zum Brandschutz und zur äußeren Schutzbeschichtung.

5.2.4.2 Spannungsanalyse

Eine Spannungsanalyse nach der Methode der finiten Elemente oder eine andere Spannungsanalyse muss vorgelegt werden.

Eine Tabelle, in welcher die berechneten Spannungswerte zusammengestellt sind, ist vorzulegen.

5.2.4.3 Werkstoffeigenschaften

Es ist eine detaillierte Beschreibung der für die Konstruktion verwendeten Werkstoffe und der Toleranzbereiche für ihre Güteeigenschaften vorzulegen. Desgleichen sind die Prüfdaten für die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe vorzulegen, die ihre Eignung für den Einsatz unter den in Abschnitt 4 beschriebenen Betriebsbedingungen nachweisen.

5.2.4.4 Brandschutz

Die Anordnung von Druckentlastungseinrichtungen und — falls vorhanden — der Isolierung ist anzugeben, welche ein plötzliches Bersten der Gasflasche bei einer Prüfung unter den in A.15 dargestellten Brandbedingungen verhindern. Die Prüfergebnisse müssen den Nachweis für die Wirksamkeit des angegebenen Brandschutzes erbringen.

5.2.5 Fertigungsdaten

Einzelheiten zu allen Vorgängen im Herstellungsprozess, zu den zerstörungsfreien Prüfungen, zu den Produktionsprüfungen und zu den Losprüfungen sind anzugeben.

Die Toleranzbereiche für alle Fertigungsprozesse wie Wärmebehandlung, Verformung der Boden und Halsbereiche, Mischungsverhältnisse der Harze, Spannung und Geschwindigkeit beim Wickeln mit geregelter Vorspannung, Aushärtezeiten und -temperaturen sowie die angewendeten Vorspannungsverfahren sind anzugeben.

Es sind auch Einzelheiten für die Oberflächenbehandlung, für die Gewinde, von Fehlergrößen bei der Ultraschallprüfung oder einem gleichwertigen Prüfverfahren sowie die maximalen Losgrößen für die Losprüfung anzugeben.

5.2.6 Qualitätskontroll-Programm

Der Hersteller hat der Prüfstelle die Methoden und Verfahren nach einem anerkannten Qualitätssicherungssystem anzugeben, mit dem sichergestellt wird, dass alle Gasflaschen mit den Vorschriften der Länder, in denen sie betrieben werden sollen, übereinstimmen.

5.2.7 Bruchverhalten und Fehlergrößen bei zerstörungsfreier Prüfung

Der Hersteller muss die maximale Fehlergröße für die zerstörungsfreie Prüfung festlegen, die ein „Leckvor-Bruch-Verhalten“ sicherstellt und die ein Ausfall der Gasflasche durch Materialermüdung oder Bruch während der Nutzungsdauer ausschließt.

Die maximale Fehlergröße muss durch ein für die Konstruktion geeignetes Verfahren festgelegt werden; ein Beispiel dafür enthält Anhang D.

5.2.8 Datenblatt

Für jede Bauart von Gasflaschen ist eine Übersicht der Unterlagen, welche die in 5.2.2 geforderten Informationen enthält, zusammenzustellen. Jede Unterlage muss Titel, Nummer, Überarbeitungsnummer, Datum der jeweiligen Ersterstellung sowie ggf. der weiteren Fassungen dieser Unterlage enthalten. Alle Dokumente sind vom Verfasser zu unterschreiben oder mit Initialen zu versehen.

5.2.9 Sonstige unterstützende Angaben

Zusätzliche Daten, welche den Antrag unterstützen können, wie etwa Daten über Betriebserfahrungen zu dem vorgesehenen Werkstoff oder zum Einsatz einer speziellen Bauart von Gasflaschen unter anderen Betriebsbedingungen, sind ggf. dem Antrag beizufügen.

5.3 Bauartprüfbescheinigung

Wenn die Ergebnisse der Konstruktionsprüfung nach 5.2 und die der Bauartprüfung nach 6.5, 7.5, 8.5 oder 9.5 zufrieden stellend sind, hat die Prüfstelle ein Prüfzeugnis auszustellen. Ein Beispiel eines Prüfzeugnisses ist im Anhang E angegeben.

6 Anforderungen an metallische Gasflaschen des Typs CNG-1

6.1 Allgemeines

Diese Norm enthält weder Berechnungsformeln noch zulässige Beanspruchungen oder Spannungen. Es wird aber gefordert, dass durch entsprechende Berechnungen die ausreichende Bemessung der Bauart nachgewiesen und durch Prüfungen bestätigt wird, dass die Gasflaschen den Anforderungen der Werkstoffe, der Bauartzulassung, der Herstellung und der Losprüfungen dieser Norm genügen.

Die Bauart muss, auch im Fall eines im normalen Betrieb möglichen Absinkens der Güteeigenschaften der druckführenden Teile, die „Leck vor Bruch“-Bedingung bei einem Ausfall erfüllen. Falls an Gasflaschen aus metallischen Werkstoffen eine Undichtheit auftritt, darf diese nur aus der Vergrößerung eines Ermüdungsrisse entstehen.

6.2 Werkstoffe

6.2.1 Allgemeine Anforderungen

Die verwendeten Werkstoffe müssen für die in Abschnitt 4 aufgeführten Betriebsbedingungen geeignet sein. In der Konstruktion der Gasflaschen dürfen keine untereinander unverträglichen Werkstoffe miteinander in Kontakt gebracht werden.

6.2.2 Chemische Zusammensetzung

6.2.2.1 Stahl

Die Stähle müssen Aluminium- oder Silizium-beruhigt und überwiegend im Feinkornverfahren hergestellt sein. Die chemische Zusammensetzung aller Stähle muss angegeben und mit mindestens folgenden Angaben festgelegt sein:

- a) in allen Fällen die Kohlenstoff-, Mangan-, Aluminium- und Siliziumgehalte;
- b) Nickel-, Chrom-, Molybdän-, Bor- und Vanadiumgehalte sowie die Konzentrationen aller weiteren, absichtlich hinzugefügten Legierungselemente.

In der Schmelzenanalyse dürfen die in Tabelle 1 angegebenen Grenzwerte für Schwefel und Phosphor nicht überschritten werden:

Tabelle 1 — Grenzwerte für Schwefel und Phosphor

Zugfestigkeit	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Schwefel	0,020 %	0,010 %
Phosphor	0,020 %	0,020 %
Schwefel und Phosphor	0,030 %	0,25 %

6.2.2.2 Aluminium

Aluminiumlegierungen dürfen für die Herstellung der Gasflaschen verwendet werden, vorausgesetzt, sie erfüllen alle Anforderungen dieser Norm und ihre Gehalte an Blei und Wismut betragen < 30 ppm.

ANMERKUNG Eine Liste der registrierten Aluminiumlegierungen wird von der Aluminium Association Inc. unter der Bezeichnung „Registration Record of International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminium and Wrought Aluminium Alloys“ geführt.

6.3 Konstruktionsanforderungen

6.3.1 Prüfdruck

Der bei der Herstellung der Gasflasche angewendete Prüfdruck ($1,5 \times$ Betriebsdruck) muss mindestens 300 bar betragen.

6.3.2 Berstdruck

Der Mindestberstdruck darf nicht unter 450 bar liegen.

6.3.3 Spannungsanalyse

Die Spannungen in der Gasflasche müssen für einen Druck von 200 bar für den Prüfdruck und für den Auslegungsberstdruck berechnet sein. Bei der Berechnung müssen geeignete Spannungsanalyse-Verfahren zum Nachweis der Spannungsverteilung und zur Bestimmung der Mindestwanddicken der Konstruktion angewendet werden.

6.3.4 Maximale Fehlergröße

Die maximale Fehlergröße an irgendeiner Stelle der Gasflasche aus Metall, welche sicherstellt, dass die Gasflasche die Anforderungen an die erforderlichen Lastwechsel und das Leck-vor-Bruch-Verhalten erfüllt, muss angegeben werden.

Die zulässige Fehlergröße für die zerstörungsfreie Prüfung ist durch eine geeignete Methode zu ermitteln, z. B. nach Anhang D.

6.3.5 Öffnungen

Öffnungen sind nur in Kopfenenden von Gasflaschen zulässig. Die Mittellinie von Öffnungen muss mit der Längsachse der Gasflasche zusammenfallen.

6.3.6 Brandschutz

Die Gasflaschen sind für den Brandfall durch Druckentlastungsvorrichtungen zu schützen. Die Gasflaschen, ihre Werkstoffe, Druckentlastungsvorrichtungen und irgendwelche zusätzlichen Isolierungen oder Schutzwerkstoffe sind insgesamt so auszulegen, dass im Brandfall eine ausreichende Sicherheit gemäß den in A.15 angegebenen Bedingungen gewährleistet wird. Ein Hersteller kann für besondere Fahrzeugkonstruktionen alternative Stellen mit Druckentlastungsvorrichtungen zur Optimierung der Sicherheitsbelange festlegen.

Druckentlastungsvorrichtungen müssen nach einer von der Prüfstelle des Benutzerlandes anerkannten Norm geprüft sein.

6.3.7 Zubehörteile

Wenn zur Verstärkung ein Halsring, Fußring oder Zubehörteil vorgesehen ist, müssen diese aus einem mit der Gasflasche verträglichen Werkstoff bestehen und müssen durch andere Verfahren als Schweißen und Löten sicher befestigt werden.

6.4 Bau und Ausführung

6.4.1 Verschließen der Flaschenenden

Vor der abschließenden Umformung der Flaschenenden sind die Wandstärke und die Oberflächenbeschaffenheit einer jeden Gasflasche zu prüfen.

Bei Gasflaschen aus Aluminium dürfen die Fußenden nicht durch eine Umformung geschlossen werden. Fußenden von Gasflaschen aus Stahl, die durch Umformen verschlossen wurden, müssen einer zerstörungsfreien oder gleichwertigen Prüfung unterzogen werden. Beim Verschließen der Enden darf kein Metall hinzugefügt werden.

6.4.2 Wärmebehandlung

Nach der Umformung der Enden müssen die Gasflaschen auf den für die Bauart festgelegten Härtebereich wärmebehandelt werden. Örtliche Wärmebehandlung ist nicht zulässig.

6.4.3 Halsgewinde

Die Gewinde müssen sauber geschnitten und hinsichtlich ihrer Maßhaltigkeit und einwandfreien Oberfläche mit Lehren überprüft werden und mit den von der Prüfstelle anerkannten internationalen Normen übereinstimmen.

6.4.4 Äußere Schutzbeschichtungen

Die Außenoberflächen der Gasflaschen müssen den Anforderungen des in A.14 beschriebenen Umwelt-Säure-Versuches standhalten; dafür sind folgende Maßnahmen gebräuchlich:

- a) Eine Oberflächenbeschaffenheit, die einen äquivalenten Schutz bietet (z. B. eine auf Aluminium aufgesprühte Metallschicht, Eloxierung).
- b) Eine Schutzbeschichtung (z. B. organischer Überzug, Farbanstrich). Wenn die Schutzbeschichtung Bestandteil der Konstruktion ist, müssen die Anforderungen von A.9 erfüllt sein.
- c) Widerstandsfähigkeit gegen die in A.14 angegebenen Chemikalien.

Alle auf Gasflaschen aufgetragenen Beschichtungen müssen so beschaffen sein, dass bei ihrer Aufbringung die mechanischen Eigenschaften der Gasflaschen nicht beeinträchtigt werden. Die Beschichtung muss so ausgelegt sein, dass sie spätere Prüfungen während der Nutzung der Gasflasche erleichtert.

Der Hersteller hat überdies Anweisungen zur Behandlung der Beschichtung während dieser Prüfungen zu geben, um so die fortdauernde Integrität der Gasflasche zu gewährleisten. Die Hersteller werden darauf aufmerksam gemacht, dass eine Prüfmethode zur Bewertung der Widerstandsfähigkeit von Beschichtungen gegen Umwelteinflüsse im Anhang F angegeben ist.

6.5 Verfahren der Bauartprüfung

6.5.1 Allgemeines

Bauartprüfungen müssen bei jeder neuen Konstruktion an fertig gestellten Gasflaschen durchgeführt werden, die für die normale Produktion repräsentativ und mit der vorgeschriebenen Kennzeichnung versehen sind. Die zu prüfenden Gasflaschen oder Liner müssen von der Prüfstelle ausgewählt und die nach 6.5.2 erforderlichen Prüfungen unter ihrer Aufsicht durchgeführt werden. Werden mehr Gasflaschen oder Liner geprüft, als nach dieser Norm gefordert, müssen alle Prüfergebnisse dokumentiert werden.

6.5.2 Bauartprüfungen

6.5.2.1 Erforderlicher Prüfumfang

Im Rahmen der Bauartzulassung muss die Prüfstelle die Gasflaschen oder Liner auswählen und folgenden Prüfungen unterziehen:

- Prüfungen in 6.5.2.2 oder 6.5.2.3 (Werkstoffprüfungen) an 1 Flasche;
- Prüfungen in 6.5.2.4 (Wasserberstversuch) an 3 Flaschen;
- Prüfungen in 6.5.2.5 (Lastwechselversuch bei Umgebungstemperatur) an 2 Flaschen;
- Prüfungen in 6.5.2.6 (Leck-vor-Bruch-Versuch) an 3 Flaschen;
- Prüfungen in 6.5.2.7 (Brandversuch) an 1 oder 2 Flaschen, je nach Erfordernis;
- Prüfungen in 6.5.2.8 (Eindringversuch) an 1 Flasche.

6.5.2.2 Werkstoffprüfungen an Gasflaschen aus Stahl

Werkstoffprüfungen müssen in folgendem Umfang durchgeführt werden:

a) Zugversuch

Die mechanischen Eigenschaften des Stahls an fertig gestellten Gasflaschen oder Linern müssen gemäß A.1 nachgewiesen werden, und die dort aufgeführten Anforderungen müssen erfüllt sein.

b) Kerbschlagversuch

Die Zähigkeitseigenschaften des Stahls an fertig gestellten Gasflaschen oder Linern müssen gemäß A.2 nachgewiesen werden, und die dort aufgeführten Anforderungen müssen erfüllt sein.

c) Schwefel-Spannungsrisssversuch

Falls die Zugfestigkeit des Stahles 950 MPa übersteigt, ist der Stahl aus einer fertig gestellten Gasflasche einem Spannungsrissskorrosionsversuch nach A.3 zu unterziehen; die darin aufgeführten Anforderungen müssen erfüllt werden.

6.5.2.3 Werkstoffprüfungen an Gasflaschen aus Aluminiumlegierungen

Werkstoffprüfungen müssen in folgendem Umfang durchgeführt werden:

a) Zugversuch

Die mechanischen Eigenschaften der Aluminiumlegierung in fertig gestellten Gasflaschen müssen gemäß A.1 nachgewiesen werden, die darin aufgeführten Anforderungen müssen erfüllt sein.

b) Korrosionsversuche

Aluminiumlegierungen müssen die Anforderungen der nach A.4 durchzuführenden Korrosionsprüfungen erfüllen.

c) Rissbildung durch Dauerbelastung

Aluminiumlegierungen müssen die Anforderungen der nach A.5 durchzuführenden Prüfungen auf Rissbildung durch Dauerbelastung erfüllen.

6.5.2.4 Wasserberstversuch

Drei repräsentative Gasflaschen sind mit Wasser gefüllt gemäß A.12 bis zum Bruch aufzudrücken. Die Berstdrücke müssen über dem für die Bauart berechneten Mindestberstdruck liegen und mindestens 450 bar betragen.

6.5.2.5 Lastwechselversuch bei Umgebungstemperatur

Zwei fertig gestellte Gasflaschen sind bei Umgebungstemperatur einem Lastwechselversuch gemäß A.13, jedoch mit mindestens 45 000 Lastwechseln zu unterziehen. Die Gasflaschen dürfen nicht vor dem Erreichen des Wertes von 1000 Lastwechseln $\times$ Nutzungsdauer in Jahren ausfallen. Gasflaschen, die mehr als 1000 Lastwechsel $\times$ Nutzungsdauer in Jahren erreichen, dürfen nur durch Leck und nicht durch Bruch ausfallen. An Gasflaschen, die innerhalb von 45 000 Lastwechseln $\times$ Nutzungsdauer in Jahren nicht ausfallen, ist der Lastwechselversuch bis zum Bruch fortzusetzen; oder sie sind durch Wasserberstversuche zu zerstören. Die Anzahl der Lastwechsel bis zum Ausfall und der Ort der Einleitung des Schadens sind aufzuzeichnen.

6.5.2.6 Leck-vor-Bruch-Verhalten

An drei Gasflaschen ist eine Prüfung auf Leck-vor-Bruch-Verhalten gemäß A.6 durchzuführen, wobei die dort aufgeführten Anforderungen erfüllt sein müssen.

6.5.2.7 Brandprüfung

An einer oder, falls erforderlich, an zwei Gasflaschen müssen die Prüfungen gemäß A.15 durchgeführt und die dort beschriebenen Anforderungen erreicht werden.

6.5.2.8 Eindringversuch

Eine Gasflasche muss nach A.16 geprüft werden, und die darin enthaltenen Anforderungen müssen erfüllt sein.

6.5.2.9 Konstruktionsänderung

Jede Änderung in der Auswahl der lastaufnehmenden Werkstoffe bzw. jede Änderung in den Abmessungen, die nicht auf normale Fertigungstoleranzen zurückzuführen ist, stellt eine Konstruktionsänderung dar.

Geringfügige Konstruktionsänderungen sind zulässig, wenn sie in den in Tabelle 2 angegebenen Grenzen liegen, und wenn ihre Eignung mit dem reduzierten Prüfumfang der Tabelle 2 nachgewiesen wird.

Tabelle 2 — Konstruktionsänderungen für Gasflaschen vom Typ CNG-1

Konstruktionsänderung	Art der Prüfung				
	Wasser- Burstprüfung	Lastwechsel bei Umgebungs- temperatur	Leck-vor- Bruch- Verhalten	Brand- versuch	Eindring- versuch
	A.12	A.13	A.6	A.15	A.16
Werkstoff für metallische Flaschen	x	x	x	x	x
Durchmesseränderung $\leq 20\%$	x	x			
Durchmesseränderung $> 20\%$	x	x	x	x	x
Längenänderung $\leq 50\%$	x			x ²⁾	
Längenänderung $> 50\%$	x	x		x ²⁾	
Änderung des Arbeitsdruckes $\leq 20\%$ ¹⁾	x	x			
Form der Kalotte	x	x			
Größe der Öffnungen	x	x			
Wechsel im Herstellungsverfahren	x	x			
Druckentlastungseinrichtung				x	
¹⁾ Nur wenn Änderung der Stärke proportional der Änderung des Durchmessers und/oder des Druckes. ²⁾ Prüfung nur erforderlich bei Vergrößerung der Länge.					

6.6 Losprüfungen

6.6.1 Allgemeine Anforderungen

Losprüfungen müssen an fertig gestellten Gasflaschen durchgeführt werden, welche für die normale Produktion repräsentativ und mit der Kennzeichnung versehen sind. Die für die Prüfung erforderlichen Gasflaschen sind als Zufallsstichproben zu entnehmen. Falls eine größere Anzahl von Gasflaschen den Prüfungen unterzogen wird als nach dieser Norm gefordert, müssen alle Ergebnisse dokumentiert werden. Wärmebehandelte Proben können auch als repräsentativ für gefertigte Gasflaschen angesehen werden.

Gasflaschen, die ISO 9809-1, ISO 9809-2, ISO 9809-3 oder ISO 7866 entsprechen, brauchen keiner Lastwechselprüfung unterzogen zu werden unter der Voraussetzung, dass sie während ihrer Bauartprüfung Lastwechselprüfungen von

15 000 Wechseln bei einem Druck von wenigstens 20 bar und nicht mehr als 300 bar (in Übereinstimmung mit A.6) oder

30 000 Wechseln bei einem Druck von wenigstens 20 bar und nicht mehr als 260 bar (in Übereinstimmung mit A.13)

unterzogen worden sind und dabei die Anforderungen erfüllt haben.

6.6.2 Prüfumfang

6.6.2.1 Prüfungen an jedem Los

Die folgenden Prüfungen sind je Flaschenlos durchzuführen:

a) An einer Gasflasche:

1) Ein Wasserburstversuch gemäß A.12.

b) An einer weiteren Gasflasche oder an einer wärmebehandelten Materialprobe, die für eine fertige Gasflasche repräsentativ ist:

- 1) Prüfung der kritischen Abmessungen im Vergleich zum jeweiligen Sollwert der Konstruktion (siehe 5.2.4.1).
- 2) Eine Zugprobe gemäß A.1, wobei die in der Konstruktion festgelegten Anforderungen erfüllt sein müssen (siehe 5.2.4.1).
- 3) Drei Kerbschlagproben bei Stahlflaschen gemäß A.2, wobei die Anforderungen nach A.2 erfüllt sein müssen.
- 4) Sofern eine Schutzbeschichtung Teil der Konstruktion ist, ist ein Beschichtungslos gemäß A.24 zu prüfen. Wenn die Beschichtung die Anforderungen nach Abschnitt 24 nicht erfüllt, muss das Los zu 100 Prozent überprüft werden, um ähnlich fehlerhafte Gasflaschen auszusondern. Die Beschichtung darf dann an allen fehlerhaften Gasflaschen entfernt und erneuert werden. Danach ist die Beschichtungsprüfung am Los zu wiederholen.

Alle losweise geprüften Gasflaschen, welche die angegebenen Anforderungen nicht erfüllen, müssen dem in 6.9 beschriebenen Verfahren unterzogen werden.

6.6.2.2 Ergänzende Lastwechselversuche

Zusätzlich sind fertige Gasflaschen einer Lastwechselprüfung gemäß A.13 zu unterwerfen, deren Häufigkeit in folgender Weise bestimmt wird:

- a) Zunächst ist an 1 Gasflasche aus jedem Los ein Lastwechselversuch mit einer Anzahl von 1000 Lastwechseln $\times$ vorgesehener Nutzungsdauer in Jahren, mindestens jedoch mit 15 000 Lastwechseln durchzuführen.
- b) Falls bei der Prüfung von 10 aufeinander folgenden Produktionslosen einer Konstruktionsfamilie (d. h. ähnliche Werkstoffe und Verfahren innerhalb der Definition für kleinere Konstruktionsänderungen nach 6.5.3) keine der unter a) bezeichneten Gasflaschen bei weniger als 1500 Lastwechseln $\times$ vorgesehener Nutzungsdauer in Jahren, (mindestens jedoch 22 500 Lastwechsel) durch Undichtheit oder Bruch ausfällt, kann die Lastwechselprüfung auf eine Gasflasche für je 5 Produktionslose reduziert werden.
- c) Falls bei der Prüfung von 10 aufeinander folgenden Produktionslosen einer Konstruktionsfamilie keine der unter a) bezeichneten Gasflaschen bei weniger als 2000 Lastwechseln $\times$ vorgesehener Nutzungsdauer in Jahren (mindestens jedoch 30 000 Lastwechsel) durch Undichtheit oder Bruch ausfällt, kann die Lastwechselprüfung auf 1 Gasflasche für je 10 Produktionslose reduziert werden.
- d) Sind seit der Produktion des letzten Loses mehr als 3 Monate vergangen, muss eine Gasflasche des nächsten Produktionsloses der Lastwechselprüfung unterworfen werden, damit die vorstehend unter b) oder c) genannte reduzierte Prüfhäufigkeit beibehalten werden kann.
- e) Falls bei einer Prüfung mit verminderter Häufigkeit nach vorstehenden Absätzen b) oder c) die geforderte Anzahl von Lastwechseln (mindestens 22 500 LW bzw. 30 000 LW) nicht erreicht wird, muss die Prüfhäufigkeit gemäß vorstehendem Absatz a) für mindestens 10 Produktionslose mit positivem Ergebnis wiederholt werden, bevor bei der Lastwechselprüfung die reduzierte Prüfhäufigkeit entsprechend b) oder c) wiederaufgenommen werden kann.

Falls eine Gasflasche bei der Prüfung nach vorstehendem Absatz a), b) oder c) die Mindestanzahl von 1000 Lastwechseln $\times$ vorgesehener Nutzungsdauer in Jahren (mindestens jedoch 15 000 Lastwechsel) nicht erreicht, ist die Ausfallursache gemäß 6.9 festzustellen und zu beheben. Die Lastwechselprüfung ist dann an drei weiteren Gasflaschen aus dem betroffenen Los zu wiederholen. Falls irgendeine der drei weiteren Gasflaschen die Anforderung von 1000 Lastwechseln $\times$ vorgesehener Nutzungsdauer in Jahren nicht erfüllt, muss das Los verworfen werden.

6.7 Prüfungen an allen Gasflaschen

An allen Gasflaschen eines Fertigungsloses sind während der Herstellung Prüfungen durchzuführen. Zerstörungsfreie Prüfungen müssen nach einer von der Prüfstelle anerkannten Norm erfolgen.

Folgende Prüfungen sind an jeder Gasflasche durchzuführen:

- a) Zerstörungsfreie Prüfung gemäß Anhang B oder nach einer nachgewiesenen gleichwertigen Methode zum Nachweis, dass die maximal vorhandene Fehlergröße unter dem in 6.3.4 angegebenen Wert

liegt. Die zerstörungsfreie Prüfung muss in der Lage sein, die maximale Fehlergröße einwandfrei anzuzeigen.

- b) Nachprüfung, dass die kritischen Abmessungen und das Gewicht der fertig gestellten Gasflasche innerhalb der für diese Bauart festgelegten Toleranzen liegen.
- c) Nachprüfung der Oberflächenbeschaffenheit mit den Konstruktionsangaben, wobei auf tiefe Kerben oder Überwalzungen an Hals oder Schulter geschmiedeter oder gepresster Enden oder Öffnungen besonders zu achten ist.
- d) Nachprüfung der Kennzeichnung.
- e) Härteprüfung an wärmebehandelten Gasflaschen gemäß A.8, wobei die ermittelten Werte innerhalb des für die Konstruktion angegebenen Bereiches liegen müssen.
- f) Wasserdruckprüfung der fertigen Gasflasche nach A.11. Falls Option 1 gewählt wurde, muss der Hersteller den Maximalwert der bleibenden volumetrischen Ausdehnung für den Prüfdruck festlegen. Auf keinen Fall darf die bleibende volumetrische Ausdehnung 10 % der totalen Ausdehnung beim Prüfdruck übersteigen.

6.8 Prüfbescheinigung

Fallen die Prüfergebnisse der Proben nach 6.6 und 6.7 zufrieden stellend aus, müssen der Hersteller und die Prüfstelle die Prüfbescheinigung unterschreiben. Ein Beispiel hierfür enthält Anhang E, Form 1.

6.9 Nichterfüllung der Prüfanforderungen

Falls die Prüfanforderungen nicht erfüllt werden, ist in Übereinstimmung mit der Prüfstelle eine Nachprüfung oder eine Wärmenachbehandlung mit anschließender Nachprüfung in folgender Weise durchzuführen:

- a) Wenn das Versagen offenkundig auf die Durchführung der Prüfung oder auf einen Messfehler zurückzuführen ist, muss die Prüfung wiederholt werden. Ist das Ergebnis der zweiten Prüfung zufrieden stellend, wird die erste Prüfung ignoriert.
- b) Wenn die Prüfung in zufrieden stellender Weise durchgeführt wurde, muss die Ursache des unzureichenden Prüfergebnisses ermittelt und wie folgt verfahren werden:

Falls das Versagen auf die angewandte Wärmebehandlung zurückzuführen ist, darf der Hersteller alle Gasflaschen des Loses einer weiteren Wärmebehandlung unterziehen, d. h., falls Versagen bei der Bauart — oder Losprüfung — auftritt, erfordert dies eine erneute Wärmebehandlung vor einer Wiederprüfung; falls das Versagen nur gelegentlich auftritt, ist eine erneute Wärmebehandlung und Wiederprüfung nur an den Flaschen erforderlich, bei denen das Versagen auftrat. Die garantierte Mindestwanddicke muss nach jeder Wärmebehandlung unverändert bleiben. Alle einschlägigen Bauart- oder Losprüfungen, die erforderlich sind, um die Annehmbarkeit des neuen Loses nachzuweisen, sind erneut durchzuführen. Falls eine oder mehrere dieser Prüfungen sich auch nur teilweise als nicht zufrieden stellend erweisen, ist das gesamte Los zurückzuweisen.

Beruht das Versagen nicht auf der angewendeten Wärmebehandlung, müssen alle Gasflaschen zurückgewiesen oder nach einem anerkannten Verfahren repariert werden. Vorausgesetzt, die Gasflaschen bestehen die Überprüfung aufgrund der Reparatur, dann gelten sie als Bestandteil des ursprünglichen Loses.

7 Anforderungen an umfangsgewickelte Gasflaschen des Typs CNG-2

7.1 Allgemeines

Diese Norm enthält weder Berechnungsformeln noch zulässige Beanspruchungen oder Spannungen. Es wird aber gefordert, dass durch entsprechende Berechnungen die ausreichende Bemessung nachgewiesen und durch Prüfungen bestätigt wird, dass die Gasflaschen den Anforderungen dieser Norm an die Werkstoffe, die Bauartzulassung, die Herstellung und an die Losprüfungen voll genügen.

Unter Druck neigt diese Art von Gasflaschen zu einem Verhalten, bei dem Ablösungen der Kunststoffumhüllung mit dem metallischen Liner linear überlagert werden. Wegen der unterschiedlichen Herstel-

lungsweisen schreibt diese Norm keine bestimmte Auslegungsart vor. Die Bauart muss, im Fall eines im normalen Betrieb möglichen Absinkens der Güteeigenschaften der druckführenden Teile, bei einem Versagen die „Leck vor Bruch“-Bedingung erfüllen. Falls bei einem metallischen Liner eine Undichtheit auftritt, darf diese nur durch das Wachsen eines Ermüdungsrisse entstehen.

7.2 Werkstoffe

7.2.1 Allgemeine Anforderungen

Die verwendeten Werkstoffe müssen für die in Abschnitt 4 aufgeführten Betriebsbedingungen geeignet sein. Die Bauweise darf keine untereinander unverträglichen Materialien miteinander in Kontakt bringen.

7.2.2 Chemische Zusammensetzung

7.2.2.1 Stahl

Die Stähle müssen Aluminium- oder Silizium-beruhigt und überwiegend im Feinkornverfahren hergestellt sein. Die chemische Zusammensetzung aller Stähle muss angegeben und mit mindestens folgenden Angaben festgelegt sein:

in allen Fällen die Kohlenstoff-, Mangan-, Aluminium- und Siliziumgehalte;

Nickel-, Chrom-, Molybdän-, Bor- und Vanadiumgehalte sowie die Konzentrationen aller weiteren, absichtlich hinzugefügten Legierungselemente.

In der Schmelzenanalyse dürfen die in Tabelle 3 angegebenen Grenzwerte für Schwefel und Phosphor nicht überschritten werden:

Tabelle 3 — Grenzwerte für Schwefel und Phosphor

Zugfestigkeit	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Schwefel	0,020 %	0,010 %
Phosphor	0,020 %	0,020 %
Schwefel und Phosphor	0,030 %	0,25 %

7.2.2.2 Aluminium

Aluminiumlegierungen dürfen für die Herstellung der Gasflaschen verwendet werden, vorausgesetzt, sie erfüllen alle Anforderungen dieser Norm und ihre Gehalte an Blei und Wismut betragen < 30 ppm.

ANMERKUNG Eine Liste der registrierten Aluminiumlegierungen wird von der Aluminium Association Inc. unter der Bezeichnung „Registration Record of International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminium and Wrought Aluminium Alloys“ geführt.

7.2.3 Verbundwerkstoffe

7.2.3.1 Harze

Das Material für die Imprägnierung kann thermoplastisches oder duroplastisches Harz sein. Beispiele für geeignete Matrixwerkstoffe sind Epoxide, modifizierte Epoxidpolyester und Vinylester, duroplastische Kunststoffe sowie Polyethylen und Polyamid als thermoplastische Kunststoffe.

Die Glasübergangstemperatur der Harze ist nach ASTM D 3418-97 zu bestimmen.

7.2.3.2 Fasern

Für den Aufbau der Verstärkung sind Glasfasern, Aramidfasern oder Carbon-Fasern zu wählen. Falls eine Verstärkung aus Carbon-Faser verwendet wird, muss die Konstruktion Elemente zur Verhinderung einer galvanischen Korrosion mit den metallischen Bestandteilen der Gasflasche enthalten.

Der Flaschenhersteller hat die veröffentlichten Spezifikationen des Herstellers der Verbundwerkstoffe für die verwendeten Materialien in seinen Akten aufzuheben, desgleichen die Empfehlungen bezüglich ihrer Lagerbedingungen und Haltbarkeit sowie seine Bestätigung, dass jede Lieferung den Anforderungen der

angegebenen Spezifikationen entspricht. Der Faserhersteller muss bestätigen, dass die Güteeigenschaften der Faser mit den Spezifikationen des Herstellers für das Produkt übereinstimmen.

7.3 Konstruktionsanforderungen

7.3.1 Prüfdruck

Der bei der Herstellung verwendete Mindest-Prüfdruck muss 300 bar betragen ($1,5 \times$ Betriebsdruck).

7.3.2 Berstdruck und Spannungsverhältnis der Fasern

Der metallische Liner muss einen Mindestberstdruck von 260 bar haben.

Der tatsächliche Mindestberstdruck darf nicht unter den in Tabelle 4 angegebenen Werten liegen. Die Außenumhüllung aus Verbundwerkstoff ist auf hohe Zuverlässigkeit bei gleichmäßiger und bei zyklischer Belastung auszulegen. Diese Zuverlässigkeit ist dadurch zu erreichen, dass die in Tabelle 4 angegebenen Werte für das Spannungsverhältnis des Verbundwerkstoffes eingehalten oder übertroffen werden.

Das Spannungsverhältnis ist definiert als die Spannung in der Faser beim Mindestberstdruck dividiert durch die Spannung in der Faser beim Betriebsdruck. Das Berstverhältnis ist definiert als der tatsächliche Berstdruck der Gasflasche dividiert durch den Betriebsdruck.

Die Berechnungen des Spannungsverhältnisses müssen Folgendes beinhalten:

- Eine für Materialien mit nicht-linearem Verhalten geeignete Methode (Spezial-Computerprogramm oder ein Programm für die Methode der finiten Elemente).
- Das richtige elastisch-plastische Spannungs-Verformungsdiagramm für den Linerwerkstoff muss bekannt sein.
- Die korrekten mechanischen Eigenschaften der Verbundwerkstoffe.
- Berechnungen für Autofrettagedruck, Nulldruck nach Autofrettage, Betriebsdruck und Mindestberstdruck.
- Berechnung der Vorspannungen aus der Wicklungsspannung.

Den derart gewählten Mindestberstdruck, dass die berechnete Spannung beim Mindestberstdruck dividiert durch die berechnete Spannung beim Betriebsdruck dem für die verwendete Faser maßgebenden Spannungsverhältnis genügt.

Bei der Berechnung von Gasflaschen mit gemischter Verstärkung (zwei oder mehr verschiedene Faserarten) müssen für die Spannungsverteilung zwischen den verschiedenen Fasern die unterschiedlichen Elastizitätsmodule zugrunde gelegt werden. Das Spannungsverhältnis eines jeden Fasertyps muss den Anforderungen der Tabelle 4 entsprechen.

Die Nachprüfung der Spannungsverhältnisse kann auch unter Verwendung von Dehnungsmessstreifen erfolgen. Ein zulässiges Verfahren ist im informativen Anhang G beschrieben.

Tabelle 4 — Mindestwerte für tatsächlichen Berstdruck und Spannungsverhältnis für Gasflaschen vom Typ CNG-2

Fasertyp	Spannungsverhältnis	Berstdruck (bar)
Glas	2,75	500 ¹⁾
Aramid	2,35	470
Carbon	2,35	470
Hybrid	2)	

1) Tatsächlicher Mindestberstdruck. Ergänzend müssen die Berechnungen nach 7.3.2 durchgeführt werden, damit die Mindest-Spannungsverhältnisse bestätigt werden.

2) Spannungsverhältnisse und Berstdrucke sind nach 7.3.2 zu berechnen.