

II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

RECHTSAKTE VON GREMIEN, DIE IM RAHMEN INTERNATIONALER ÜBEREINKÜNFT EINGESETZT WURDEN

Nur die von der UNECE verabschiedeten Originalfassungen sind international rechtsverbindlich. Der Status dieser Regelung und das Datum ihres Inkrafttretens sind der neuesten Fassung des UNECE-Statusdokuments TRANS/WP.29/343 zu entnehmen, das von folgender Website abgerufen werden kann:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

Regelung Nr. 110 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung:

- I. der speziellen Bauteile von Kraftfahrzeugen, in deren Antriebssystem komprimiertes Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) verwendet wird,**
- II. von Fahrzeugen hinsichtlich des Einbaus spezieller Bauteile eines genehmigten Typs für die Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) in ihrem Antriebssystem [2015/999]**

Einschließlich des gesamten gültigen Textes bis:

Ergänzung 2 zur Änderungsserie 01 — Tag des Inkrafttretens: 9. Oktober 2014

INHALT

REGELUNG

1. Anwendungsbereich
2. Referenzdokumente
3. Bauteileinstufung
4. Begriffsbestimmungen

TEIL I — Genehmigung spezieller Bauteile von Kraftfahrzeugen, in deren Antriebssystem komprimiertes Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) verwendet wird

5. Antrag auf Genehmigung
6. Aufschriften
7. Genehmigung
8. Vorschriften für CNG- und/oder LNG-Bauteile
9. Änderung des Typs eines CNG- und/oder LNG-Bauteils und Erweiterung der Genehmigung
10. (frei)
11. Übereinstimmung der Produktion
12. Maßnahmen bei Abweichungen in der Produktion
13. (frei)
14. Endgültige Einstellung der Produktion
15. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden

TEIL II — Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich des Einbaus spezieller Bauteile eines genehmigten Typs für die Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) in ihrem Antriebssystem

16. Antrag auf Genehmigung
17. Genehmigung
18. Vorschriften für den Einbau spezieller Bauteile für die Verwendung von komprimiertem Erdgas und/oder Flüssigerdgas im Antriebssystem eines Fahrzeugs
19. Übereinstimmung der Produktion
20. Maßnahmen bei Abweichungen in der Produktion
21. Änderung des Fahrzeugtyps und Erweiterung der Genehmigung
22. Endgültige Einstellung der Produktion
23. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden
24. Übergangsbestimmungen

ANHÄNGE

- 1A Wesentliche Merkmale der CNG-/LNG-Bauteile
- 1B Wesentliche Merkmale des Fahrzeugs, des Motors und der Anlage für die Verwendung von CNG/LNG
- 2A Anordnung des Genehmigungszeichens für das CNG-/LNG-Bauteil
- 2B Mitteilung über die Genehmigung oder die Erweiterung oder die Versagung oder die Zurücknahme einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Typ eines CNG-/LNG-Bauteils nach der Regelung Nr. 110
- 2C Anordnung der Genehmigungszeichen
- 2D Mitteilung über die Genehmigung oder die Erweiterung oder die Versagung oder die Zurücknahme einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich des Einbaus einer CNG-/LNG-Anlage nach der Regelung Nr. 110
- 3 Fahrzeuginterne Speicherung von Erdgas als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge
 - 3A Gaszylinder — Hochdruckzylinder für die fahrzeuginterne Speicherung von komprimiertem Erdgas (CNG) als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge
 - 3B Gastanks — vakuumisolierte Behälter für die fahrzeuginterne Speicherung von Erdgas als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge
- 4A Vorschriften für die Genehmigung des automatischen Ventils, des Rückschlagventils, des Überdruckventils, der Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert), des Überströmventils, des handbetätigten Ventils und der Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert) für CNG
- 4B Vorschriften für die Genehmigung von biegsamen Kraftstoffleitungen oder Schläuchen für CNG und Schläuchen für LNG
- 4C Vorschriften für die Genehmigung des CNG-Filters
- 4D Vorschriften für die Genehmigung des CNG-Druckreglers
- 4E Vorschriften für die Genehmigung der CNG-Druck- und Temperaturfühler
- 4F Vorschriften für die Genehmigung der CNG-Einfülleinrichtung
- 4G Vorschriften für die Genehmigung des Gasstromreglers und des Gas-Luft-Mischers, der Gaseinblasdüse oder des Kraftstoffverteilers
- 4H Vorschriften für die Genehmigung des elektronischen Steuergeräts
- 4I Vorschriften für die Genehmigung des LNG-Wärmetauschers/Verdampfers
- 4J Vorschriften für die Genehmigung der LNG-Einfülleinrichtung

- 4K Vorschriften für die Genehmigung des LNG-Druckreglers
- 4L Vorschriften für die Genehmigung des LNG-Druck- und/oder Temperaturfühlers
- 4M Vorschriften für die Genehmigung des Erdgasdetektors
- 4N Vorschriften für die Genehmigung des automatischen Ventils, des Sperrventils, des Überdruckventils, des Überströmventils, des handbetätigten Ventils und des Rückschlagventils für LNG-Anwendungen.
- 4O Vorschriften betreffend die Genehmigung der LNG-Kraftstoffpumpe
- 5 Prüfverfahren
- 5A Überdruckprüfung (Festigkeitsprüfung)
- 5B Prüfung auf äußere Leckage
- 5C Prüfung auf innere Leckage
- 5D Prüfung auf CNG-/LNG-Kompatibilität
- 5E Prüfung auf Korrosionsbeständigkeit
- 5F Beständigkeit gegen trockene Hitze
- 5G Alterung durch Ozonwirkung
- 5H Temperaturzyklusprüfung
- 5I Druckzyklusprüfung nur für Zylinder
- 5J und 5K frei
- 5L Haltbarkeitsprüfung (Dauerbetrieb)
- 5M Berstprüfung/Zerstörungsprüfung nur für CNG-Zylinder
- 5 N Schwingungsverträglichkeitsprüfung
- 5O Betriebstemperaturen
- 5P LNG — Tieftemperaturprüfung
- 5Q Verträglichkeit nichtmetallischer Teile mit Wärmeaustauschmedien
- 6 Vorschriften für das CNG-Kennzeichen für Fahrzeuge der Klassen M₂ und M₃ sowie der Klassen N₂ und N₃
- 7 Vorschriften für das LNG-Kennzeichen für Fahrzeuge der Klassen M₂ und M₃ sowie der Klassen N₂ und N₃

1. ANWENDUNGSBEREICH

Diese Regelung gilt für:

- 1.1. Teil I spezielle Bauteile von Fahrzeugen der Klassen M und N ⁽¹⁾, in deren Antriebssystem komprimiertes Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) verwendet wird;
- 1.2. Teil II Fahrzeuge der Klassen M und N ⁽¹⁾ hinsichtlich des Einbaus spezieller Bauteile eines genehmigten Typs für die Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) in ihrem Antriebssystem.

⁽¹⁾ Entsprechend den Definitionen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, para. 2. — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

2. REFERENZDOKUMENTE

Die nachstehend aufgeführten Normen enthalten Bestimmungen, die durch Verweise in die vorliegende Regelung aufgenommen werden.

ASTM-Normen ⁽¹⁾

ASTM B117-90	Test method of Salt Spray (Fog) Testing (Salznebelprüfung)
ASTM B154-92	Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys (Quecksilbernitratprüfung für Kupfer und Kupferlegierungen)
ASTM D522-92	Mandrel Bend Test of attached Organic Coatings (Dornbiegeprüfung an aufgebracht organischen Überzügen)
ASTM D1308-87	Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes (Wirkung von Haushaltschemikalien auf klare und pigmentierte organische Überzüge)
ASTM D2344-84	Test Method for Apparent interlaminar Shear Strength of Parallel Fibre Composites by Short Beam Method (Prüfung der scheinbaren interlaminaren Scherfestigkeit von Parallelfaser-Verbundstoffen mit der Kurzbalkenmethode)
ASTM D2794-92	Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact) (Prüfung der Schlagzähigkeit organischer Überzüge)
ASTM D3170-87	Chipping Resistance of Coatings (Abplatzfestigkeit von Überzügen)
ASTM D3418-83	Test Method for Transition Temperatures Polymers by Thermal Analysis (Prüfung der Verglasungstemperaturen von Polymeren durch thermische Analyse)
ASTM E647-93	Standard Test Method for Measurement of Fatigue Crack Growth Rates (Standardprüfung, Messung des Ermüdungsrisswachstums)
ASTM E813-89	Test Method for J_{IC} , a Measure of Fracture Toughness (Prüfverfahren für J_{IC} , ein Maß für die Bruchzähigkeit)
ASTM G53-93	Standard Practice for Operating Light and Water — Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of non-metallic materials (Standardverfahren zur Bedienung des Geräts zur Prüfung nichtmetallischer Werkstoffe auf Beständigkeit gegen Licht und Feuchtigkeit (mit fluoreszierendem UV-Licht und Kondenswasser))

BSI-Normen ⁽²⁾

BS 5045	Teil 1 (1982) Transportable Gas Containers — Specification for Seamless Steel Gas Containers Above 0.5 litre Water Capacity (transportable Gasbehälter — Vorschriften für nahtlose Stahl-Gasbehälter mit einem Fassungsvermögen von mehr als 0,5 Liter Wasser)
BS 7448-91	Fracture Mechanics Toughness Tests Part I — Method for Determination of K _{IC} , Critical COD and Critical J Values of BS PD 6493-1991. Guidance and Methods for Assessing the Acceptability of Flaws in Fusion Welded Structures; Metallic Materials (bruchmechanische Zähigkeitsprüfungen Teil I — Verfahren zur Bestimmung von K _{IC} , kritischer Rissöffnungswinkel und kritische J-Werte der Norm BS PD 6493-1991. Leitfaden und Verfahren zur Bewertung der A-Akzeptabilität von Fehlern in schmelzgeschweißten Strukturen; metallische Werkstoffe)

EN-Normen ⁽³⁾

EN 13322-2 2003	Ortsbewegliche Gasflaschen — Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl — Gestaltung und Konstruktion — Teil 2: Flaschen aus nichtrostendem Stahl
EN ISO 5817 2003	Schmelzschweißverbindungen an Stahl — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten
EN1251-2 2000	Kryo-Behälter. Vakuüm-isolierte Behälter mit einem Fassungsraum von nicht mehr als 1 000 Liter

⁽¹⁾ American Society for Testing and Materials (Amerikanische Gesellschaft für Materialprüfung).

⁽²⁾ British Standards Institution (Britisches Institut für Normung).

⁽³⁾ Europäische Norm.

EN 895:1995	Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen. Querzugversuch
EN 910:1996	Zerstörende Prüfung von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen. Biegeprüfungen
EN 1435:1997	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen. Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen
EN 6892-1:2009	Metallische Werkstoffe. Zugversuch
EN 10045-1:1990	Metallische Werkstoffe, Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy. Prüfverfahren (Spitzkerb und Schlüssellochkerb)
ISO-Normen ⁽¹⁾	
ISO 37	Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Zugfestigkeitseigenschaften
ISO 148-1983	Stahl — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (Spitzkerb)
ISO 188	Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Prüfung zur Bestimmung der beschleunigten Alterung und der Hitzebeständigkeit
ISO 306-1987	Kunststoffe — Thermoplaste — Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur
ISO 527 Pt 1-93	Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil I: Allgemeine Grundsätze
ISO 642-79	Stähle — Stirnabschreckversuch (Jominy-Versuch)
ISO 12991	Liquefied Natural Gas (LNG) — Tanks für On-Board-Speicher als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge
ISO 1307	Gummi- und Kunststoffschläuche — Schlauchmaße, Kleinst- und Größt-Innendurchmesser, und Toleranzen bei abgelängten Schläuchen
ISO 1402	Gummi- und Kunststoffschläuche und Schlauchleitungen — Hydrostatische Prüfung
ISO 1431	Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Widerstand gegen Ozonrisse
ISO 1436	Schläuche und Schlauchleitungen — Hydraulikschläuche mit Drahtgeflechtinlage — Anforderungen
ISO 1817	Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten
ISO 2808-91	Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Schichtdicke
ISO 3628-78	Glass Reinforced Materials — Determination of Tensile Properties (glasfaserverstärkte Werkstoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften)
ISO 4080	Gummi- und Kunststoffschläuche und Schlauchleitungen — Bestimmung der Gasdurchlässigkeit
ISO 4624-78	Beschichtungsstoffe — Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit
ISO 4672	Gummi- und Kunststoffschläuche — Biegeprüfungen bei einer Temperatur unterhalb der Umgebungstemperatur

⁽¹⁾ Internationale Organisation für Normung.

ISO 6982-84	Metallic Materials — Tensile Testing (metallische Werkstoffe — Zugprüfung)
ISO 6506-1981	Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell
ISO 6508-1986	Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K)
ISO 7225	Precautionary Labels for Gas Cylinders (Gasflaschen — Gefahrgutaufkleber)
ISO/DIS 7866-1992	Refillable Transportable Seamless Aluminium Alloy Cylinders for Worldwide Usage Design, Manufacture and Acceptance (Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Aluminiumlegierung zur weltweiten Verwendung, Auslegung, Bau und Prüfung)
ISO 9001:1994	Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Design/Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung
ISO 9002:1994	Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Produktion und Montage
ISO/DIS 12737	Metallische Werkstoffe — Bestimmung der Bruchzähigkeit (ebener Dehnungszustand)
ISO 12991	Liquefied Natural Gas (LNG) — Tanks für On-Board-Speicher als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge
ISO 14469-1:2004	Road Vehicles compressed Natural Gas (CNG) refuelling connector: Part I: 20 MPa (200 bar) connector (Straßenfahrzeuge — Betankungsanschluss für komprimiertes Erdgas: Teil I: Anschluss mit 20 MPa (200 bar))
ISO 14469-2:2007	Road Vehicles: compressed natural gas CNG refuelling connector: Part II: 20 MPa (200 bar) connector (Straßenfahrzeuge — Betankungsanschluss für komprimiertes Erdgas: Teil II: Anschluss mit 20 MPa (200 bar))
ISO 15500	Straßenfahrzeuge — Komponenten für Kraftstoffsysteme mit komprimiertem Erdgas
ISO 21028-1:2004	Kryo-Behälter — Anforderungen an die Zähigkeit bei tiefen Temperaturen — Teil I: Temperaturen unter – 80 °C
ISO 21029-1:2004	Kryo-Behälter — Ortsbewegliche vakuum-isolierte Behälter mit einem Fassungsraum bis zu 1 000 Liter — Teil I: Gestaltung, Herstellung und Prüfung
ISO/IEC Guide 25-1990	General requirements for the Technical Competence of Testing Laboratories (Allgemeine Anforderungen an die technische Kompetenz von Prüflaboren)
ISO/IEC Guide 48-1986	Guidelines for Third Party Assessment and Registration of Supplies Quality System (Leitfaden für die Bewertung des Lieferungsqualitätssystems durch eine unabhängige Stelle und seine Registrierung)
ISO/DIS 9809	Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Stahl, Gestaltung, Konstruktion und Prüfung — Teil I: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1 100 MPa
ISO 11439	Gasflaschen — Hochdruck-Flaschen für die fahrzeuginterne Speicherung von Erdgas als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge
NACE-Normen ⁽¹⁾	
NACE TM0177-90	Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulphide Stress Cracking in H ₂ S Environments (Laborprüfung der Widerstandsfähigkeit von Metallen gegen die Bildung von Sulfit-Spannungsrissen in H ₂ S-Umgebung)

⁽¹⁾ National Association of Corrosion Engineers (Nationale Vereinigung der Korrosionsingenieure).

ECE-Regelungen ⁽¹⁾

Regelung Nr. 10 Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit

USA Federal Regulations ⁽²⁾

49 CFR 393.67 Liquid fuel tanks (Behälter für flüssigen Kraftstoff)

SAE-Normen ⁽³⁾

SAE J2343-2008 Recommended Practice for LNG Medium and Heavy-Duty Powered Vehicles (Empfohlenes Verfahren für mit Flüssigerdgas betriebene mittlere und schwere Nutzfahrzeuge)

3. BAUTEILEINSTUFUNG

Klasse 0 Hochdruckteile einschließlich Rohre und Verbindungsteile, die komprimiertes Erdgas bei einem Druck von mehr als 3 MPa und höchstens 26 MPa enthalten.

Klasse 1 Mitteldruckteile einschließlich Rohre und Verbindungsteile, die komprimiertes Erdgas bei einem Druck von mehr als 450 kPa und höchstens 3 000 kPa (3 MPa) enthalten.

Klasse 2 Niederdruckteile einschließlich Rohre und Verbindungsteile, die komprimiertes Erdgas bei einem Druck von mehr als 20 kPa und höchstens 450 kPa enthalten.

Klasse 3 Mitteldruckteile wie Sicherheitsventile oder Teile, die durch ein Sicherheitsventil geschützt sind, einschließlich Rohre und Verbindungsteile, die komprimiertes Erdgas bei einem Druck von mehr als 450 kPa und höchstens 3 000 kPa (3 MPa) enthalten.

Klasse 4 Teile, die mit Gas bei einem Druck von weniger als 20 kPa in Berührung kommen.

Klasse 5 Teile, die mit Gas bei einer Temperatur unter – 40 °C in Berührung kommen.

Ein Bauteil kann aus mehreren Teilen bestehen, die hinsichtlich des maximalen Arbeitsdrucks und der Funktion jeweils ihrer eigenen Klasse zugeordnet sind.

CNG- oder LNG-Bauteile für die Verwendung in Fahrzeugen sind hinsichtlich des Arbeitsdrucks, der Temperatur und der Funktion nach Abbildung 1-1 zu klassifizieren.

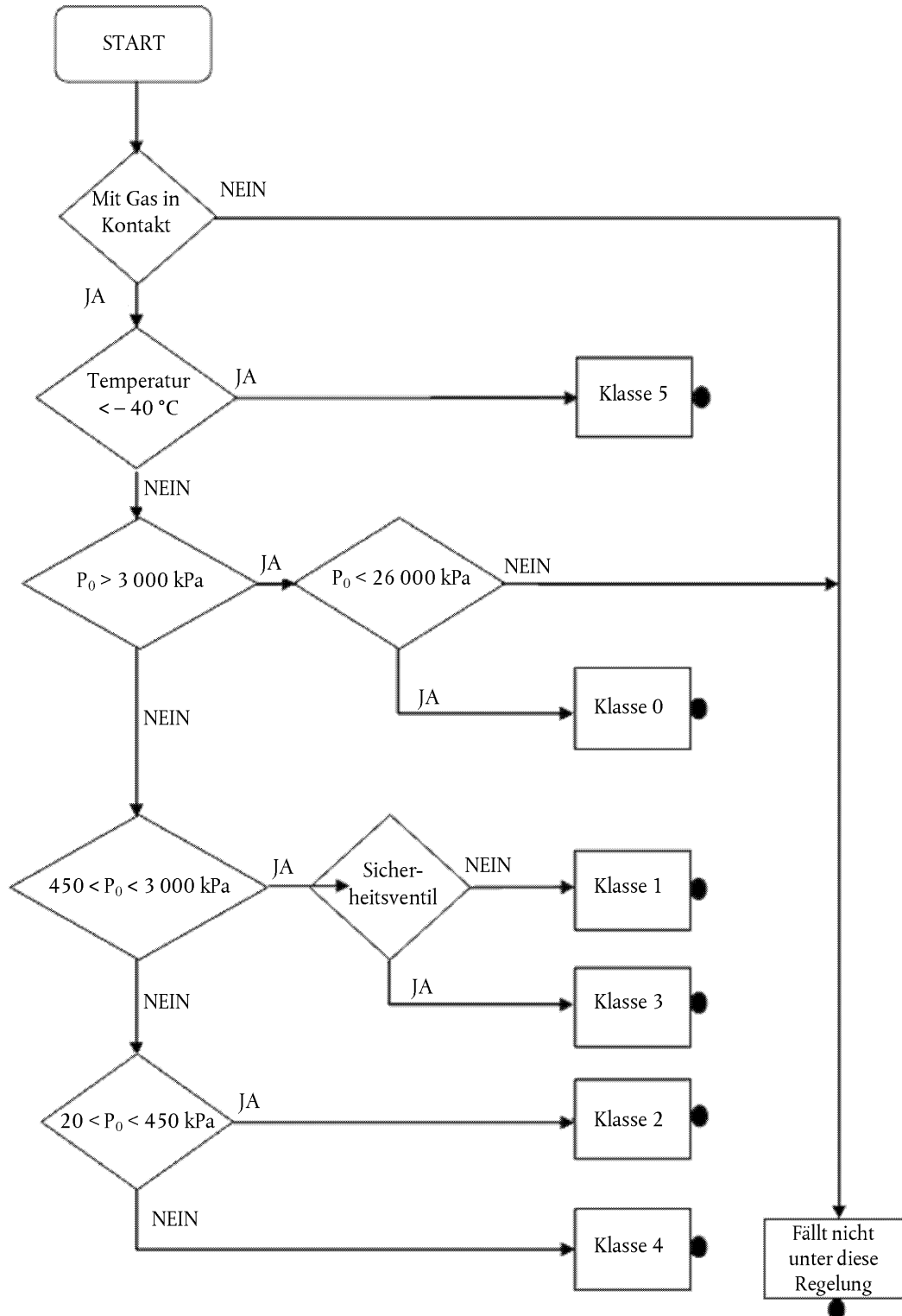
⁽¹⁾ Regelungen der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa.

⁽²⁾ Verordnungen auf Bundesebene der Vereinigten Staaten von Amerika.

⁽³⁾ Society of Automotive Engineers (Verband der Automobilingenieure).

Abbildung 1-1

Flussdiagramm zur Klassifizierung von CNG- und/oder LNG-Bauteilen



Prüfungen für bestimmte Klassen von Bauteilen (außer CNG-Zylindern und LNG-Tanks)

Prüfung	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	ANHANG
Überdruck- oder Festigkeitsprüfung	X	X	X	X	O	X	5A
äußere Leckageprüfung	X	X	X	X	O	X	5B
innere Leckageprüfung	A	A	A	A	O	A	5C
Haltbarkeitsprüfungen	A	A	A	A	O	A	5L
CNG-/LNG-Kompatibilitätsprüfung	A	A	A	A	A	A	5D
Korrosionsbeständigkeitsprüfung	X	X	X	X	X	A	5E
Prüfung der Beständigkeit gegen trockene Hitze	A	A	A	A	A	A	5F
Prüfung der Alterung durch Ozoneinwirkung	A	A	A	A	A	A	5G
Berstprüfungen/ Zerstörende Prüfungen	X	O	O	O	O	A	5M
Temperaturzyklusprüfung	A	A	A	A	O	A	5H
Druckzyklusprüfung	X	O	O	O	O	A	5I
Schwingungsfestigkeitsprüfung	A	A	A	A	O	A	5N
Betriebstemperaturprüfung	X	X	X	X	X	X	5O
LNG-Niedrigtemperaturprüfung	O	O	O	O	O	X	5P

X = Durchzuführen.

O = Nicht durchzuführen.

A = Gegebenenfalls durchzuführen.

4. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

- 4.1. „Druck“ bezeichnet den relativen Druck im Verhältnis zum atmosphärischen Druck, sofern nichts anderes angegeben ist.
- 4.2. „Betriebsdruck“ bezeichnet den stabilisierten Druck bei einer gleichmäßigen Gastemperatur von 15 °C. Im Zusammenhang mit LNG bezeichnet „Betriebsdruck“ den beabsichtigten stabilisierten Druck des Tanks im Betrieb gemäß Herstellerangaben.
- 4.3. „Prüfdruck“ bezeichnet den Druck, dem ein Bauteil während der Abnahmeprüfung ausgesetzt wird. Bei LNG-Tanks ist der Prüfdruck die Druckeinstellung des Economisers oder der normale LNG-Sättigungsdruck, den der Motor erfordert. Bei CNG-Zylindern handelt es sich um den Druck, bei dem der Zylinder hydrostatisch geprüft wird.
- 4.4. „Arbeitsdruck“ bezeichnet den höchsten Druck, für den ein Bauteil vorgesehen ist und für den die Festigkeit des Bauteils bemessen wird. Bei CNG-Zylindern ist dies der stabilisierte Druck von 20 MPa bei einer gleichmäßigen Temperatur von 15 °C. Bei LNG-Tanks ist der Arbeitsdruck der Druck, auf den das primäre Überdruckventil des Tanks eingestellt ist.
- 4.5. „Betriebstemperaturen“ bezeichnet die höchsten Werte der Temperaturbereiche, die in Anhang 5O angegeben sind, bei denen eine sichere und richtige Funktion des jeweiligen Bauteils gewährleistet wird und für die es ausgelegt und genehmigt ist.

- 4.6. „Spezielle Bauteile“ bezeichnet:
- a) Behälter (Zylinder oder Tank),
 - b) am Behälter angebrachte Zubehörteile,
 - c) Druckregler,
 - d) automatische Ventile,
 - e) handbetätigte Ventile,
 - f) Gasversorgungseinrichtungen,
 - g) Gasstromregler,
 - h) biegsame Kraftstoffleitungen,
 - i) starre Kraftstoffleitungen,
 - j) Einfülleinrichtung,
 - k) Rückschlag- oder Sperrventile,
 - l) primäre und sekundäre Überdruckventile (Ablassventile),
 - m) Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert),
 - n) Filter,
 - o) Druck- oder Temperaturfühler/Druck- oder Temperaturanzeiger,
 - p) Überströmventile,
 - q) Wartungsventil,
 - r) elektronische Steuergeräte,
 - s) gasdichte Gehäuse,
 - t) Verbindungsteile,
 - u) Entlüftungsschläuche,
 - v) Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert),
 - w) Kraftstoffverteiler,
 - x) Wärmetauscher/Verdampfer,
 - y) Erdgasdetektoren,
 - z) Kraftstoffpumpen (für LNG).
- 4.7. „Multifunktionales Bauteil“ bezeichnet die genannten speziellen Bauteile, wenn sie zu einem Bauteil kombiniert oder zusammengebaut sind.
- 4.8. „Genehmigung eines Fahrzeugs“ bezeichnet die Genehmigung eines Fahrzeugtyps der Klasse M oder N hinsichtlich seiner CNG- und/oder LNG-Anlage als Erstausrüstung für die Verwendung in seinem Antriebssystem.
- 4.9. „Fahrzeugtyp“ bezeichnet Fahrzeuge, die mit speziellen Bauteilen für die Verwendung von CNG und/oder LNG in ihrem Antriebssystem ausgerüstet sind und sich in folgenden Merkmalen nicht voneinander unterscheiden:
- 4.9.1. Hersteller,
 - 4.9.2. vom Hersteller festgelegte Typbezeichnung,
 - 4.9.3. wesentliche Merkmale der Konstruktion und Ausführung:
 - 4.9.3.1. Fahrgestell/Bodengruppe (keine offensichtlichen und grundlegenden Unterschiede),
 - 4.9.3.2. Einbau der CNG- und/oder LNG-Anlage (keine offensichtlichen und grundlegenden Unterschiede).

- 4.10. „CNG-Anlage“ bezeichnet eine Gruppe von Bauteilen (Behälter oder Zylinder, Ventile, biegsame Kraftstoffleitungen usw.) und Verbindungsteilen (starre Kraftstoffleitungen, Rohrverbindungen usw.), die in Kraftfahrzeuge eingebaut sind, in deren Antriebssystem CNG verwendet wird.
- 4.11. „LNG-Anlage“ bezeichnet eine Gruppe von Bauteilen (Tanks, Ventile, biegsame Kraftstoffleitungen usw.) und Verbindungsteilen (Kraftstoffleitungen, Rohrverbindungen usw.), die in Kraftfahrzeuge eingebaut sind, in deren Antriebssystem LNG verwendet wird, und damit zusammenhängende Bauteile bis einschließlich zum Verdampfer. Weitere Teile unterhalb des Verdampfers gelten als CNG-Bauteile.
- 4.12. „Behälter“ (oder Zylinder) bezeichnet ein Gefäß zum Speichern von komprimiertem Erdgas.
- 4.13. „Behältertyp“ bezeichnet Behälter, die sich in den in Anhang 3A genannten Abmessungs- und Werkstoffmerkmalen nicht voneinander unterscheiden.
- 4.13.1. Es gibt folgende Behälter:
- CNG-1: Metall.
- CNG-2: Metallinnenbehälter, mit harzgetränkter Endlosfaser verstärkt (in Richtung des Umfangs umwickelt).
- CNG-3: Metallinnenbehälter, mit harzgetränkter Endlosfaser verstärkt (vollständig umwickelt).
- CNG-4: harzgetränkte Endlosfaser mit nichtmetallischem Innenbehälter (Vollverbundkonstruktion).
- 4.14. „Tank“ (oder Gefäß) bezeichnet ein Aufbewahrungssystem für Flüssigerdgas.
- 4.15. „Tanktyp“ bezeichnet Tanks, die sich in den in Anhang 3B genannten Abmessungs- und Werkstoffmerkmalen nicht voneinander unterscheiden.
- 4.16. „Am Behälter oder Tank befestigte Zubehörteile“ bezeichnet unter anderem folgende Bauteile, die entweder getrennt oder kombiniert am Behälter oder Tank angebracht sind:
- 4.16.1. „Handbetätigtes Ventil“ bezeichnet ein Ventil, das von Hand bedient wird.
- 4.16.2. „Drucksensor/Druckanzeiger“ bezeichnet eine unter Druck stehende Einrichtung, die den Gas- oder Flüssigkeitsdruck anzeigt.
- 4.16.3. „Überströmventil“ bezeichnet ein Ventil, das den Gasstrom automatisch unterbricht oder drosselt, wenn er einen konstruktiv festgelegten Wert überschreitet.
- 4.16.4. „Gasdichtes Gehäuse“ bezeichnet eine Einrichtung mit Entlüftungsschlauch, durch die austretendes Gas aus dem Fahrzeug heraus geleitet wird.
- 4.17. „Ventil“ bezeichnet eine Vorrichtung, mit der der Strom eines Fluids gesteuert werden kann.
- 4.18. „Automatisches Ventil“ bezeichnet ein Ventil, das nicht von Hand bedient wird.
- 4.19. „Automatisches Zylinderventil“ bezeichnet ein automatisches Ventil, das am Zylinder fest angebracht ist und den Gasstrom zur Kraftstoffanlage steuert. Das automatische Zylinderventil wird auch als ferngesteuertes Betriebsventil bezeichnet.
- 4.20. „Rückschlag- oder Sperrventil“ bezeichnet ein automatisches Ventil, das das Gas/Fluid nur in eine Richtung fließen lässt.
- 4.21. „Überströmventil“ (Begrenzungseinrichtung) bezeichnet eine Einrichtung, die den Gas- oder Flüssigkeitsstrom automatisch unterbricht oder drosselt, wenn er einen konstruktiv festgelegten Wert überschreitet.
- 4.22. „Handbetätigtes Ventil“ bezeichnet ein handbetätigtes Ventil, das am Zylinder oder Tank fest angebracht ist.
- 4.23. „Überdruckventil (Ablassventil)“ bezeichnet eine Vorrichtung, die verhindert, dass ein festgelegter Eingangsdruck überschritten wird.
- 4.24. „Wartungsventil“ bezeichnet ein Absperrventil, das nur zur Wartung des Fahrzeugs geschlossen wird.
- 4.25. „Filter“ bezeichnet ein Schutzsieb, das Fremdkörper aus dem Gas- oder Flüssigkeitsstrom abscheidet.
- 4.26. „Verbindungsteil“ ist eine Verbindung in einem Rohr- oder Schlauchleitungsnetz.
- 4.27. „LNG-Kraftstoffpumpe“ bezeichnet eine Einrichtung, die den Motor mit LNG versorgt, indem sie den Druck des Fluids (Flüssigkeit oder Dampf) erhöht.

- 4.28. „Biegsame Kraftstoffleitungen“ bezeichnet biegsame Rohre oder Schläuche, durch die Erdgas fließt.
- 4.29. „Starre Kraftstoffleitungen“ bezeichnet Rohrleitungen, die sich bei normalem Betrieb nicht biegen sollen und durch die Erdgas fließt.
- 4.30. „Gasversorgungseinrichtung“ bezeichnet eine Einrichtung zur Einleitung gasförmigen Kraftstoffs in den Einlasskrümmer (Vergaser oder Einsblasdüse) des Motors.
- 4.31. „Gas-Luft-Mischer“ bezeichnet eine Vorrichtung zum Mischen des gasförmigen Kraftstoffs und der Ansaugluft für den Motor.
- 4.32. „Gaseinblasdüse“ bezeichnet eine Vorrichtung zur Zufuhr des gasförmigen Kraftstoffs in den Motor oder in ein dazugehöriges Einlasssystem.
- 4.33. „Gasstromregler“ bezeichnet eine Vorrichtung zum Begrenzen des Gasstroms, die hinter einem Druckregler eingebaut ist und den Gasstrom zum Motor steuert.
- 4.34. „Druckregler“ bezeichnet eine Einrichtung, die zur Steuerung des CNG- oder LNG-Drucks dient.
- 4.35. „Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert)“ bezeichnet eine Einrichtung zum einmaligen Gebrauch, die durch eine zu hohe Temperatur oder einen zu hohen Druck ausgelöst wird und durch die Gas abgelassen wird, um den Zylinder vor Bruch zu schützen.
- 4.36. „Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert)“ (manchmal als „Berstscheibe“ bezeichnet) bezeichnet eine Einrichtung zum einmaligen Gebrauch, die durch einen zu hohen Druck ausgelöst wird und verhindert, dass ein vorher festgelegter Eingangsdruck überschritten wird.
- 4.37. „Einfüllvorrichtung“ bezeichnet eine in das Fahrzeug eingebaute Einrichtung zur Füllung des Behälters oder Tanks an der Tankstelle.
- 4.38. „Elektronisches Steuergerät (CNG/LNG)“ bezeichnet eine Einrichtung, die den Gasbedarf des Motors und andere Motorkennwerte steuert und das aus Sicherheitsgründen vorgeschriebene automatische Ventil selbsttätig schließt.
- 4.39. „Bauteiltyp“ bezeichnet Bauteile nach den Absätzen 4.17 bis 4.38, die sich in wesentlichen Merkmalen wie Werkstoffen, Arbeitsdruck und Betriebstemperaturen nicht voneinander unterscheiden.
- 4.40. „Typ des elektronischen Steuergeräts“ nach Absatz 4.38 bezeichnet eine Gesamtheit von Bauteilen, die sich in wesentlichen Merkmalen wie den grundlegenden Softwareprinzipien — abgesehen von geringfügigen Abweichungen — nicht unterscheiden.
- 4.41. „Wärmetauscher/Verdampfer“ bezeichnet eine Einrichtung zur Umwandlung von LNG in CNG.
- 4.42. „Flüssigerdgas (LNG)“ bezeichnet eine kryogene Flüssigkeit, die erzeugt wird, indem die Temperatur von Erdgas bei atmosphärischem Druck auf etwa $-161,7\text{ °C}$ verringert wird, und die zur Verwendung als Fahrzeugkraftstoff gespeichert wird.
- 4.43. „Komprimiertes Erdgas (CNG)“ bezeichnet verdichtetes Erdgas, das für die Verwendung als Fahrzeugkraftstoff gespeichert wird.
- 4.44. „Abdampfgas“ bezeichnet Gas, das durch Verdampfung von LNG aufgrund der Zufuhr von Umgebungswärme entsteht.
- 4.45. „Entlüftung“ bezeichnet das Ableiten von Dämpfen aus dem Speicherbehälter/Tank.
- 4.46. „Entlüftungsanlage“ bezeichnet eine Anlage, die das Ausströmen von Erdgas aus dem LNG-Speichersystem steuert.
- 4.47. „Autofrettage“ bezeichnet ein Verfahren unter Druckanwendung, das bei der Herstellung von Verbundzylindern mit Metallinnenbehältern angewandt wird und bei dem der Innenbehälter über seine Elastizitätsgrenze hinaus einer Spannung ausgesetzt wird, die so groß ist, dass sie eine bleibende plastische Verformung bewirkt, wodurch der Innenbehälter bei einem Innendruck von Null auf Druck und die Fasern der Außenhülle auf Zug belastet werden.
- 4.48. „Autofrettagedruck“ bezeichnet den Druck in dem umwickelten Behälter, bei dem sich die gewünschte Verteilung der Spannung zwischen dem Innenbehälter und der Umwicklung einstellt.
- 4.49. „Verbundwerkstoffzylinder-Los“ bezeichnet ein „Los“, d. h. eine Gruppe von nacheinander aus geeigneten Innenbehältern hergestellten Zylindern, die in Größe, Ausführung, spezifizierten Werkstoffen und Fertigungsverfahren gleich sind.
- 4.50. „Metallzylinder- und -innenbehälter-Los“ bezeichnet ein „Los“, d. h. eine Gruppe von nacheinander hergestellten Metallzylindern oder -innenbehältern, die in Nenndurchmesser, Wanddicke, Ausführung, spezifiziertem Werkstoff, Fertigungsverfahren, den bei der Herstellung und der Wärmebehandlung verwendeten Geräten und den Temperaturen, Zeiten und Umgebungsbedingungen der Wärmebehandlung gleich sind.

- 4.51. „Los nichtmetallischer Innenbehälter“ bezeichnet ein „Los“, d. h. eine Gruppe von nacheinander hergestellten nichtmetallischen Innenbehältern, die in Nenndurchmesser, Wanddicke, Ausführung, spezifiziertem Werkstoff und Fertigungsverfahren gleich sind.
- 4.52. „Maximale Losgröße“ bedeutet, dass ein Los in keinem Fall mehr als 200 fertige Zylinder oder Innenbehälter (außer Zylinder und Innenbehälter für zerstörende Prüfungen) oder mehr als die in einer Produktionsschicht nacheinander hergestellten Zylinder oder Innenbehälter, je nachdem, welche Zahl größer ist, umfassen darf.
- 4.53. „Verbundzylinder“ bezeichnet einen Zylinder, bei dem eine harzgetränkte Endlosfaser um einen metallischen oder nichtmetallischen Innenbehälter gewickelt ist. Verbundzylinder mit nichtmetallischen Innenbehältern werden als Zylinder in Vollverbundkonstruktion bezeichnet.
- 4.54. „Wicklung unter kontrollierter Spannung“ bezeichnet ein Verfahren zur Herstellung von in Richtung des Umfangs umwickelten Verbundzylindern mit Metallinnenbehältern, bei dem bei einem Innenüberdruck von Null der Innenbehälter auf Druck und die Umwicklung auf Zug belastet wird, was dadurch erreicht wird, dass die Verstärkungsfasern unter deutlich erhöhter Spannung aufgewickelt werden.
- 4.55. „Fülldruck“ bezeichnet den Gasdruck im Zylinder unmittelbar nach dem Füllen.
- 4.56. „Fertiggestellte Zylinder“ bezeichnet Zylinder, die gebrauchsfertig und repräsentativ für die normale Produktion sind und mit allen Kennzeichnungen und dem äußeren Überzug einschließlich der vom Hersteller angegebenen integrierten Isolierung versehen sind, aber keine nicht integrierte Isolierung und keinen nicht integrierten Schutz haben.
- 4.57. „Vollständige Umwicklung“ bezeichnet eine Umwicklung, bei der die Verstärkungsfasern sowohl in Richtung des Umfangs als auch in axialer Richtung um den Zylinder gewickelt sind.
- 4.58. „Gastemperatur“ bezeichnet die Temperatur des Gases in einem Zylinder.
- 4.59. „Umwicklung in Richtung des Umfangs“ bezeichnet eine Umwicklung, bei der die Verstärkungsfasern im Wesentlichen in Richtung des Umfangs um den zylindrischen Teil des Innenbehälters gewickelt sind, so dass die Fasern in der Richtung parallel zur Längsachse des Zylinders keine starke Belastung aufnehmen.
- 4.60. „Innenbehälter“ bezeichnet einen Behälter, der als gasdichtes Innengehäuse dient und mit Verstärkungsfasern umwickelt ist, damit die erforderliche Festigkeit erreicht wird. In dieser Regelung sind zwei Arten von Innenbehältern beschrieben: Metallinnenbehälter, die zusammen mit dem Verstärkungsmaterial die Last aufnehmen sollen, und nichtmetallische Innenbehälter, die keine Last aufnehmen.
- 4.61. „Hersteller“ bezeichnet die Person oder Stelle, die für die Konstruktion, die Fertigung und die Prüfung spezifischer CNG- oder LNG-Bauteile verantwortlich ist.
- 4.62. „Höchster erreichter Druck“ bezeichnet den stabilisierten Druck, der herrscht, wenn Gas in einem bis zum Erreichen des Arbeitsdrucks gefüllten Zylinder auf die höchste Betriebstemperatur gebracht worden ist.
- 4.63. „Umwicklung“ bezeichnet die Verstärkung aus Faser und Harz, die auf den Innenbehälter aufgebracht ist.
- 4.64. „Vorbeanspruchung“ bezeichnet den Vorgang, bei dem das Verfahren der Autofrettage oder der Wicklung unter kontrollierter Spannung angewandt wird.
- 4.65. „Betriebsdauer“ bezeichnet die Zeit in Jahren, während der die Zylinder unter normalen Betriebsbedingungen sicher verwendet werden können.
- 4.66. „Stabilisierter Druck“ bezeichnet den Gasdruck, der herrscht, wenn eine bestimmte stabile Temperatur erreicht ist.
- 4.67. „Stabilisierte Temperatur“ bezeichnet die gleichmäßige Gastemperatur, die sich nach dem Abklingen einer durch das Füllen verursachten Temperaturänderung einstellt.
- 4.68. „LNG-Einschluss“ bezeichnet das Vorhandensein von LNG in einem Behältnis mit konstantem Volumen.
- 4.69. „Kryogene Temperatur“ bezeichnet im Sinne dieser Regelung eine Temperatur unter -40 °C .
- 4.70. „Innenbehälter oder Innentank“ bezeichnet den LNG enthaltenden Teil des Kraftstofftanks.
- 4.71. „Außenbehälter oder Außenhülle“ bezeichnet den Teil des Kraftstofftanks, der den Innenbehälter oder die Innentanks mitsamt Isolierungssystem umschließt.

- 4.72. „Kraftstoffverteiler“ bezeichnet das Rohr oder die Leitung, das oder die die Kraftstoffeinspritzeinrichtungen miteinander verbindet.
- 4.73. „LNG-Düse“ bezeichnet eine Einrichtung, die es ermöglicht, den Kraftstoffversorgungsschlauch schnell und sicher an den LNG-Behälter anzuschließen und von diesem zu trennen.
- 4.74. „LNG-Einfülleinrichtung“ bezeichnet eine mit einem Fahrzeug oder einem Speichersystem verbundene Vorrichtung, die die LNG-Düse aufnimmt und eine sichere Übertragung des Kraftstoffs ermöglicht. Die Einfülleinrichtung besteht mindestens aus einem Gehäuse und einem in seinem Inneren angebrachten Rückschlagventil.
- 4.75. „Automatische Ausschaltphase“ bezeichnet den Zeitraum, in dem der Verbrennungsmotor automatisch ausgeschaltet wird, um Kraftstoff zu sparen, und automatisch wieder angelassen werden kann.

TEIL I

Genehmigung von speziellen Bauteilen von Kraftfahrzeugen, in deren Antriebssystem komprimiertes Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) verwendet wird

5. ANTRAG AUF GENEHMIGUNG
- 5.1. Der Antrag auf Erteilung einer Genehmigung für ein spezielles oder multifunktionales Bauteil ist vom Inhaber der Fabrik- oder Handelsmarke oder seinem Bevollmächtigten einzureichen.
- 5.2. Die unten angegebenen Dokumente in dreifacher Ausfertigung und die folgenden Angaben sind beizufügen:
- 5.2.1. eine Beschreibung des Fahrzeugs mit allen zutreffenden Angaben nach Anhang 1A dieser Regelung;
- 5.2.2. eine detaillierte Beschreibung des Typs des speziellen oder multifunktionalen Bauteils;
- 5.2.3. eine Zeichnung des speziellen oder multifunktionalen Bauteils mit ausreichenden Details und in geeignetem Maßstab;
- 5.2.4. ein Nachweis der Einhaltung der Vorschriften von Absatz 8 dieser Regelung.
- 5.3. Auf Verlangen des technischen Dienstes, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt, sind Muster des speziellen oder multifunktionalen Bauteils zur Verfügung zu stellen. Auf Verlangen sind zusätzliche Muster (höchstens 3) zur Verfügung zu stellen.
- 5.3.1. Während der Vorserienfertigung der Behälter sind [n] ⁽¹⁾ Behälter aus einer Partie von jeweils 50 Stück (Partie für die Produktqualifizierung) zerstörungsfreien Prüfungen nach Anhang 3A zu unterziehen. Für LNG-Tanks siehe Anhang 3B.
6. AUFSCHRIFTEN
- 6.1. Das für die Erteilung einer Genehmigung eingereichte Muster eines speziellen oder multifunktionalen Bauteils muss die Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers und die Typbezeichnung tragen einschließlich einer über die Bezeichnung der Betriebstemperaturen („M“ oder „C“ für mittlere oder kalte Temperaturen, „L“ für LNG); bei flexiblen Schläuchen müssen ferner der Monat und das Jahr der Herstellung angegeben sein; diese Aufschrift muss deutlich lesbar und dauerhaft sein.
- 6.1.1. Außer den nach Absatz 6.1 vorgeschriebenen ist bei automatischen Zylinderventilen, die Anhang 4A Absatz 2.2.4 entsprechen, eine der folgenden zusätzlichen Kennzeichnungen anzubringen:
- a) „H1“,
- b) „H2“,
- c) „H3“.
- 6.2. An allen Bauteilen muss eine ausreichend große Fläche für das Genehmigungszeichen vorhanden sein; diese Fläche muss in den in Absatz 5.2.3 genannten Zeichnungen dargestellt sein.
- 6.3. An jedem Behälter muss außerdem ein Fabrikschild mit folgenden deutlich lesbaren, dauerhaften Angaben angebracht sein:
- a) Seriennummer,
- b) Rauminhalt in Litern,

(1) [n] steht für den Stichprobenumfang und wird von der Typgenehmigungsbehörde festgelegt.

- c) Angabe „CNG“,
 - d) Betriebsdruck/Prüfdruck (MPa),
 - e) Masse (kg),
 - f) Jahr und Monat der Genehmigung (z. B. 96/01),
 - g) Genehmigungszeichen nach Absatz 7.4.
- 6.4. An jedem Tank muss außerdem ein Fabrikschild mit folgenden deutlich lesbaren, dauerhaften Angaben angebracht sein:
- a) Seriennummer,
 - b) Gesamtvolumen in Litern,
 - c) Angabe „LNG“,
 - d) Betriebsdruck/Prüfdruck (MPa),
 - e) Masse (kg),
 - f) Hersteller,
 - g) Jahr und Monat der Genehmigung (z. B. 96/01),
 - h) Die Kennzeichnung „PUMP INSIDE, Pump Delivery Pressure *** MPa“, wenn die LNG-Pumpe im Tank angebracht ist, dabei ist *** der Wert des Pumpendrucks,
 - i) Genehmigungszeichen nach Absatz 7.4.
7. GENEHMIGUNG
- 7.1. Entsprechen die zur Genehmigung vorgelegten Muster von CNG-Bauteilen den Vorschriften der Absätze 8.1 bis 8.11, ist die Genehmigung für den Bauteiltyp zu erteilen.
- Entsprechen die zur Genehmigung vorgelegten Muster von LNG-Bauteilen den Vorschriften der Absätze 8.12 bis 8.21, ist die Genehmigung für den Bauteiltyp zu erteilen.
- 7.2. Jeder Genehmigung eines Typs eines Bauteils oder multifunktionellen Bauteils wird eine Genehmigungsnummer zugeteilt. Ihre ersten beiden Ziffern (derzeit 01 entsprechend der Änderungsserie 01) geben die entsprechende Änderungsserie mit den neuesten, wichtigsten technischen Änderungen an, die zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung in die Regelung aufgenommen sind. Dieselbe Vertragspartei darf diesen alphanumerischen Code keinem anderen Bauteiltyp zuteilen.
- 7.3. Über die Erteilung, Erweiterung oder Versagung einer Genehmigung für einen Typ eines CNG- oder LNG-Bauteils nach dieser Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 2B dieser Regelung entspricht.
- 7.4. An allen Bauteilen, die einem nach dieser Regelung genehmigten Typ entsprechen, ist auf der Fläche nach Absatz 6.2 zusätzlich zu den Aufschriften nach den Absätzen 6.1 und 6.3 (CNG) bzw. 6.4 (LNG) sichtbar ein internationales Genehmigungszeichen anzubringen, bestehend aus:
- 7.4.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat ⁽¹⁾;
 - 7.4.2. der Nummer dieser Regelung, mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis nach Absatz 7.4.1. Diese Genehmigungsnummer besteht aus der Genehmigungsnummer des Bauteiltyps, die auf dem für diesen Typ ausgestellten Mitteilungsblatt (siehe Absatz 7.2 und Anhang 2B) erscheint und der zwei Ziffern vorangestellt sind, welche die laufende Nummer der letzten Änderungsserie dieser Regelung angeben.
- 7.5. Das Genehmigungszeichen muss deutlich lesbar und dauerhaft sein.
- 7.6. Anhang 2A dieser Regelung enthält Beispiele für die Anordnung des vorstehend genannten Genehmigungszeichens.

⁽¹⁾ Die Kennzahlen der Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958 finden sich in Anhang 3 der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, Annex 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

8. VORSCHRIFTEN FÜR CNG- UND/ODER LNG-BAUTEILE

8.1. Allgemeine Bestimmungen

- 8.1.1. Die speziellen Bauteile von Fahrzeugen, in deren Antriebssystem CNG und/oder LNG verwendet wird, müssen entsprechend den Vorschriften dieser Regelung ordnungsgemäß und sicher funktionieren.

Die Werkstoffe von Bauteilen, die mit CNG/LNG in Berührung kommen, müssen damit verträglich sein (siehe Anhang 5D).

Diejenigen Teile von Bauteilen, deren ordnungsgemäßes und sicheres Funktionieren durch CNG/LNG, hohen Druck oder Erschütterungen beeinträchtigt werden kann, sind den in den Anhängen dieser Regelung beschriebenen Prüfungen zu unterziehen. Insbesondere müssen CNG-Bauteile den Vorschriften der Absätze 8.2 bis 8.11 entsprechen. LNG-Bauteile müssen die Vorschriften der Absätze 8.12 bis 8.21 erfüllen.

Die speziellen Bauteile von Fahrzeugen, in deren Antriebssystem CNG/LNG verwendet wird, müssen den einschlägigen Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) der Regelung Nr. 10, Änderungsreihe 03, oder anderen gleichartigen Vorschriften entsprechen.

8.2. Vorschriften für CNG-Behälter

- 8.2.1. CNG-Behälter sind nach den Vorschriften von Anhang 3A dieser Regelung typzugenehmigen.

8.3. Vorschriften für Bauteile, die am CNG-Behälter angebracht sind

- 8.3.1. Am CNG-Behälter müssen mindestens die nachstehenden Bauteile entweder getrennt oder kombiniert angebracht sein:

8.3.1.1. handbetätigtes Ventil,

8.3.1.2. automatisches Zylinderventil,

8.3.1.3. Druckentlastungsvorrichtung,

8.3.1.4. Begrenzungseinrichtung.

- 8.3.2. Der CNG-Behälter kann, wenn nötig, ein gasdichtes Gehäuse haben.

- 8.3.3. Die in den Absätzen 8.3.1 und 8.3.2 genannten Bauteile sind nach den Vorschriften von Anhang 4 dieser Regelung typzugenehmigen.

8.4.-8.11. Bestimmungen über andere CNG-Bauteile

Die in der nachstehenden Tabelle genannten Bauteile sind nach den Vorschriften der dort genannten Anhänge typzugenehmigen.

Absatz	Bauteil	ANHANG
8.4.	Automatisches Ventil Sperr- oder Rückschlagventil Überdruckventil Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert) Überströmventil Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert)	4 A
8.5.	biegsame Kraftstoffleitung	4 B
8.6.	CNG-Filter	4C

Absatz	Bauteil	ANHANG
8.7.	Druckregler	4D
8.8.	Druck- und Temperaturfühler	4E
8.9.	Einfülleinrichtungen	4F
8.10.	Gasstromregler und Gas-Luft-Mischer, Einblasdüse oder Kraftstoffverteiler	4G
8.11.	Elektronisches Steuergerät	4H

8.12. Vorschriften für LNG-Tanks

8.12.1. LNG-Tanks sind nach den Vorschriften von Anhang 3B dieser Regelung typzugenehmigen.

8.12.2. Ein System ist vorzusehen, das dafür sorgt, dass der Kraftstoffbehälter nicht überfüllt wird.

8.13. Vorschriften für Bauteile, die am LNG-Behälter angebracht sind

8.13.1. Am LNG-Tank sind mindestens folgende Bauteile entweder separat oder zusammen anzubringen (hierbei ist der Vermeidung eines LNG-Einschlusses besonderes Augenmerk zu widmen):

8.13.1.1. Überdruckventil,

8.13.1.2. handbetätigte Ventile,

8.13.1.3. automatische Ventile,

8.13.1.4. Begrenzungseinrichtung.

8.13.2. Der Tank kann, wenn nötig, ein gasdichtes Gehäuse haben.

8.13.3. Die in den Absätzen 8.13.1.1 bis 8.13.1.4 genannten Bauteile sind nach den Vorschriften von Anhang 4 dieser Regelung typzugenehmigen.

8.14.-8.22. Vorschriften für andere LNG-Bauteile

Die in der nachstehenden Tabelle genannten Bauteile sind nach den Vorschriften der dort genannten Anhänge typzugenehmigen.

Absatz	Bauteil	ANHANG
8.15.	LNG-Wärmetauscher/Verdampfer	4I
8.16.	LNG-Einfülleinrichtung	4 J
8.17.	Druckregler	4 K
8.18.	LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler/-anzeiger	4L
8.19.	Erdgasdetektor	4M
8.20.	Automatisches Ventil, Sperrventil, Überdruckventil, Überströmventil, handbetätigtes Ventil und Rückschlagventil	4 N
8.21.	Kraftstoffpumpe	4O
8.22.	Elektronisches Steuergerät	4H

9. ÄNDERUNG DES TYPNS EINES CNG- UND/ODER LNG-BAUTEILS UND ERWEITERUNG DER GENEHMIGUNG

- 9.1. Jede Änderung eines Typs eines CNG- und/oder LNG-Bauteils ist der Behörde mitzuteilen, die die Typgenehmigung erteilt hat. Die Typgenehmigungsbehörde kann dann
- 9.1.1. entweder die Auffassung vertreten, dass die vorgenommenen Änderungen keine nennenswerte nachteilige Auswirkung haben und das Bauteil noch den Vorschriften entspricht, oder
- 9.1.2. entscheiden, dass die Prüfungen von der Typgenehmigungsbehörde ganz oder teilweise neu durchzuführen sind.
- 9.2. Die Bestätigung oder Versagung der Genehmigung ist unter Angabe der Änderungen den Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nach dem Verfahren gemäß Absatz 7.3 mitzuteilen.
- 9.3. Die Typgenehmigungsbehörde, die die Erweiterung der Genehmigung bescheinigt, teilt jedem Mitteilungsblatt über eine solche Erweiterung eine laufende Nummer zu.

10. (FREI)

11. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

Die Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion müssen den in Anlage 2 zum Übereinkommen (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) beschriebenen Verfahren entsprechen, wobei folgende Vorschriften eingehalten sein müssen:

- 11.1. Jeder CNG-Behälter ist nach den Vorschriften von Anhang 3A dieser Regelung mit einem Druck zu prüfen, der mindestens dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks entspricht.
- Jeder LNG-Tank ist nach den Vorschriften von Anhang 3 B dieser Regelung mit einem Druck zu prüfen, der mindestens dem 1,3fachen des um 0,1 MPa erhöhten Arbeitsdrucks entspricht.
- 11.2. Bei CNG-Behältern ist die Berstprüfung bei dem in Anhang 3A Anlage A Absatz A.12 genannten hydrostatischen Druck für jede Partie von höchstens 200 Behältern durchzuführen, die aus Rohmaterial aus demselben Produktionslos hergestellt sind.
- 11.3. Jeder Satz biegsamer Kraftstoffleitungen, der im Hoch- und Mitteldruckbereich (Klassen 0, 1 und 5) der Klassifizierung nach Absatz 3 dieser Regelung verwendet wird, ist bei einem Druck zu prüfen, der dem Doppelten des Arbeitsdrucks entspricht.

12. MASSNAHMEN BEI ABWEICHUNGEN IN DER PRODUKTION

- 12.1. Die für einen Bauteiltyp nach dieser Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Anforderungen des Absatzes 11 nicht erfüllt werden.
- 12.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens, die diese Regelung anwendet, eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, hat sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, hiervon mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 2B dieser Regelung entspricht.

13. (FREI)

14. ENDGÜLTIGE EINSTELLUNG DER PRODUKTION

Stellt der Inhaber der Genehmigung die Herstellung eines laut dieser Regelung genehmigten Bauteiltyps endgültig ein, so hat er hierüber die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, zu unterrichten. Die Behörde hat ihrerseits die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, hierüber mit einem Mitteilungsblatt, das dem Muster nach Anhang 2B dieser Regelung entspricht, zu unterrichten.

15. NAMEN UND ANSCHRIFTEN DER TECHNISCHEN DIENSTE, DIE DIE PRÜFUNGEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DURCHFÜHREN, UND DER TYPGENEHMIGUNGSBEHÖRDEN

Die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, teilen dem Sekretariat der Vereinten Nationen die Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörde, die Genehmigungen erteilt und der die Mitteilungsblätter über in anderen Ländern erteilte, erweiterte, versagte oder zurückgenommene Genehmigungen zu übersenden sind, mit.

TEIL II

Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich des Einbaus spezieller Bauteile eines genehmigten Typs für die Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) in ihrem Antriebssystem

16. ANTRAG AUF GENEHMIGUNG
- 16.1. Der Antrag auf Erteilung einer Genehmigung für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich des Einbaus spezieller Bauteile für die Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) in seinem Antriebssystem ist vom Fahrzeughersteller oder seinem Bevollmächtigten einzureichen.
- 16.2. Dem Antrag ist eine Beschreibung des Fahrzeugs mit allen zutreffenden Angaben nach Anhang 1B dieser Regelung in dreifacher Ausfertigung beizufügen.
- 16.3. Ein für den zu genehmigenden Typ repräsentatives Fahrzeug ist dem technischen Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt, zur Verfügung zu stellen.
17. GENEHMIGUNG
- 17.1. Ist das zur Genehmigung nach dieser Regelung vorgeführte Fahrzeug mit allen erforderlichen speziellen Bauteilen für die Verwendung von komprimiertem Erdgas (CNG) und/oder Flüssigerdgas (LNG) in seinem Antriebssystem ausgerüstet und entspricht es den Vorschriften von Absatz 18, ist die Genehmigung für den Fahrzeugtyp zu erteilen.
- 17.2. Jeder Genehmigung wird eine Genehmigungsnummer zugeteilt. Ihre ersten beiden Ziffern bezeichnen die Änderungsserie mit den neuesten, wichtigsten technischen Änderungen, die zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung in die Regelung aufgenommen sind.
- 17.3. Über die Erteilung, Versagung oder Erweiterung einer Genehmigung für einen Typ eines CNG- oder LNG-Fahrzeugs nach dieser Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 2D dieser Regelung entspricht.
- 17.4. An jedem Fahrzeug, das einem nach dieser Regelung genehmigten Typ entspricht, ist sichtbar und an gut zugänglicher Stelle, die im Genehmigungsblatt nach Absatz 17.3 anzugeben ist, ein internationales Genehmigungszeichen anzubringen, bestehend aus:
- 17.4.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat ⁽¹⁾;
- 17.4.2. der Nummer dieser Regelung, mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis nach Absatz 17.4.1.
- 17.5. Entspricht das Fahrzeug einem Typ, der auch nach einer oder mehreren anderen Regelungen zum Übereinkommen in dem Land genehmigt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, braucht das Zeichen nach Absatz 17.4.1 nicht wiederholt zu werden; in diesem Fall sind die Regelungs- und Genehmigungsnummern und die zusätzlichen Zeichen aller Regelungen, aufgrund deren die Genehmigung in dem Land erteilt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, untereinander rechts neben dem Zeichen nach Absatz 17.4.1 anzuordnen.
- 17.6. Das Genehmigungszeichen muss deutlich lesbar und dauerhaft sein.
- 17.7. Das Genehmigungszeichen ist in der Nähe des Typenschildes des Fahrzeugs oder auf diesem selbst anzugeben.
- 17.8. Anhang 2C dieser Regelung enthält Beispiele für die Anordnung des vorstehend genannten Genehmigungszeichens.
18. VORSCHRIFTEN FÜR DEN EINBAU SPEZIELLER BAUTEILE FÜR DIE VERWENDUNG VON KOMPRIMIERTEM ERDGAS UND/ODER FLÜSSIGERD GAS IM ANTRIEBSSYSTEM EINES FAHRZEUGS
- 18.1. Allgemeines
- 18.1.1. Die CNG- und/oder LNG-Anlage des Fahrzeugs muss bei dem Arbeitsdruck, für den sie ausgelegt und genehmigt ist, ordnungsgemäß und sicher funktionieren.

⁽¹⁾ Die Kennzahlen der Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958 finden sich in Anhang 3 der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, Annex 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

- 18.1.2. Alle Bauteile der Anlage müssen als Einzelteile oder multifunktionale Teile nach Teil I dieser Regelung typgenehmigt sein.
- 18.1.2.1. Unbeschadet der Bestimmungen von Nummer 18.1.2 ist keine separate Typgenehmigung des elektronischen CNG-/LNG-Steuergeräts erforderlich, wenn das elektronische CNG-/LNG-Steuergerät in das elektronische Motorsteuergerät integriert ist und von einer Fahrzeuganlagen-Typgenehmigung nach Teil II dieser Regelung und nach der Regelung Nr. 10 abgedeckt wird. Die Fahrzeugtypgenehmigung muss zudem nach den zutreffenden Vorschriften von Anhang 4H dieser Regelung erfolgen.
- 18.1.3. Die in der Anlage verwendeten Werkstoffe müssen zur Verwendung mit CNG und/oder LNG geeignet sein.
- 18.1.4. Alle Bauteile der Anlage müssen sicher befestigt sein.
- 18.1.5. Die unter Arbeitsdruck stehende CNG- und/oder LNG-Anlage ist mit einem oberflächenaktiven Stoff, in dem sich drei Minuten lang keine Blasen bilden dürfen, oder nach einem erwiesenermaßen gleichwertigen Verfahren auf Dichtigkeit zu prüfen.
- 18.1.6. Die CNG- und/oder LNG-Anlage muss so eingebaut sein, dass sie bestmöglich gegen Beschädigungen geschützt ist, die etwa durch bewegliche Fahrzeugteile, durch einen Zusammenstoß, durch Streugut, beim Be- und Entladen des Fahrzeugs oder durch Verrutschen der Ladung entstehen.
- 18.1.7. An die CNG- und/oder LNG-Anlage dürfen nur die Geräte angeschlossen werden, die für den ordnungsgemäßen Betrieb des Fahrzeugmotors unbedingt erforderlich sind.
- 18.1.7.1. Ungeachtet der Vorschriften des Absatzes 18.1.7 können Fahrzeuge mit einer an die CNG- und/oder LNG-Anlage angeschlossenen Heizanlage zur Beheizung des Innenraums oder des Laderaums ausgerüstet sein.
- 18.1.7.2. Eine Heizanlage nach Absatz 18.1.7.1 ist zulässig, wenn sie nach Ansicht des technischen Dienstes, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt, ausreichend geschützt ist und der vorschriftsmäßige Betrieb der normalen CNG- und/oder LNG-Anlage nicht gestört wird.
- 18.1.8. Identifizierung von Fahrzeugen mit CNG- und/oder LNG-Antrieb
- 18.1.8.1. Fahrzeuge der Klassen M₂ und M₃, die mit einer CNG-Anlage ausgerüstet sind, müssen mit einem Schild nach den Vorschriften des Anhangs 6 versehen sein.
- 18.1.8.2. Fahrzeuge der Klassen M₂ und M₃, die mit einer LNG-Anlage ausgerüstet sind, müssen mit einem Schild nach den Vorschriften des Anhangs 7 versehen sein.
- 18.1.8.3. Das Schild ist an der Front und am Heck von Fahrzeugen der Klasse M₂ oder M₃ und an der Außenseite der rechten (Fahrzeuge mit Lenkslenkung) bzw. linken Tür (Fahrzeuge mit Rechtslenkung) anzubringen.
- 18.1.8.4. Ein Schild mit den Betankungsvorschriften ist neben der LNG-Einfülleinrichtung anzubringen. Die Betankungsvorschriften richten sich nach der Empfehlung des Herstellers.
- 18.2. Weitere Anforderungen
- 18.2.1. Kein Bauteil der CNG- und/oder LNG-Anlage einschließlich der Schutzmaterialien, die Bestandteil solcher Bauteile sind, darf über die Fahrzeugaußenfläche hinausragen; dies gilt nicht für die Einfülleinrichtung, wenn sie um nicht mehr als 10 mm über ihren Befestigungspunkt hinausragt.
- 18.2.2. Es ist auf einen angemessenen Schutz gegen die Wärme angrenzender Bauteile zu achten, wobei sämtliche Bauteile der CNG- und/oder LNG-Anlage mindestens 100 mm vom Auspuff oder ähnlichen Wärmequellen entfernt liegen müssen, es sei denn sie verfügen über einen angemessenen Hitzeschutz.
- 18.3. Die CNG-Anlage
- 18.3.1. Eine CNG-Anlage muss mindestens folgende Bauteile umfassen:
- 18.3.1.1. Behälter oder Zylinder,
- 18.3.1.2. Druckanzeiger oder Kraftstoffstandanzeiger,
- 18.3.1.3. Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert),

- 18.3.1.4. automatisches Zylinderventil,
- 18.3.1.5. handbetätigtes Ventil,
- 18.3.1.6. Druckregler,
- 18.3.1.7. Gasstromregler,
- 18.3.1.8. Begrenzungseinrichtung,
- 18.3.1.9. Gasversorgungseinrichtungen,
- 18.3.1.10. Einfüllleinrichtung,
- 18.3.1.11. biegsame Kraftstoffleitungen,
- 18.3.1.12. starre Kraftstoffleitungen,
- 18.3.1.13. elektronische Steuergeräte,
- 18.3.1.14. Verbindungsteile,
- 18.3.1.15. gasdichtes Gehäuse für die Bauteile, die in den Gepäckraum und den Innenraum eingebaut sind. Ist das gasdichte Gehäuse so beschaffen, dass es bei einem Brand zerstört würde, kann es die Druckentlastungsvorrichtung einschließen.
- 18.3.2. Eine CNG-Anlage kann außerdem folgende Bauteile umfassen:
 - 18.3.2.1. Rückschlag- oder Sperrventile,
 - 18.3.2.2. Überdruckventil,
 - 18.3.2.3. CNG-Filter,
 - 18.3.2.4. Druck- und/oder Temperaturfühler,
 - 18.3.2.5. Kraftstoffwahlsystem und elektrische Anlage,
 - 18.3.2.6. Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert),
 - 18.3.2.7. Kraftstoffverteiler.
- 18.3.3. Ein zusätzliches automatisches Ventil kann mit dem Druckregler kombiniert sein.
- 18.3.4. Eine LNG-Anlage muss mindestens folgende Bauteile umfassen:
 - 18.3.4.1. LNG-Tanks oder Behälter,
 - 18.3.4.2. LNG-Wärmetauscher/Verdampfer,
 - 18.3.4.3. LNG-Überdruckventil,
 - 18.3.4.4. LNG-Entlüftungssystem,
 - 18.3.4.5. LNG-Behälter,
 - 18.3.4.6. LNG-Überströmventil (Begrenzungseinrichtung),
 - 18.3.4.7. LNG-Ventil (handbetätigt),
 - 18.3.4.8. LNG-Kraftstoffleitung,
 - 18.3.4.9. LNG-Kupplungen,
 - 18.3.4.10. LNG-Sperr- oder Rückschlagventil,
 - 18.3.4.11. LNG Druck- oder Kraftstoffstandanzeiger,

- 18.3.4.12. elektronisches Steuergerät,
- 18.3.4.13. Erdgas-Detektor oder gasdichtes Gehäuse für Fahrzeuge der Klasse M.
- 18.3.5. Eine LNG-Anlage kann außerdem folgende Bauteile umfassen:
- 18.3.5.1. LNG-Druckregler,
- 18.3.5.2. LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler,
- 18.3.5.3. LNG-Kraftstoffpumpe,
- 18.3.5.4. LNG-Füllmengenanzeiger,
- 18.3.5.5. automatisches LNG-Ventil,
- 18.3.5.6. Erdgasdetektoren,
- 18.3.5.7. gasdichtes Gehäuse.
- 18.3.6. Unterhalb des Wärmetauschers/Verdampfers (gasförmige Phase) gelegene Bauteile von LNG-Fahrzeugen gelten als CNG-Bauteile.
- 18.4. Einbau des Behälters und/oder Tanks
- 18.4.1. Der Behälter und/oder Tank muss dauerhaft in das Fahrzeug eingebaut sein, darf aber nicht in den Motorraum eingebaut sein.
- 18.4.2. Der Behälter und/oder Tank muss so eingebaut sein, dass außer an seinen Befestigungspunkten kein Metall mit Metall in Berührung kommt.
- 18.4.3. In betriebsbereitem Zustand des Fahrzeugs muss sich der Kraftstoffbehälter und/oder -tank mindestens 200 mm über der Fahrbahnoberfläche befinden.
- 18.4.3.1. Die Vorschriften des Absatzes 18.4.3 gelten nicht, wenn der Behälter und/oder Tank vorn und an den Seiten ausreichend geschützt ist und kein Teil von ihm nach unten über die Schutzvorrichtung hinausragt.
- 18.4.4. Die Kraftstoffbehälter und/oder -tanks müssen so eingebaut und befestigt sein, dass die nachstehend angegebenen Beschleunigungen ohne Beschädigung aufgenommen werden können, wenn die Behälter und/oder Tanks voll sind.
- Fahrzeuge der Klassen M_1 und N_1 :
- a) 20 g in Fahrtrichtung,
- b) 8 g horizontal, rechtwinklig zur Fahrtrichtung.
- Fahrzeuge der Klassen M_2 und N_2 :
- a) 10 g in Fahrtrichtung,
- b) 5 g horizontal, rechtwinklig zur Fahrtrichtung.
- Fahrzeuge der Klassen M_3 und N_3 :
- a) 6,6 g in Fahrtrichtung,
- b) 5 g horizontal, rechtwinklig zur Fahrtrichtung.
- Anstelle der praktischen Prüfungen kann ein Berechnungsverfahren angewandt werden, wenn der Antragsteller dem technischen Dienst dessen Gleichwertigkeit nachweist.
- 18.5. An den CNG-Behältern angebrachte Zubehörteile
- 18.5.1. Automatisches Zylinderventil
- 18.5.1.1. Ein automatisches Zylinderventil ist direkt an jedem CNG-Behälter anzubringen.

- 18.5.1.2. Das automatische Zylinderventil muss so arbeiten, dass unabhängig von der Stellung des Zündschalters die Kraftstoffzufuhr gesperrt wird, wenn der Motor abgestellt wird, und es muss geschlossen bleiben, solange der Motor nicht läuft. Eine Verzögerung von 2 Sekunden für die Erkennung ist zulässig.
- 18.5.1.3. Unbeschadet der Bestimmungen von Absatz 18.5.1.2 kann das automatische Zylinderventil in den automatischen Ausschaltphasen in geöffneter Stellung bleiben.
- 18.5.1.4. Wird das automatische Zylinderventil in den automatischen Ausschaltphasen geschlossen, muss es Anhang 4A Absatz 2.2.4 entsprechen.
- 18.5.2. Druckentlastungsvorrichtung
- 18.5.2.1. Die Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert) muss so an den CNG-Kraftstoffbehältern angebracht sein, dass Kraftstoff in das gasdichte Gehäuse austreten kann, wenn dieses den Vorschriften von Absatz 18.5.5 entspricht.
- 18.5.3. Überströmventil am CNG-Behälter
- 18.5.3.1. Die Begrenzungseinrichtung muss im CNG-Kraftstoffbehälter am automatischen Zylinderventil angebracht sein.
- 18.5.4. Handbetätigtes Ventil
- 18.5.4.1. Ein handbetätigtes Ventil ist am CNG-Zylinder fest anzubringen; es kann in das automatische Ventil am Behälter integriert sein.
- 18.5.5. Gasdichtes Gehäuse an den CNG-Behältern
- 18.5.5.1. Am CNG-Kraftstoffbehälter muss über den CNG-Behälterverbindungen ein gasdichtes Gehäuse angebracht sein, das den Vorschriften der Absätze 18.5.5.2 bis 18.5.5.5 entspricht, wenn der CNG-Behälter nicht außen am Fahrzeug angebracht ist.
- 18.5.5.2. Das gasdichte Gehäuse muss eine ständig offene Verbindung zur Außenluft haben, welche gegebenenfalls mit einem Verbindungsschlauch und einer Durchführung zu schaffen ist, die gegen CNG beständig sein müssen.
- 18.5.5.3. Die Entlüftungsöffnung des gasdichten Gehäuses darf nicht in einen Radkasten münden und nicht auf eine Wärmequelle wie den Auspuff gerichtet sein.
- 18.5.5.4. Verbindungsschläuche und Durchführungen an der Unterseite des Fahrzeugaufbaus zur Entlüftung des gasdichten Gehäuses müssen einen freien Querschnitt von mindestens 450 mm² haben.
- 18.5.5.5. Das Gehäuse über den CNG-Behälterverbindungen und Verbindungsschläuchen muss bei einem Druck von 10 kPa gasdicht sein, ohne dass bleibende Verformungen auftreten. Eine Leckrate von nicht mehr als 100 cm³ in der Stunde ist hierbei zulässig.
- 18.5.5.6. Der Verbindungsschlauch muss mit Klemmschellen oder anderen Befestigungsmitteln an dem gasdichten Gehäuse und der Durchführung fest angebracht sein, damit ein gasdichter Anschluss erreicht wird.
- 18.5.5.7. Alle in den Gepäck- oder Innenraum eingebauten Bauteile müssen sich in dem gasdichten Gehäuse befinden.
- 18.5.6. Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert)
- 18.5.6.1. Die Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert) muss unabhängig von der Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert) ausgelöst werden und das Gas ableiten.
- 18.5.6.2. Die Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert) muss so an den Kraftstoffbehältern angebracht sein, dass Kraftstoff in das gasdichte Gehäuse austreten kann, wenn es den Vorschriften des Absatzes 18.5.5 entspricht.

- 18.6. An den LNG-Tanks angebrachte Zubehörteile
- 18.6.1. Automatisches Ventil
- 18.6.1.1. Ein automatisches Ventil muss direkt an jedem LNG-Tank (an einer geschützten Stelle) in der Kraftstoffversorgungsleitung angebracht sein.
- 18.6.1.2. Das automatische Zylinderventil muss so arbeiten, dass unabhängig von der Stellung des Zündschalters die Kraftstoffzufuhr gesperrt wird, wenn der Motor abgestellt wird, und es muss geschlossen bleiben, solange der Motor nicht läuft. Eine Verzögerung von 2 Sekunden für die Erkennung ist zulässig.
- 18.6.1.3. Unbeschadet der Bestimmungen von Absatz 18.6.1.2 kann das automatische Ventil in den automatischen Ausschaltphasen in geöffneter Stellung bleiben.
- 18.6.1.4. Wird das automatische Ventil in den automatischen Ausschaltphasen geschlossen, muss es Anhang 4A Absatz 2.2.4 entsprechen.
- 18.6.2. Überströmventil
- Das Überströmventil kann im Inneren des LNG-Tanks oder direkt am Tank (an einer geschützten Stelle) angebracht sein.
- 18.6.3. Überdruckventil (primär)
- Der Auslass des primären Überdruckventils muss mit einem offen endenden Ableitungssystem verbunden sein, damit ausströmendes Gas auf ein hohes Niveau abgeleitet wird. Es ist darauf zu achten, dass die Ableitung nicht blockiert werden oder einfrieren darf. Das primäre LNG-Überdruckventil darf nicht in das gasdichte Gehäuse (falls vorhanden) entlüften.
- 18.6.4. Überdruckventil (sekundär)
- Beim sekundären Überdruckventil darf das Gas direkt aus dem Auslass ausströmen. Es ist darauf zu achten, dass es vor dem Eindringen von Wasser und vor Beschädigung geschützt ist. Der Auslass des sekundären Überdruckventils darf nicht mit demselben Ableitungssystem verbunden sein wie das primäre Überdruckventil. Das sekundäre LNG-Überdruckventil darf nicht in das gasdichte Gehäuse (falls vorhanden) entlüften.
- 18.6.5. Handbetätigtes Absperrventil
- Das handbetätigte Absperrventil ist direkt am LNG-Tank (an einer geschützten Stelle) anzubringen. Es sollte leicht zugänglich sein. Das handbetätigte Kraftstoff-Absperrventil kann in das automatische Ventil integriert sein.
- 18.6.6. Handbetätigtes Dampf-Absperrventil
- Das handbetätigte Dampf-Absperrventil ist direkt am LNG-Tank (an einer geschützten Stelle) anzubringen. Es sollte leicht zugänglich sein.
- 18.6.7. Entlüftungsleitung oder -anschluss
- Die Entlüftungsleitung oder der Entlüftungsanschluss kann im oder am LNG-Tank (an einer geschützten Stelle) angebracht sein. Die Vorrichtung sollte leicht zugänglich sein. Der Entlüftungsanschluss muss bei den in Anhang 5O für den Arbeitsdruck des LNG-Tanks angegebenen Temperaturen funktionsfähig sein.
- 18.6.8. Entlüftungs-Managementsystem
- Das primäre Überdruckventil muss über Rohrleitungen mit einem auf ein hohes Niveau reichenden Entlüftungskamin verbunden sein. Der Auslass des primären und der des sekundären Überdruckventils müssen vor Verschmutzung, Aufprall von Gegenständen, Schnee, Eis und/oder Wasser geschützt sein. Der Entlüftungskamin muss so bemessen sein, dass ein Druckabfall nicht zu einer Beschränkung des Durchflusses führt. Gas aus dem Entlüftungskamin oder dem sekundären Überdruckventil darf nicht auf umschlossene Bereiche, andere Fahrzeuge, außen angebrachte Systeme mit Lufteinlass (z. B. Klimaanlage), Motor-Ansaugöffnungen oder den Auspuff auftreffen. Bei Doppeltanks können die Rohrleitungen des Auslasses der primären Überdruckventile der einzelnen Tanks zu einem gemeinsamen Entlüftungskamin führen.

- 18.7. Starre und biegsame Kraftstoffleitungen
- 18.7.1. Starre CNG-Kraftstoffleitungen müssen aus nahtlosem Material bestehen; dies kann rostfreier Stahl oder Stahl mit einem korrosionsbeständigen Überzug sein.
 - 18.7.1.1. Starre LNG-Kraftstoffleitungen müssen aus austenitischem rostfreien Stahl oder Kupfer bestehen und entweder nahtlos oder geschweißt sein.
- 18.7.2. Die starre CNG-Kraftstoffleitung kann durch eine biegsame Kraftstoffleitung ersetzt werden, wenn sie unter den Bedingungen der Klasse 0, 1 oder 2 verwendet wird.
 - 18.7.2.1. Die starre LNG-Kraftstoffleitung kann durch eine biegsame Kraftstoffleitung ersetzt werden, wenn sie unter den Bedingungen der Klasse 5 verwendet wird.
- 18.7.3. Biegsame CNG- und LNG-Kraftstoffleitungen müssen den einschlägigen Anforderungen von Anhang 4B dieser Regelung entsprechen.
- 18.7.4. Starre Kraftstoffleitungen müssen so befestigt sein, dass sie keiner Erschütterung oder mechanischen Beanspruchung ausgesetzt sind.
- 18.7.5. Biegsame CNG- oder LNG-Kraftstoffleitungen müssen so befestigt sein, dass sie keiner Erschütterung oder mechanischen Beanspruchung ausgesetzt sind.
- 18.7.6. Am Befestigungspunkt muss die biegsame oder starre Kraftstoffleitung so angebracht sein, dass Metall nicht mit Metall in Berührung kommt.
- 18.7.7. Starre und biegsame Kraftstoffleitungen dürfen sich nicht an Wagenheberansatzpunkten befinden.
- 18.7.8. An Durchführungen müssen Kraftstoffleitungen mit Schutzmaterial versehen sein.
- 18.7.9. LNG-Kraftstoffleitungen sind in Bereichen, in denen niedrige Temperaturen andere Bauteile beschädigen und/oder Menschen verletzen können, zu isolieren oder zu schützen.
- 18.8. Verbindungsteile oder Gasanschlussstücke zwischen den Bauteilen
 - 18.8.1. Löt- und Pressverbindungen sind bei CNG nicht zulässig. Bei LNG sind Pressverbindungen nicht zulässig.
 - 18.8.2. Rohre aus nicht rostendem Stahl dürfen nur durch Verbindungsteile aus nicht rostendem Stahl miteinander verbunden werden.
 - 18.8.3. Verteilerblöcke für CNG müssen aus korrosionsbeständigem Werkstoff bestehen.
 - 18.8.4. Bei starren Kraftstoffleitungen sind geeignete Verbindungen zu verwenden, z. B. zweiteilige Pressverbindungen in Stahlrohren mit Dichtkegeln auf beiden Seiten.
 - 18.8.5. Die Zahl der Verbindungen muss möglichst gering sein.
 - 18.8.6. Alle Verbindungen müssen sich an Stellen befinden, an denen sie überprüft werden können.
 - 18.8.7. In einem Fahrgastraum oder in einem geschlossenen Gepäckraum dürfen Kraftstoffleitungen nur so lang wie unbedingt nötig sein und müssen in jedem Fall durch ein gasdichtes Gehäuse geschützt sein.
 - 18.8.7.1. Die Vorschriften von Absatz 18.8.7 gelten nicht für Fahrzeuge der Klasse M₂ oder M₃, wenn die Kraftstoffleitungen und Verbindungen mit einer Ummantelung versehen sind, die gegen CNG beständig ist und eine ständig offene Verbindung zur Außenluft hat.
- 18.9. Automatisches Ventil
 - 18.9.1. Bei CNG-Anlagen kann ein zusätzliches automatisches Ventil möglichst nah am Druckregler in die Kraftstoffleitung eingesetzt werden.
 - 18.9.2. In LNG-Anlagen ist ein automatisches Ventil unterhalb des Verdampfers und so nah wie möglich an ihm einzusetzen.

- 18.10. Einfüllleinrichtungen
- 18.10.1. Die Einfüllleinrichtung muss gegen Verdrehen gesichert und gegen Schmutz und Wasser geschützt sein.
- 18.10.2. Ist der CNG-/LNG-Behälter oder -Tank im Fahrgastraum oder in einem geschlossenen (Gepäck-)Raum eingebaut, muss sich die Einfüllleinrichtung außen am Fahrzeug oder im Motorraum befinden.
- 18.10.3. Bei Fahrzeugen der Klassen M₁ und N₁ muss die CNG-Einfüllleinrichtung den Angaben in Anhang 4F Abbildung 1 entsprechen.
- 18.10.4. Bei Fahrzeugen der Klassen M₂, M₃, N₂ und N₃ muss die CNG-Einfüllleinrichtung den Angaben in Anhang 4F Abbildung 1 oder 2 oder den Angaben in Anhang 4F Abbildung 1 (nur CNG) entsprechen.
- 18.11. Kraftstoffwahlsystem und elektrische Anlage
- 18.11.1. Die elektrischen Bauteile der CNG-/LNG-Anlage müssen gegen Überlastung geschützt sein.
- 18.11.2. Fahrzeuge mit mehr als nur einem Kraftstoffsystem müssen mit einem Kraftstoffwahlsystem ausgestattet sein, das sowohl ein Eindringen von gasförmigem Kraftstoff in den Benzin- oder Dieseltank als auch ein Eindringen von Benzin oder Diesel in den Tank für gasförmigen Kraftstoff verhindert, und zwar auch bei einer Störung des Kraftstoffwahlsystems.
- 18.11.3. Die entsprechenden Maßnahmen sind bei der Typgenehmigung nachzuweisen.
- 18.11.4. Die elektrischen Verbindungen und Bauteile in dem gasdichten Gehäuse müssen so beschaffen sein, dass keine Funken entstehen.
- 18.12. Die LNG-Anlagen müssen so ausgelegt sein, dass ein LNG-Einschluss verhindert wird.
- 18.13. Die LNG-Anlage in Fahrzeugen der Klasse M muss mit einem Erdgasdetektor und/oder einem gasdichten Gehäuse ausgestattet sein. Die LNG-Anlage in Fahrzeugen der Klasse N kann mit einem Erdgasdetektor ausgerüstet sein, wenn der Kraftstofftank und die dazugehörigen Rohrleitungen außerhalb des Fahrzeugs angebracht sind, ohne dass ein Einschluss von Gas (siehe Absatz 18.12) möglich ist. Wenn der Kraftstofftank im Ladebereich eines Fahrzeugs der Klasse N untergebracht ist, muss dieses mit einem Erdgasdetektor und/oder einem gasdichten Gehäuse ausgerüstet sein.
19. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION
- 19.1. Die Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion müssen den in Anlage 2 zum Übereinkommen (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) beschriebenen Verfahren entsprechen.
20. MASSNAHMEN BEI ABWEICHUNGEN IN DER PRODUKTION
- 20.1. Die für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Anforderungen des Absatzes 18 nicht erfüllt werden.
- 20.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens, die diese Regelung anwendet, eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, hat sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, hiervon mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 2D dieser Regelung entspricht.
21. ÄNDERUNG DES FAHRZEUGTYPES UND ERWEITERUNG DER GENEHMIGUNG
- 21.1. Jede Änderung des Einbaus der speziellen Bauteile für die Verwendung von komprimiertem Erdgas und/oder Flüssigerdgas im Antriebssystem des Fahrzeugs ist der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen, die die Genehmigung für den Fahrzeugtyp erteilt hat. Die Typgenehmigungsbehörde kann dann
- 21.1.1. die Auffassung vertreten, dass die vorgenommenen Änderungen keine nennenswerte nachteilige Auswirkung haben und das Fahrzeug in jedem Fall noch den Vorschriften entspricht, oder

- 21.1.2. vom technischen Dienst, der die Prüfungen durchführt, einen neuen Prüfbericht anfordern.
- 21.2. Die Bestätigung oder Versagung der Genehmigung ist den Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, unter Angabe der Änderung mit einem Mitteilungsblatt mitzuteilen, das dem Muster in Anhang 2D dieser Regelung entspricht.
- 21.3. Die Typgenehmigungsbehörde, die die Erweiterung der Genehmigung bescheinigt, teilt dieser Erweiterung eine laufende Nummer zu und unterrichtet hierüber die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt, das dem Muster in Anhang 2D dieser Regelung entspricht.
22. ENDGÜLTIGE EINSTELLUNG DER PRODUKTION
- Stellt der Inhaber der Genehmigung die Herstellung eines laut dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyps endgültig ein, so hat er hierüber die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, zu unterrichten. Nach Erhalt der entsprechenden Mitteilung hat diese Behörde die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, hiervon mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 2D dieser Regelung entspricht.
23. NAMEN UND ANSCHRIFTEN DER TECHNISCHEN DIENSTE, DIE DIE PRÜFUNGEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DURCHFÜHREN, UND DER TYPGENEHMIGUNGSBEHÖRDEN
- Die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, teilen dem Sekretariat der Vereinten Nationen die Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden, die Genehmigungen erteilen und denen die Mitteilungsblätter über in anderen Ländern erteilte, erweiterte, versagte oder zurückgenommene Genehmigungen zu übersenden sind, mit.
24. ÜBERGANGSBESTIMMUNGEN
- 24.1. Nach dem offiziellen Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 01 darf keine Vertragspartei, die diese Regelung anwendet, die Erteilung oder Anerkennung von Genehmigungen nach dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung versagen.
- 24.2. Nach Ablauf einer Frist von 12 Monaten nach dem Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 01 zu dieser Regelung dürfen die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, Genehmigungen nur dann erteilen, wenn der zu genehmigende Bauteiltyp den Vorschriften von Teil I dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung entspricht.
- 24.3. Typgenehmigungen von Bauteilen außer Kraftstoffverteiltern gemäß der Definition in Absatz 4.72, die nach der ursprünglichen Fassung dieser Regelung erteilt wurden, bleiben gültig und sind zum Zweck des Einbaus der Bauteile in Fahrzeuge anzuerkennen.
- 24.4. Nach Ablauf einer Frist von 18 Monaten nach dem Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 01 zu dieser Regelung dürfen die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, Genehmigungen nur dann erteilen, wenn der zu genehmigende Fahrzeugtyp den Vorschriften von Teil II dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung entspricht.
- 24.5. Bis zu 12 Monate nach dem Inkrafttreten der Änderungsserie 01 zu dieser Regelung können Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, weiterhin Genehmigungen für Bauteiltypen nach der ursprünglichen Fassung dieser Regelung erteilen, ohne die Bestimmungen der Änderungsserie 01 zu berücksichtigen.
- 24.6. Bis zu 18 Monate nach dem Inkrafttreten der Änderungsserie 01 zu dieser Regelung können Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, weiterhin Genehmigungen für Fahrzeugtypen nach der ursprünglichen Fassung dieser Regelung erteilen, ohne die Bestimmungen der Änderungsserie 01 zu berücksichtigen.
- 24.7. Unbeschadet der Bestimmungen der Absätze 24.5 und 24.6 dürfen die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, die Erweiterung von Typgenehmigungen für existierende Bauteil- oder Fahrzeugtypen, die nach dieser Regelung ohne Berücksichtigung der Vorschriften der Änderungsserie 01 zu dieser Regelung erteilt wurden, nicht verweigern.
-

ANHANG 1A

WESENTLICHE MERKMALE DER CNG-/LNG-BAUTEILE

1. (frei)
- 1.2.4.5.1. Beschreibung des Systems:
- 1.2.4.5.2. CNG-Druckregler: ja/nein ⁽¹⁾
 - 1.2.4.5.2.1. Marken:
 - 1.2.4.5.2.2. Typen:
 - 1.2.4.5.2.5. Zeichnungen:
 - 1.2.4.5.2.6. Anzahl der Haupteinstellpunkte:
 - 1.2.4.5.2.7. Beschreibung des Einstellprinzips durch die Haupteinstellpunkte:
 - 1.2.4.5.2.8. Anzahl der LeerlaufEinstellpunkte:
 - 1.2.4.5.2.9. Beschreibung der Einstellprinzipien durch die LeerlaufEinstellpunkte:
 - 1.2.4.5.2.10. Weitere Einstellmöglichkeiten: Wenn ja, welche? (Beschreibung und Zeichnungen):
 - 1.2.4.5.2.11. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
 - 1.2.4.5.2.12. Werkstoff:
 - 1.2.4.5.2.13. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.3. CNG-Gas-Luft-Mischer: ja/nein ⁽¹⁾
 - 1.2.4.5.3.1. Zahl:
 - 1.2.4.5.3.2. Marken:
 - 1.2.4.5.3.3. Typen:
 - 1.2.4.5.3.4. Zeichnungen:
 - 1.2.4.5.3.5. Einstellmöglichkeiten:
 - 1.2.4.5.3.6. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
 - 1.2.4.5.3.7. Werkstoff:
 - 1.2.4.5.3.8. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.4. CNG-Gasstromregler: ja/nein ⁽¹⁾
 - 1.2.4.5.4.1. Zahl:
 - 1.2.4.5.4.2. Marken:
 - 1.2.4.5.4.3. Typen:
 - 1.2.4.5.4.4. Zeichnungen:
 - 1.2.4.5.4.5. Einstellmöglichkeiten (Beschreibung):
 - 1.2.4.5.4.6. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa

- 1.2.4.5.4.7. Werkstoff:
- 1.2.4.5.4.8. Betriebstemperaturen (°): °C
- 1.2.4.5.5. CNG-Gaseinblasdüsen: ja/nein (¹)
- 1.2.4.5.5.1. Marken:
- 1.2.4.5.5.2. Typen:
- 1.2.4.5.5.3. Kennzeichnung:
- 1.2.4.5.5.4. Arbeitsdrücke (²): kPa
- 1.2.4.5.5.5. Einbauzeichnungen:
- 1.2.4.5.5.6. Werkstoff:
- 1.2.4.5.5.7. Betriebstemperaturen (°): °C
- 1.2.4.5.6. Elektronisches Steuergerät (CNG und/oder LNG): ja/nein (¹)
- 1.2.4.5.6.1. Marken:
- 1.2.4.5.6.2. Typen:
- 1.2.4.5.6.3. Einstellmöglichkeiten:
- 1.2.4.5.6.4. Grundlegende Softwareprinzipien:
- 1.2.4.5.6.5. Betriebstemperaturen (°): °C
- 1.2.4.5.7. CNG-Behälter oder Zylinder: ja/nein (¹)
LNG-Tanks oder Behälter: ja/nein (¹)
- 1.2.4.5.7.1. Marken:
- 1.2.4.5.7.2. Typen (mit Zeichnungen):
- 1.2.4.5.7.3. Rauminhalt: Liter
- 1.2.4.5.7.4. Zeichnungen für den Einbau des Behälters/Tanks:
- 1.2.4.5.7.5. Abmessungen:
- 1.2.4.5.7.6. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8. Zubehör des CNG-Behälters/LNG-Tanks
- 1.2.4.5.8.1. Druckanzeiger: ja/nein (¹)
- 1.2.4.5.8.1.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.1.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.1.3. Arbeitsprinzip: über Schwimmer/anderes Prinzip (¹) (mit Beschreibung oder Zeichnungen)
- 1.2.4.5.8.1.4. Arbeitsdrücke (²): MPa
- 1.2.4.5.8.1.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.3.1.6. Betriebstemperaturen (°): °C
- 1.2.4.5.8.2. Überdruckventil (Abblasventil): ja/nein (¹)
- 1.2.4.5.8.2.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.2.2. Typen:

- 1.2.4.5.8.2.3. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.2.5. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.3. Automatisches Zylinderventil
- 1.2.4.5.8.3.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.3.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.3.3. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.3.5. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.4. Überströmventil: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.4.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.4.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.4.3. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.4.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.4.5. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.5. gasdichtes Gehäuse: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.5.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.5.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.5.3. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.5.5. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.6. Handbetätigtes Ventil: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.6.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.6.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.6.3. Zeichnungen:
- 1.2.4.5.8.6.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.6.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.6.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.9. Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert): ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.9.1. Marken:
- 1.2.4.5.9.2. Typen:
- 1.2.4.5.9.3. Beschreibung und Zeichnungen:
- 1.2.4.5.9.4. Auslösetemperatur ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.9.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.9.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C

- 1.2.4.5.10. Einfüllleinrichtung: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.10.1. Marken:
- 1.2.4.5.10.2. Typen:
- 1.2.4.5.10.3. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.10.4. Beschreibung und Zeichnungen:
- 1.2.4.5.10.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.10.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.11. Biegsame Kraftstoffleitungen: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.11.1. Marken:
- 1.2.4.5.11.2. Typen:
- 1.2.4.5.11.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.11.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.11.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.11.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.12. Druck- und Temperaturfühler: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.12.1. Marken:
- 1.2.4.5.12.2. Typen:
- 1.2.4.5.12.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.12.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.12.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.12.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.13. CNG-Filter: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.13.1. Marken:
- 1.2.4.5.13.2. Typen:
- 1.2.4.5.13.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.13.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.13.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.13.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.14. Rückschlag- oder Sperrventile: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.14.1. Marken:
- 1.2.4.5.14.2. Typen:
- 1.2.4.5.14.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.14.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.14.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.14.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C

- 1.2.4.5.15. Anschluss an die CNG-/LNG-Anlage für die Heizanlage: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.15.1. Marken:
- 1.2.4.5.15.2. Typen:
- 1.2.4.5.15.3. Beschreibung und Einbauzeichnungen
- 1.2.4.5.16. Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert): ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.16.1. Marken:
- 1.2.4.5.16.2. Typen:
- 1.2.4.5.16.3. Beschreibung und Zeichnungen:
- 1.2.4.5.16.4. Auslösedruck ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.16.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.16.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.17. Kraftstoffverteiler: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.17.1. Marken:
- 1.2.4.5.17.2. Typen:
- 1.2.4.5.17.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.17.4. Arbeitsdruck ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.17.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.17.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.18. Wärmetauscher/Verdampfer: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.18.1. Marken:
- 1.2.4.5.18.2. Zeichnungen:
- 1.2.4.5.18.3. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.18.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.18.5. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.19. Erdgasdetektor: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.19.1. Marken:
- 1.2.4.5.19.2. Typen
- 1.2.4.5.19.3. Zeichnungen:
- 1.2.4.5.19.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.19.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.19.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.19.7. Einstellwerte:
- 1.2.4.5.20. LNG-Einfüllrichtungen: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.20.1. Marken:
- 1.2.4.5.20.2. Typen:

- 1.2.4.5.20.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.20.4. Arbeitsdrücke (?): kPa
- 1.2.4.5.20.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.21. LNG-Druckregler: ja/nein (!)
- 1.2.4.5.21.1. Marken:
- 1.2.4.5.21.2. Typen:
- 1.2.4.5.21.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.21.4. Arbeitsdrücke (?): kPa
- 1.2.4.5.21.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.22. LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler: ja/nein (!)
- 1.2.4.5.22.1. Marken:
- 1.2.4.5.22.2. Typen:
- 1.2.4.5.22.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.22.4. Arbeitsdrücke (?): kPa
- 1.2.4.5.22.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.23. LNG-Ventile (handbetätigt): ja/nein (!)
- 1.2.4.5.23.1. Marken:
- 1.2.4.5.23.2. Typen:
- 1.2.4.5.23.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.23.4. Arbeitsdrücke (?): kPa
- 1.2.4.5.23.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.24. LNG-Ventile (automatisch): ja/nein (!)
- 1.2.4.5.24.1. Marken:
- 1.2.4.5.24.2. Typen:
- 1.2.4.5.24.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.24.4. Arbeitsdrücke (?): kPa
- 1.2.4.5.24.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.25. LNG-Rückschlagventile: ja/nein (!)
- 1.2.4.5.25.1. Marken:
- 1.2.4.5.25.2. Typen:
- 1.2.4.5.25.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.25.4. Arbeitsdrücke (?): kPa
- 1.2.4.5.25.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.26. LNG-Überdruckventile: ja/nein (!)
- 1.2.4.5.26.1. Marken:

- 1.2.4.5.26.2. Typen:
- 1.2.4.5.26.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.26.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.26.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.27. LNG-Überströmventile: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.27.1. Marken:
- 1.2.4.5.27.2. Typen:
- 1.2.4.5.27.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.27.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.27.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.28. LNG-Kraftstoffpumpen: ja/nein ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.28.1. Marken:
- 1.2.4.5.28.2. Typen:
- 1.2.4.5.28.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.28.4. Arbeitsdrücke ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.28.5. Anbringung innerhalb/außerhalb des LNG-Tanks ⁽¹⁾:
- 1.2.4.5.28.6. Betriebstemperaturen ⁽²⁾: °C
- 1.2.5. Kühlsystem (Flüssigkeits-/Luftkühlung) ⁽¹⁾
- 1.2.5.1. Systembeschreibung/Zeichnungen hinsichtlich der CNG-/LNG-Anlage:

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽²⁾ Toleranz angeben.

ANHANG 1B

**WESENTLICHE MERKMALE DES FAHRZEUGS, DES MOTORS UND DER ANLAGE FÜR DIE VERWENDUNG
VON CNG/LNG**

0. Beschreibung des Fahrzeugs oder der Fahrzeuge
- 0.1. Marke:
- 0.2. Typen:
- 0.3. Name und Anschrift des Herstellers:
- 0.4. Motortypen und Genehmigungsnummern:
1. Beschreibung der Motoren:
- 1.1. Hersteller:
- 1.1.1. Baumusterbezeichnung des Herstellers (entsprechend der Angabe am Motor oder andere Art der Kennzeichnung):
- 1.2. Verbrennungsmotor
- 1.2.3. (frei)
- 1.2.4.5.1. (frei)
- 1.2.4.5.2. Druckregler:
- 1.2.4.5.2.1. Marken:
- 1.2.4.5.2.2. Typen:
- 1.2.4.5.2.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.2.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.2.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.3. Gas-Luft-Mischer: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.3.1. Zahl:
- 1.2.4.5.3.2. Marken:
- 1.2.4.5.3.3. Typen:
- 1.2.4.5.3.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.3.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.3.6. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.4. Gasstromregler: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.4.1. Zahl:
- 1.2.4.5.4.2. Marken:
- 1.2.4.5.4.3. Typen:
- 1.2.4.5.4.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.4.5. Werkstoff:

- 1.2.4.5.4.6. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.5. Gaseinblasdüsen: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.5.1. Marken:
- 1.2.4.5.5.2. Typen:
- 1.2.4.5.5.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.5.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.5.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.6. Elektronisches Steuergerät: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.6.1. Marken:
- 1.2.4.5.6.2. Typen:
- 1.2.4.5.6.3. Grundlegende Softwareprinzipien:
- 1.2.4.5.6.4. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.7. CNG-Behälter oder Zylinder: ja/nein ⁽²⁾
- LNG-Tanks oder Behälter: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.7.1. Marken:
- 1.2.4.5.7.2. Typen:
- 1.2.4.5.7.3. Rauminhalt: Liter
- 1.2.4.5.7.4. Genehmigungsnummer:
- 1.2.4.5.7.5. Abmessungen:
- 1.2.4.5.7.6. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8. Zubehör des CNG-Behälters/LNG-Tanks:
- 1.2.4.5.8.1. Druckanzeiger:
- 1.2.4.5.8.1.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.1.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.1.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.1.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.1.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.8.2. Überdruckventil (Abblasventil): ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.8.2.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.2.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.2.3. Arbeitsdruck ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.2.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.8.3. automatisches Ventil (automatische Ventile)
- 1.2.4.5.8.3.1. Marken:

- 1.2.4.5.8.3.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.3.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.3.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.8.4. Überströmventil: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.8.4.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.4.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.4.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.4.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.4.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.8.5. Gasdichtes Gehäuse: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.8.5.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.5.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.5.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.5.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.8.6. Handbetätigtes Ventil:
- 1.2.4.5.8.6.1. Marken:
- 1.2.4.5.8.6.2. Typen:
- 1.2.4.5.8.6.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.6.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.8.6.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.9. Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert): ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.9.1. Marken:
- 1.2.4.5.9.2. Typen:
- 1.2.4.5.9.3. Auslösetemperatur ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.9.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.9.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.10. Einfüllleinrichtung: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.10.1. Marken:
- 1.2.4.5.10.2. Typen:
- 1.2.4.5.10.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.10.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.10.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.11. Biegsame Kraftstoffleitungen: ja/nein ⁽²⁾

- 1.2.4.5.11.1. Marken:
- 1.2.4.5.11.2. Typen:
- 1.2.4.5.11.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.11.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.11.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.12. Druck- und Temperaturfühler: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.12.1. Marken:
- 1.2.4.5.12.2. Typen:
- 1.2.4.5.12.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.12.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.12.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.13. CNG-Filter: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.13.1. Marken:
- 1.2.4.5.13.2. Typen:
- 1.2.4.5.13.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.13.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.13.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.14. Rückschlag- oder Sperrventile: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.14.1. Marken:
- 1.2.4.5.14.2. Typen:
- 1.2.4.5.14.3. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.14.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.14.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.15. Anschluss an die CNG-/LNG-Anlage für die Heizanlage: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.15.1. Marken:
- 1.2.4.5.15.2. Typen:
- 1.2.4.5.15.3. Beschreibung und Einbauzeichnungen:
- 1.2.4.5.16. Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert): ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.16.1. Marken:
- 1.2.4.5.16.2. Typen:
- 1.2.4.5.16.3. Auslösedruck ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.16.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.16.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.17. Kraftstoffverteiler: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.17.1. Marken:

- 1.2.4.5.17.2. Typen:
- 1.2.4.5.17.3. Arbeitsdruck ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.17.4. Werkstoff:
- 1.2.4.5.17.5. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.18. Wärmetauscher/Verdampfer: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.18.1. Marken:
- 1.2.4.5.18.2. Typen:
- 1.2.4.5.18.3. Zeichnungen:
- 1.2.4.5.18.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.18.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.18.6. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.19. Erdgasdetektor: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.19.1. Marken:
- 1.2.4.5.19.2. Typen:
- 1.2.4.5.19.3. Zeichnungen:
- 1.2.4.5.19.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: MPa
- 1.2.4.5.19.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.19.6. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾: °C
- 1.2.4.5.19.7. Einstellwerte:
- 1.2.4.5.20. LNG-Einfüllrichtungen: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.20.1. Marken:
- 1.2.4.5.20.2. Typen:
- 1.2.4.5.20.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.20.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.20.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.21. LNG-Druckregler: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.21.1. Marken:
- 1.2.4.5.21.2. Typen:
- 1.2.4.5.21.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.21.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.21.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.22. LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.22.1. Marken:
- 1.2.4.5.22.2. Typen:
- 1.2.4.5.22.3. Beschreibung:

- 1.2.4.5.22.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.22.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.23. LNG-Ventile (handbetätigt): ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.23.1. Marken:
- 1.2.4.5.23.2. Typen:
- 1.2.4.5.23.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.23.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.23.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.24. LNG-Ventile (automatisch): ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.24.1. Marken:
- 1.2.4.5.24.2. Typen:
- 1.2.4.5.24.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.24.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.24.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.25. LNG-Rückschlagventile: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.25.1. Marken:
- 1.2.4.5.25.2. Typen:
- 1.2.4.5.25.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.25.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.25.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.26. LNG-Überdruckventile: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.26.1. Marken:
- 1.2.4.5.26.2. Typen:
- 1.2.4.5.26.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.26.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.26.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.27. LNG-Überströmventile: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.27.1. Marken:
- 1.2.4.5.27.2. Typen:
- 1.2.4.5.27.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.27.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.27.5. Werkstoff:
- 1.2.4.5.28. LNG-Kraftstoffpumpen: ja/nein ⁽²⁾
- 1.2.4.5.28.1. Marken:
- 1.2.4.5.28.2. Typen:

- 1.2.4.5.28.3. Beschreibung:
- 1.2.4.5.28.4. Arbeitsdrücke ⁽¹⁾: kPa
- 1.2.4.5.28.5. Anbringung innerhalb/außerhalb des LNG-Tanks ⁽²⁾:
- 1.2.4.5.28.6. Betriebstemperaturen ⁽¹⁾:
- 1.2.4.5.29. Weitere Unterlagen:
- 1.2.4.5.29.1. Beschreibung der CNG-/LNG-Anlage ⁽²⁾
- 1.2.4.5.29.2. Anlagenaufbau (elektrische Anschlüsse, Unterdruckanschlüsse, Ausgleichsschläuche usw.):
- 1.2.4.5.29.3. Zeichnung des Symbols:
- 1.2.4.5.29.4. Angaben zur Einstellung:
- 1.2.4.5.29.5. Bescheinigung für das Fahrzeug über den Betrieb mit Benzin, falls bereits ausgestellt:
- 1.2.5. Kühlelement (Flüssigkeits-/Luftkühlung) ⁽²⁾

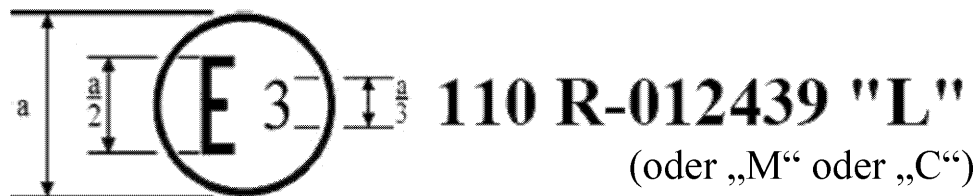
⁽¹⁾ Toleranz angeben.

⁽²⁾ Nichtzutreffendes streichen.

ANHANG 2A

ANORDNUNG DES TYPGENEHMIGUNGSZEICHENS FÜR DAS CNG-/LNG-BAUTEIL

(Siehe absatz 7.2 dieser regelung)

 $a \geq 8 \text{ mm}$

Das oben dargestellte, an einem CNG- und/oder LNG-Bauteil angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass dieses Bauteil in Italien (E 3) nach der Regelung Nr. 110 unter der Genehmigungsnummer 012439 genehmigt worden ist. Aus den ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummer geht hervor, dass die Genehmigung nach den Vorschriften der Regelung Nr. 110 in ihrer durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung erteilt worden ist.

Der Buchstabe „L“ zeigt an, dass das Produkt zur Verwendung mit LNG geeignet ist.

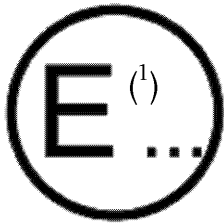
Der Buchstabe „M“ zeigt an, dass das Produkt für gemäßigte Temperaturen geeignet ist.

Der Buchstabe „C“ zeigt an, dass das Produkt für tiefe Temperaturen geeignet ist.

ANHANG 2B

MITTEILUNG

(Größtes Format: A4 (210 × 297 mm))



ausfertigende Stelle: Bezeichnung der Behörde

.....
.....
.....

- über die ⁽²⁾: Erteilung der Genehmigung
- Erweiterung der Genehmigung
- Versagung der Genehmigung
- Zurücknahme der Genehmigung
- Endgültige Einstellung der Produktion

für einen Typ eines CNG-/LNG-Bauteils nach der Regelung Nr. 110

Nummer der Genehmigung: Nummer der Erweiterung der Genehmigung:

1. Betreffendes CNG-/LNG-Bauteil:
 - Behälter oder Zylinder ⁽²⁾
 - Tanks oder Behälter ⁽²⁾
 - Druckanzeiger ⁽²⁾
 - Überdruckventil ⁽²⁾
 - Automatische Ventile ⁽²⁾
 - Überstromventil ⁽²⁾
 - Gasdichtes Gehäuse ⁽²⁾
 - Druckregler ⁽²⁾
 - Rückschlag- oder Sperrventile ⁽²⁾
 - Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert) ⁽²⁾
 - handbetätigtes Ventil ⁽²⁾
 - biegsame Kraftstoffleitungen ⁽²⁾
 - Einfülleinrichtung ⁽²⁾
 - Gaseinblasdüse ⁽²⁾
 - Gasstromregler ⁽²⁾
 - Gas-Luft-Mischer ⁽²⁾
 - Elektronisches Steuergerät ⁽²⁾
 - Druck- und Temperaturfühler ⁽²⁾
 - CNG-Filter ⁽²⁾
 - Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert) ⁽²⁾
 - Kraftstoffverteiler ⁽²⁾
 - Wärmetauscher/Verdampfer ⁽²⁾

- Erdgasdetektoren ⁽¹⁾
- LNG-Einfülleinrichtungen ⁽²⁾
- LNG-Druckregler ⁽²⁾
- LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler ⁽²⁾
- LNG-Ventile (handbetätigt) ⁽²⁾
- LNG-Ventile (automatisch) ⁽²⁾
- LNG-Rückschlagventile ⁽²⁾
- LNG-Überdruckventile ⁽²⁾
- LNG-Überströmventile ⁽²⁾
- LNG-Kraftstoffpumpen ⁽²⁾
2. Handelsname oder -marke:
3. Name und Anschrift des Herstellers:
4. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Vertreters des Herstellers:
5. Zur Genehmigung vorgelegt am:
6. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt:
7. Datum des Prüfberichtes des technischen Dienstes:
8. Nummer des Prüfberichtes des technischen Dienstes:
9. Genehmigung erteilt/versagt/erweitert/zurückgenommen ⁽²⁾
10. Gründe für die Erweiterung der Genehmigung (falls zutreffend):
11. Ort:
12. Datum:
13. Unterschrift:
14. Die zusammen mit dem Antrag auf Genehmigung oder Erweiterung der Genehmigung eingereichten Unterlagen sind auf Anfrage erhältlich.

⁽¹⁾ Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe Genehmigungsvorschriften in der Regelung).

⁽²⁾ Nichtzutreffendes streichen.

Anlage

1. Zusätzliche Angaben zur Genehmigung eines Typs eines CNG-/LNG-Bauteils nach der Regelung Nr. 110
 - 1.1. System zur Speicherung von Erdgas
 - 1.1.1. Behälter oder Zylinder (für ein CNG-System)
 - 1.1.1.1. Abmessungen:
 - 1.1.1.2. Werkstoff:
 - 1.1.2. Tanks oder Behälter (für ein LNG-System)
 - 1.1.2.1. Rauminhalt:
 - 1.1.2.2. Werkstoff:
 - 1.2. Druckanzeiger
 - 1.2.1. Arbeitsdrücke (!): MPa
 - 1.2.2. Werkstoff:
 - 1.3. Überdruckventil (Abblasventil)
 - 1.3.1. Arbeitsdrücke (!): MPa
 - 1.3.2. Werkstoff:
 - 1.4. Automatische Ventile
 - 1.4.1. Arbeitsdrücke (!): MPa
 - 1.4.2. Werkstoff:
 - 1.5. Überströmventil
 - 1.5.1. Arbeitsdrücke (!): MPa
 - 1.5.2. Werkstoff:
 - 1.6. Gasdichtes Gehäuse
 - 1.6.1. Arbeitsdrücke: MPa
 - 1.6.2. Werkstoff:
 - 1.7. Druckregler
 - 1.7.1. Arbeitsdrücke (!): MPa
 - 1.7.2. Werkstoff:
 - 1.8. Rückschlag- oder Sperrventile
 - 1.8.1. Arbeitsdrücke (!): MPa
 - 1.8.2. Werkstoff:
 - 1.9. Druckentlastungsvorrichtung (temperaturgesteuert)
 - 1.9.1. Arbeitsdrücke (!): MPa
 - 1.9.2. Werkstoff:

1.10.	Handbetätigtes Ventil	
1.10.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.10.2.	Werkstoff:	
1.11.	Biegsame Kraftstoffleitungen	
1.11.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.11.2.	Werkstoff:	
1.12.	Einfülleinrichtungen	
1.12.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.12.2.	Werkstoff:	
1.13.	Gaseinblasdüsen	
1.13.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.13.2.	Werkstoff:	
1.14.	Gasstromregler	
1.14.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.14.2.	Werkstoff:	
1.15.	Gas-Luft-Mischer	
1.15.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.15.2.	Werkstoff:	
1.16.	Elektronisches Steuergerät	
1.16.1.	Grundlegende Softwareprinzipien:	
1.17.	Druck- und Temperaturfühler	
1.17.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.17.2.	Werkstoff:	
1.18.	CNG-Filter	
1.18.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.18.2.	Werkstoff:	
1.19.	Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert)	
1.19.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.19.2.	Werkstoff:	
1.20.	Kraftstoffverteiler	
1.20.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa
1.20.2.	Werkstoff:	
1.21.	Wärmetauscher/Verdampfer	
1.21.1.	Arbeitsdrücke (1):	MPa

1.21.2.	Werkstoff:	
1.22.	Erdgasdetektoren	
1.22.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.22.2.	Werkstoff:	
1.23.	LNG-Einfülleinrichtungen	
1.23.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.23.2.	Werkstoff:	
1.24.	LNG-Druckregler	
1.24.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.24.2.	Werkstoff:	
1.25.	LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler	
1.25.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.25.2.	Werkstoff:	
1.26.	LNG-Ventile (handbetätigt)	
1.26.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.26.2.	Werkstoff:	
1.27.	LNG-Ventile (automatisch)	
1.27.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.27.2.	Werkstoff:	
1.28.	LNG-Rückschlagventile	
1.28.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.28.2.	Werkstoff:	
1.29.	LNG-Überdruckventile	
1.29.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.29.2.	Werkstoff:	
1.30.	LNG-Überströmventile	
1.30.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.30.2.	Werkstoff:	
1.31.	LNG-Kraftstoffpumpen	
1.31.1.	Arbeitsdrücke (¹):	MPa
1.31.2.	Werkstoff:	

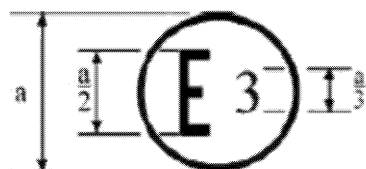
(¹) Toleranz angeben.

ANHANG 2C

ANORDNUNG DER GENEHMIGUNGSZEICHEN

MUSTER A

(siehe Absatz 17.2 dieser Regelung)



110 R-012439 "L"
 (oder „M“ oder „C“)

a ≥ 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass das Fahrzeug hinsichtlich des Einbaus der CNG-/LNG-Anlage für die Verwendung von Erdgas für den Antrieb in Italien (E3) nach der Regelung Nr. 110 unter der Genehmigungsnummer 012439 genehmigt worden ist. Aus den ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummer geht hervor, dass die Genehmigung nach den Vorschriften der Regelung Nr. 110 in ihrer durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung erteilt wurde.

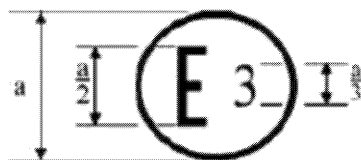
Der Buchstabe „L“ zeigt an, dass das Produkt zur Verwendung mit LNG geeignet ist.

Der Buchstabe „M“ zeigt an, dass das Produkt für gemäßigte Temperaturen geeignet ist.

Der Buchstabe „C“ zeigt an, dass das Produkt für tiefe Temperaturen geeignet ist.

MUSTER B

(siehe Absatz 17.2 dieser Regelung)



110 012439 "L"
83 051628
 (oder „M“ oder „C“)

a ≥ 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass das Fahrzeug hinsichtlich des Einbaus der CNG-/LNG-Anlage für die Verwendung von Erdgas für den Antrieb in Italien (E3) nach der Regelung Nr. 110 unter der Genehmigungsnummer 012439 genehmigt worden ist. Die beiden ersten Ziffern der Genehmigungsnummer geben an, dass die Genehmigung an diesem Datum entsprechend den Vorschriften der Regelung Nr. 110 in der durch die Änderungsserie 01 geänderten Fassung erteilt wurde und die Regelung Nr. 83 die Änderungsserie 05 enthält.

Der Buchstabe „L“ zeigt an, dass das Produkt zur Verwendung mit LNG geeignet ist.

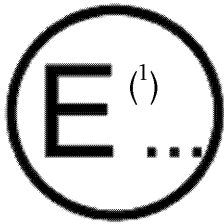
Der Buchstabe „M“ zeigt an, dass das Produkt für gemäßigte Temperaturen geeignet ist.

Der Buchstabe „C“ zeigt an, dass das Produkt für tiefe Temperaturen geeignet ist.

ANHANG 2D

MITTEILUNG

(Größtes Format: A4 (210 × 297 mm))



ausfertigende Stelle: Bezeichnung der Behörde

.....
.....
.....

- über die ⁽²⁾: Erteilung der Genehmigung
- Erweiterung der Genehmigung
- Versagung der Genehmigung
- Zurücknahme der Genehmigung
- Endgültige Einstellung der Produktion

für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich des Einbaus der CNG-/LNG-Anlage nach der Regelung Nr. 110

Nummer der Genehmigung: Nummer der Erweiterung der Genehmigung:

1. Fabrik- oder Handelsmarke des Fahrzeugs:
2. Fahrzeugtyp:
3. Fahrzeugklasse:
4. Name und Anschrift des Herstellers:
5. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Vertreters des Herstellers:
6. Beschreibung des Fahrzeugs, Zeichnungen usw. (detaillierte Angaben erforderlich):
7. Prüfergebnisse:
8. Fahrzeug zur Genehmigung vorgeführt am:
9. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt:
10. Datum des Prüfberichtes des technischen Dienstes:
11. CNG-/LNG-Anlage
 - 11.1. Fabrik- oder Handelsmarke der Bauteile und ihre Genehmigungsnummern:
 - 11.1.1. Behälter oder Zylinder:
 - 11.1.2. Tanks oder Zylinder:
 - 11.1.3. Spezifische Bauteile usw. (siehe Absatz 4.6 der Regelung):
12. Nummer des Prüfberichtes des technischen Dienstes:
13. Genehmigung erteilt/versagt/erweitert/zurückgenommen ⁽²⁾
14. Gründe für die Erweiterung der Genehmigung (falls zutreffend):
15. Ort:
16. Datum:
17. Unterschrift:
18. Folgende, zusammen mit dem Antrag auf Genehmigung oder Erweiterung der Genehmigung eingereichte Unterlagen sind auf Anfrage erhältlich:
 Zeichnungen, Schaubilder und schematische Darstellungen, die die Bauteile und den Einbau der CNG-/LNG-Ausrüstung betreffen und für die Anwendung dieser Regelung von Bedeutung sind;
 gegebenenfalls Zeichnungen der verschiedenen Ausrüstungsteile und ihrer Lage im Fahrzeug.

⁽¹⁾ Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe Genehmigungsvorschriften in der Regelung).
⁽²⁾ Nichtzutreffendes streichen.

ANHANG 3

FAHRZEUGINTERNE SPEICHERUNG VON ERDGAS ALS KRAFTSTOFF FÜR KRAFTFAHRZEUGE

1. ANWENDUNGSBEREICH

- 1.1. In Anhang 3A sind Mindestanforderungen für leichte wiederbefüllbare Gaszylinder festgelegt. Die Zylinder sind nur für die fahrzeuginterne Speicherung von unter Hochdruck stehendem komprimiertem Erdgas als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge bestimmt, in denen die Zylinder zu befestigen sind. Die Zylinder können aus Stahl, Aluminium oder einem nichtmetallischen Werkstoff bestehen und in einer Ausführung oder nach einem Verfahren hergestellt sein, das für die speziellen Betriebsbedingungen geeignet ist. Dieser Anhang gilt auch für Metallinnenbehälter aus rostfreiem Stahl in nahtloser oder geschweißter Ausführung.
 - 1.2. Anhang 3B enthält Mindestanforderungen für wiederbefüllbare Tanks für Flüssigerdgas (LNG) zur Verwendung in Fahrzeugen sowie die erforderlichen Prüfverfahren.
-

ANHANG 3A

**GASZYLINDER — HOCHDRUCKZYLINDER FÜR DIE FAHRZEUGINTERNE SPEICHERUNG VON
KOMPRIMIERTEM ERDGAS (CNG) ALS KRAFTSTOFF FÜR KRAFTFAHRZEUGE**

1. ANWENDUNGSBEREICH

Zylinder nach diesem Anhang sind der Klasse 0 nach der Beschreibung in Absatz 3 dieser Regelung zugeordnet und wie folgt beschaffen:

CNG-1: Metall,

CNG-2: Metallinnenbehälter, mit harzgetränkter Endlosfaser verstärkt (in Richtung des Umfangs umwickelt),

CNG-3: Metallinnenbehälter, mit harzgetränkter Endlosfaser verstärkt (vollständig umwickelt),

CNG-4: harzgetränkte Endlosfaser mit nichtmetallischem Innenbehälter (Vollverbundkonstruktion).

Die Betriebsbedingungen, denen die Zylinder ausgesetzt sind, sind in Absatz 4 dieses Anhangs ausführlich beschrieben. In diesem Anhang werden bei Erdgas als Kraftstoff ein Arbeitsdruck von 20 MPa bei einer stabilisierten Temperatur von 15 °C und ein maximaler Fülldruck von 26 MPa zugrunde gelegt. Bei anderen Arbeitsdrücken kann der Druck durch Multiplizieren mit dem jeweiligen Faktor (Verhältniszahl) angepasst werden. So sind z. B. bei einer Anlage, die für einen Arbeitsdruck von 25 MPa ausgelegt ist, die Druckwerte mit 1,25 zu multiplizieren.

Die Betriebsdauer eines Zylinders ist vom Hersteller festzulegen und kann je nach Verwendungszweck unterschiedlich sein. Bei der Festlegung der Betriebsdauer werden 1 000 Nachfüllungen des Zylinders pro Jahr und 15 000 Nachfüllungen insgesamt zugrunde gelegt. Die maximale Betriebsdauer beträgt 20 Jahre.

Bei Metallzylindern und Zylindern mit Metallinnenbehälter wird bei der Festlegung der Betriebsdauer die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ermüdungsrisse zugrunde gelegt. Jeder Zylinder oder Innenbehälter ist mit Ultraschall oder nach einer gleichwertigen anderen Methode zu prüfen, damit sichergestellt ist, dass keine Fehler vorhanden sind, deren Ausdehnung das zulässige Maß überschreitet. So ist eine optimale Konstruktion und Fertigung leichter Zylinder für den Betrieb von Kraftfahrzeugen mit Erdgas möglich.

Bei Zylindern in Vollverbundkonstruktion mit nicht metallischen, nicht Druck tragenden Innenbehältern wird die „gesicherte Betriebsdauer“ durch geeignete Bemessungsverfahren, Konstruktionszulassungsprüfungen und Fertigungskontrollen nachgewiesen.

2. REFERENZDOKUMENTE (siehe Absatz 2 dieser Regelung)

3. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN (siehe Absatz 4 dieser Regelung)

4. BETRIEBSBEDINGUNGEN

4.1. Allgemeines

4.1.1. Normale Betriebsbedingungen

Die in diesem Abschnitt beschriebenen normalen Betriebsbedingungen sollen als Grundlage für die Konstruktion, die Fertigung, die Qualitätskontrolle, die Prüfung und die Genehmigung von Zylindern dienen, die dauerhaft in Fahrzeuge eingebaut und zum Speichern von Erdgas als Kraftstoff bei Umgebungstemperatur verwendet werden sollen.

4.1.2. Verwendung der Zylinder

Mit den hier beschriebenen Betriebsbedingungen sollen außerdem Hinweise für die sichere Verwendung der nach dieser Regelung hergestellten Zylinder gegeben werden; sie sind bestimmt für

a) Zylinderhersteller,

b) Besitzer von Zylindern,

c) Konstrukteure oder Vertragsfirmen, die für den Einbau von Zylindern verantwortlich sind,

- d) Konstrukteure oder Besitzer von Einrichtungen, die zum Füllen von Zylindern in Fahrzeugen verwendet werden,
- e) Erdgaslieferanten und
- f) Aufsichtsbehörden, die die Verwendung von Zylindern überwachen.

4.1.3. Betriebsdauer

Die Zeit, während der ein Zylinder sicher betrieben werden kann, ist von seinem Konstrukteur unter Berücksichtigung der in dieser Regelung beschriebenen Betriebsbedingungen festzulegen. Die maximale Betriebsdauer beträgt 20 Jahre.

4.1.4. Regelmäßige Eignungsüberprüfung

Empfehlungen für die regelmäßige Eignungsüberprüfung durch Sichtprüfung oder andere Prüfungen während der Betriebsdauer sind vom Zylinderhersteller unter Berücksichtigung der in dieser Regelung beschriebenen Betriebsbedingungen zu geben. Jeder Zylinder ist nach seiner Inbetriebnahme am Fahrzeug (Zulassung des Fahrzeugs) mindestens alle 48 Monate und bei einem Wiedereinbau visuell auf äußere Schäden zu prüfen, und zwar auch unter den Halterungen. Die Sichtprüfung ist von einer von der Aufsichtsbehörde zugelassenen oder anerkannten Stelle nach den Angaben des Herstellers durchzuführen. Zylinder ohne Typschild mit den vorgeschriebenen Angaben oder mit einem Typschild, auf dem Angaben unleserlich sind, sind auszusondern. Ist der Zylinder anhand der Herstellernummer oder der laufenden Nummer eindeutig identifizierbar, kann ein Ersatzschild angebracht und der Zylinder weiter verwendet werden.

4.1.4.1. Zylinder nach einer Fahrzeugkollision

Nach einer Fahrzeugkollision müssen die Zylinder von einer vom Hersteller autorisierten Stelle erneut geprüft werden, sofern die zuständige Behörde nichts anderes anordnet. Zylinder, die bei dem Aufprall nicht beschädigt worden sind, dürfen weiter verwendet werden, andernfalls muss der betreffende Zylinder zur Begutachtung an den Hersteller zurückgesandt werden.

4.1.4.2. Zylinder nach der Einwirkung von Feuer

Zylinder, die dem Feuer ausgesetzt waren, müssen von einer vom Hersteller autorisierten Stelle erneut geprüft oder ausgesondert werden.

4.2. Höchstdrücke

Der Zylinderdruck muss auf folgende Werte begrenzt sein:

- a) einen Druck, der sich bei einer stabilisierten Temperatur von 15 °C auf 20 MPa stabilisiert,
- b) 26 MPa unmittelbar nach dem Füllen, unabhängig von der Temperatur.

4.3. Maximale Anzahl der Füllzyklen

Die Zylinder sind so ausgelegt, dass sie bei einer stabilisierten Gastemperatur von 15 °C bis zu 1 000 Mal je Betriebsjahr bis zu einem stabilisierten Druck von 20 MPa (200 bar) gefüllt werden können.

4.4. Temperaturspanne

4.4.1. Stabilisierte Gastemperatur

Die stabilisierte Gastemperatur in Zylindern kann zwischen einem Mindestwert von – 40 °C und einem Höchstwert von 65 °C liegen.

4.4.2. Zylindertemperaturen

Die Temperatur der Zylinderwerkstoffe darf zwischen – 40 °C und + 82 °C liegen.

Außer in dem in Absatz 4.4.3 genannten Fall dürfen Temperaturen über + 65 °C nur so örtlich begrenzt oder kurzzeitig auftreten, dass die Gastemperatur im Zylinder nie + 65 °C übersteigt;

4.4.3. Übergangstemperaturen

Die während des Füllens oder des Entleerens erreichten Gastemperaturen können außerhalb der in Absatz 4.4.1 genannten Grenzen liegen.

4.5. Gaszusammensetzung

Methanol und/oder Glykol dürfen dem Erdgas nicht absichtlich zugesetzt werden. Die Zylinder müssen so beschaffen sein, dass sie mit Erdgas nach einer der nachstehenden drei Spezifikationen gefüllt werden können:

a) SAE J1616,

b) Trockengas.

Der Wasserdampfgehalt beträgt in der Regel weniger als 32 mg/m³, wobei der Drucktaupunkt bei 20 MPa bei -9 °C liegt. Mengengrenzungen bestehen bei Trockengas nur für folgende Bestandteile:

Hydrosulfid und andere lösliche Sulfide: 23 mg/m³,

Sauerstoff: 1 Volumenprozent.

Sind die Zylinder aus Stahl mit einer Zugfestigkeit über 950 MPa hergestellt, darf der Wasserstoffgehalt höchstens 2 Volumenprozent betragen.

c) Nassgas

Bei Gas mit einem höheren Wassergehalt als unter Buchstabe b angegeben werden in der Regel folgende Grenzwerte eingehalten:

Hydrosulfid und andere lösliche Sulfide: 23 mg/m³,

Sauerstoff: 1 Volumenprozent,

Kohlendioxid: 4 Volumenprozent,

Wasserstoff: 0,1 Volumenprozent.

Bei Nassgas ist zum Schutz der Metallzylinder oder -innenbehälter mindestens 1 mg Kompressoröl je kg Gas erforderlich.

4.6. Außenflächen

Die Zylinder dürfen nicht ständig mechanischen oder chemischen Beanspruchungen ausgesetzt sein (wie aus dem Fahrzeug austretendes Ladegut und durch den Straßenzustand bedingter starker Abrieb) und müssen nach anerkannten Regeln eingebaut sein. Ihre Außenflächen können jedoch gelegentlich folgenden Einflüssen ausgesetzt sein:

a) Wasser, entweder durch wiederholtes Eintauchen oder durch Spritzwasser,

b) Salz, wenn das Fahrzeug in Meeresnähe oder an Orten betrieben wird, an denen Auftausalz verwendet wird,

c) ultraviolette Strahlung des Sonnenlichts,

d) Steinschlag,

e) Lösungsmittel, Säuren und Laugen, Dünger und

f) Betriebsflüssigkeiten von Kraftfahrzeugen wie Kraftstoff, Hydraulikflüssigkeit, Glykol und Öle.

4.7. Permeation oder Entweichen von Gas

Die Zylinder dürfen sich längere Zeit in geschlossenen Räumen befinden. Die Permeation von Gas durch die Zylinderwand oder das Entweichen von Gas zwischen den Endanschlüssen und dem Innenbehälter ist bei der Konstruktion zu berücksichtigen.

5. KONSTRUKTIONSGENEHMIGUNG

5.1. Allgemeines

Mit dem Antrag auf Genehmigung muss der Konstrukteur des Zylinders folgende Unterlagen und Angaben bei der Typgenehmigungsbehörde einreichen:

- a) Betriebserklärung (Absatz 5.2),
- b) Konstruktionsdaten (Absatz 5.3),
- c) Fertigungsdaten (Absatz 5.4),
- d) Qualitätsmanagementsystem (Absatz 5.5),
- e) Bruchverhalten und Defektgröße für zerstörungsfreie Prüfungen (Absatz 5.6),
- f) Datenblatt (Absatz 5.7),
- g) ergänzende Daten (Absatz 5.8).

Für nach ISO 9809 konstruierte Zylinder brauchen eine Spannungsberechnung nach Absatz 5.3.2 oder die Angaben nach Absatz 5.6 nicht vorgelegt zu werden.

5.2. Betriebserklärung

Die Betriebserklärung dient zur Anleitung derjenigen, die die Zylinder einbauen oder verwenden, und zur Information der Typgenehmigungsbehörde oder des von ihr benannten Vertreters. Sie muss folgende Angaben enthalten:

- a) die Erklärung, dass der Zylinder der betreffenden Bauart während seiner Betriebsdauer für die Verwendung unter den in Absatz 4 genannten Betriebsbedingungen geeignet ist,
- b) Angabe der Betriebsdauer,
- c) Mindestanforderungen an die Prüfung und Überprüfung während der Nutzung,
- d) Angaben über die erforderlichen Druckentlastungsvorrichtungen und/oder die erforderliche Isolierung,
- e) Angaben über Halterungen, Schutzüberzüge usw., die erforderlich sind, aber nicht mitgeliefert werden,
- f) Beschreibung der Zylinderausführung,
- g) weitere Angaben, die für die sichere Verwendung und Überprüfung des Zylinders erforderlich sind.

5.3. Konstruktionsdaten

5.3.1. Zeichnungen

Die Zeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Titel, Bezugsnummer, Ausgabedatum und Nummern der Neuausgaben, gegebenenfalls mit Ausgabedatum,
- b) Bezugnahme auf diese Regelung und Zylindertyp,
- c) alle Maße mit Toleranzen, ausführliche Darstellung der Endverschlüsse mit Mindestdicken und Öffnungen,
- d) Masse der Zylinder mit Toleranzen,
- e) Werkstoffangaben mit Mindestwerten oder Toleranzbereichen für die mechanischen und chemischen Eigenschaften; bei Metallzylindern oder Metallinnenbehältern den festgelegten Härtebereich,
- f) weitere Angaben wie Bereich des Autofrettagedrucks, niedrigster Prüfdruck, Einzelheiten des Feuerschutzsystems und des äußeren Schutzüberzugs.

5.3.2. Spannungsberechnung

Eine Finite-Elemente-Analyse oder eine andere Art von Spannungsberechnung ist vorzulegen.

Eine Tabelle, in der die errechneten Spannungen zusammengefasst sind, ist vorzulegen.

5.3.3. Werkstoffprüfdaten

Eine ausführliche Beschreibung der verwendeten Werkstoffe und der Toleranzen ihrer Eigenschaften ist vorzulegen. Außerdem sind Prüfdaten vorzulegen, die die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe und ihre Eignung für den Betrieb unter den in Absatz 4 genannten Bedingungen charakterisieren.

5.3.4. Daten der Konstruktionszulassungsprüfung

Der Werkstoff, die Konstruktion, die Fertigung und die Prüfung des Zylinders müssen für den vorgesehenen Betrieb geeignet sein; dies wird dadurch nachgewiesen, dass die Anforderungen der für die betreffende Zylinderbauart vorgeschriebenen und nach den in Anlage A zu diesem Anhang durchgeführten Prüfungen erfüllt sind.

Die Prüfdaten müssen außerdem die Abmessungen, Wanddicken und Gewichte aller geprüften Zylinder umfassen.

5.3.5. Feuerschutz

Die Anordnung der Druckentlastungsvorrichtungen, die den Zylinder vor plötzlichem Bruch schützen, wenn er bei einem Brand den in Anlage A Absatz A.15 dieses Anhangs beschriebenen Bedingungen ausgesetzt ist, ist anzugeben. Mit den Prüfdaten muss die Wirksamkeit des vorgesehenen Feuerschutzsystems nachgewiesen werden.

5.3.6. Zylinderhalterungen

Einzelheiten der Zylinderhalterungen oder der Anforderungen an die Halterungen sind nach den Vorschriften von Absatz 6.11 dieses Anhangs anzugeben.

5.4. Fertigungsdaten

Es sind ausführliche Beschreibungen aller Fertigungsverfahren, zerstörungsfreien Prüfungen, Fertigungsprüfungen und Prüfungen von Produktionslosen vorzulegen. Die zulässigen Abweichungen für sämtliche Produktionsprozesse einschließlich Wärmebehandlung, Formung, Harzmischverhältnis, Wickelspannung und -geschwindigkeit, Dauer und Temperatur der Aushärtung sowie Autofrettageverfahren müssen spezifiziert werden. Weiterhin sind Angaben zur Oberflächenbehandlung, zu den verwendeten Wicklungen, den Abnahmekriterien für Ultraschallabtastung (oder ein gleichwertiges Verfahren) sowie die maximalen Losgrößen für Partieprüfungen zu machen.

5.5. (frei)

5.6. Bruchverhalten und Defektgröße für zerstörungsfreie Prüfungen

5.6.1. Bruchverhalten

Der Hersteller muss das Leck-vor-Bruch-Verhalten des Zylinders der betreffenden Bauart nach den Vorschriften des Absatzes 6.7 nachweisen.

5.6.2. Defektgröße für zerstörungsfreie Prüfungen

Der Hersteller muss nach dem in Absatz 6.15.2 beschriebenen Verfahren die maximale Defektgröße für zerstörungsfreie Prüfungen ermitteln, wodurch vermieden wird, dass der Zylinder während seiner Betriebsdauer durch Ermüdung oder Bruch ausfällt.

5.7. Datenblatt

Für jede Zylinderausführung sind auf einem Datenblatt die Unterlagen aufzuführen, die die Angaben nach Absatz 5.1 enthalten. Für jede Unterlage sind der Titel, die Bezugsnummer, die Nummern der Neuausgaben sowie das Ausgabedatum der Ursprungsfassung und der anderen Fassungen anzugeben. Alle Unterlagen müssen vom Hersteller unterschrieben oder abgezeichnet sein. Das Datenblatt muss mit einer Nummer und gegebenenfalls den Nummern der Neuausgaben versehen sein, die zur Bezeichnung der Zylinderausführung verwendet werden können, und die Unterschrift des Technikers tragen, der für die Konstruktion verantwortlich ist. Auf dem Datenblatt muss ein Feld für einen Stempel vorgesehen sein, aus dem die Bauartgenehmigung hervorgeht.

5.8. Ergänzende Daten

Gegebenenfalls sind zur Ergänzung des Antrags weitere Daten zu übermitteln wie die Herkunft des vorgesehenen Werkstoffs oder Angaben zur Verwendung einer bestimmten Zylinderausführung unter anderen Betriebsbedingungen.

5.9. Genehmigung und Bescheinigung

5.9.1. Überprüfung und Prüfung

Die Übereinstimmung der Produktion ist nach den Vorschriften von Absatz 9 dieser Regelung zu überprüfen.

Damit sichergestellt ist, dass die Zylinder den Vorschriften dieser internationalen Regelung entsprechen, sind sie nach den Bestimmungen der Absätze 6.13 und 6.14 von der Typgenehmigungsbehörde zu überprüfen.

5.9.2. Prüfbescheinigung

Sind die Ergebnisse der Prototypprüfung gemäß Abschnitt 6.13 zufriedenstellend, muss die Typgenehmigungsbehörde eine Prüfbescheinigung ausstellen. Ein Muster einer Prüfbescheinigung ist in Anlage D dieses Anhangs wiedergegeben.

5.9.3. Bescheinigung über die Annahme eines Produktionsloses

Die zuständige Typgenehmigungsbehörde muss eine Abnahmebescheinigung gemäß Anlage D dieses Anhangs ausstellen.

6. VORSCHRIFTEN FÜR ALLE ZYLINDERTYPEN

6.1. Allgemeines

Die nachstehenden Vorschriften gelten allgemein für Zylinder der in den Absätzen 7 bis 10 dieses Anhangs genannten Typen. Bei der Zylinderkonstruktion ist alles zu berücksichtigen, was notwendig ist, um sicherzustellen, dass jeder nach den Konstruktionsunterlagen hergestellte Zylinder während der angegebenen Betriebsdauer für seinen Zweck geeignet ist. Stahlzylinder des Typs CNG-1, die nach der ISO-Norm 9809 hergestellt sind und alle ihre Anforderungen erfüllen, brauchen nur den Vorschriften von Absatz 6.3.2.4 sowie der Absätze 6.9 bis 6.13 zu entsprechen.

6.2. Konstruktion

In dieser Regelung sind weder Konstruktionsformeln noch zulässige Beanspruchungen und Spannungen angegeben, es ist jedoch vorgeschrieben, dass die Eignung der Konstruktion nachgewiesen wird: durch Berechnungen und dadurch, dass die Zylinder die in dieser Regelung vorgeschriebenen Werkstoff-, Konstruktionszulassungs-, Fertigungs- und Produktionslosprüfungen regelmäßig bestehen. Bei allen Ausführungen muss sichergestellt sein, dass am Zylinder bei einer möglichen Ermüdung der druckbeaufschlagten Teile bei normalem Betrieb „Leck vor Bruch“ entsteht. Wird ein Metallzylinder oder Metallinnenbehälter undicht, darf das nur durch Ausbreitung eines Ermüdungsrisses geschehen.

6.3. Werkstoffe

6.3.1. Die verwendeten Werkstoffe müssen für den Betrieb unter den in Absatz 4 dieses Anhangs beschriebenen Betriebsbedingungen geeignet sein. Ein Zylinder darf nicht so konstruiert sein, dass unverträgliche Werkstoffe miteinander in Berührung kommen. Die Anforderungen für die Werkstoffzulassungsprüfung sind in Tabelle 6.1 zusammengefasst.

6.3.2. Stahl

6.3.2.1. Zusammensetzung

Stähle müssen aluminium- oder siliziumberuhigt und vorwiegend feinkörnig sein. Die chemische Zusammensetzung aller Stähle ist anzugeben, wobei mindestens folgende Werte aufzuführen sind:

- a) in allen Fällen der Kohlenstoff-, Mangan-, Aluminium- und Siliziumgehalt,
- b) der Nickel-, Chrom-, Molybdän-, Bor- und Vanadiumgehalt sowie der Gehalt an allen weiteren absichtlich zugesetzten Legierungselementen. Folgende Grenzwerte dürfen bei der Analyse der Schmelze nicht überschritten werden:

Zugfestigkeit	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Schwefel	0,020 %	0,010 %
Phosphor	0,020 %	0,020 %
Schwefel und Phosphor	0,030 %	0,025 %

Wird Kohlenstoff-Bor-Stahl verwendet, ist am ersten und letzten Gussblock oder der ersten und letzten Bramme einer Schmelze eine Härteprüfung nach ISO 642 durchzuführen. Die Härte ist in einem Abstand von 7,9 mm vom abgeschreckten Ende zu messen; sie muss zwischen 33 HRC und 53 HRC oder zwischen 327 HV und 560 HV liegen und ist vom Werkstoffhersteller zu bestätigen.

6.3.2.2. Zugeigenschaften

Die Zugeigenschaften des Stahls sind an einer aus dem fertigen Zylinder oder Innenbehälter entnommenen Probe nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.1 dieses Anhangs zu bestimmen. Die Dehnung des Stahls muss mindestens 14 % betragen.

6.3.2.3. Eigenschaften bei Aufprall

Die Zugeigenschaften des Stahls sind an einer aus dem fertigen Zylinder oder Innenbehälter entnommenen Probe nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.2 dieses Anhangs zu prüfen. Die Messwerte dürfen nicht unter den in Tabelle 6.2 angegebenen Werten liegen.

6.3.2.4. Biegeverhalten

Das Biegeverhalten des geschweißten rostfreien Stahls des fertigen Innenbehälters ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.3 dieses Anhangs zu bestimmen.

6.3.2.5. Sichtprüfung der Schweißnähte

Für jede Art Schweißverfahren ist eine Sichtprüfung der Schweißnähte durchzuführen. Dabei muss eine vollständige Verschmelzung festgestellt werden, und es dürfen im Hinblick auf das Qualitätsniveau C entsprechend der Norm EN ISO 5817 keine Fügefehler oder unannehmbaren Mängel vorhanden sein.

6.3.2.6. Spannungsrissbeständigkeit bei Prüfung in Sulfidlösung

Liegt die Obergrenze der für den Stahl angegebenen Zugfestigkeit über 950 MPa, muss eine aus dem fertigen Zylinder entnommene Probe nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.3 dieses Anhangs in einer Sulfidlösung auf Spannungsrissbeständigkeit geprüft werden und den dort genannten Anforderungen entsprechen.

6.3.3. Aluminium

6.3.3.1. Zusammensetzung

Die Zusammensetzung von Aluminiumlegierungen ist nach den Regeln der Aluminium Association für ein bestimmtes Legierungssystem anzugeben. Die Verunreinigung einer Aluminiumlegierung durch Blei und Wismut darf höchstens 0,003 % betragen.

6.3.3.2. Korrosionsprüfungen

Aluminiumlegierungen müssen den Anforderungen der in Anlage A Absatz A.4 dieses Anhangs genannten Korrosionsprüfungen entsprechen.

6.3.3.3. Prüfung der Rissbildung bei Dauerbelastung

Aluminiumlegierungen müssen den Anforderungen der in Anlage A Absatz A.5 dieses Anhangs genannten Prüfung der Rissbildung bei Dauerbelastung entsprechen.

6.3.3.4. Zugeigenschaften

Die Zugeigenschaften der Aluminiumlegierung sind an einer aus dem fertigen Zylinder oder Innenbehälter entnommenen Probe nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A1 dieses Anhangs zu prüfen. Die Dehnung der Legierung muss mindestens 12 % betragen.

6.3.4. Harze

6.3.4.1. Allgemeines

Als Imprägnierstoff können warm aushärtende oder thermoplastische Harze verwendet werden. Geeignete Grundstoffe sind beispielsweise Epoxidharz, modifiziertes Epoxidharz, warm aushärtende Kunststoffe wie Polyester und Vinylester sowie Thermoplaste wie Polyethylen und Polyamid.

6.3.4.2. Scherfestigkeit

Harzwerkstoffe sind in Übereinstimmung mit Anlage A Abschnitt A.26 dieses Anhangs zu prüfen und müssen die darin festgelegten Anforderungen erfüllen.

6.3.4.3. Verglasungstemperatur

Die Verglasungstemperatur des Harzwerkstoffs ist nach der Norm ASTM D3418 zu bestimmen.

6.3.5. Fasern

Als Verstärkungsfasern sind Glas-, Aramid- oder Kohlenstofffasern zu verwenden. Werden Kohlenstofffasern verwendet, muss sichergestellt sein, dass eine galvanische Korrosion der Metallteile des Zylinders nicht möglich ist. Zu den vom Hersteller aufzubewahrenden Unterlagen gehören die veröffentlichten technischen Vorschriften für Verbundwerkstoffe, die Angaben des Werkstoffherstellers zu Lagerung und Lagerfähigkeit sowie die Bestätigung des Werkstoffherstellers, dass jede Lieferung den technischen Vorschriften entspricht. Der Faserhersteller muss bescheinigen, dass die Eigenschaften des Faserwerkstoffs seinen Angaben für das Produkt entsprechen.

6.3.6. Kunststoffinnenbehälter

Die Streckgrenze und die Bruchdehnung des Werkstoffs sind nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.22 dieses Anhangs zu bestimmen. In Versuchen ist das Duktilitätsverhalten des Werkstoffs für die Kunststoffauskleidungen bei Temperaturen von -50 °C oder darunter dadurch nachzuweisen, dass es den vom Hersteller spezifizierten Werten entspricht; der Werkstoff muss für die in Absatz 4 dieses Anhangs beschriebenen Betriebsbedingungen geeignet sein. Entsprechend dem in Anlage A Absatz A.23 dieses Anhangs genannten Verfahren muss die Erweichungstemperatur mindestens 90 °C und die Schmelztemperatur mindestens 100 °C betragen.

6.4. Prüfdruck

Der Prüfdruck bei der Herstellung muss mindestens 30 MPa betragen.

6.5. Berstdrücke und Spannungsverhältnisse der Fasern

Bei allen Zylindertypen darf der tatsächliche Mindestberstdruck nicht unter den in Tabelle 6.3 dieses Anhangs angegebenen Werten liegen. Bei Zylindern der Typen CNG-2, CNG-3 und CNG-4 muss die Verbundwerkstoff-Umwicklung für eine hohe Betriebssicherheit bei Dauerbelastung und zyklischer Belastung ausgelegt sein. Diese Betriebssicherheit besteht, wenn die in Tabelle 6.3 dieses Anhangs angegebenen Werte für die Spannungsverhältnisse der Verstärkungsfasern des Verbundwerkstoffs erreicht oder überschritten werden. Das Spannungsverhältnis wird definiert als der Quotient aus der Spannung in der Faser beim festgelegten Mindestberstdruck und der Spannung in der Faser bei Arbeitsdruck. Das Berstverhältnis wird definiert als der tatsächliche Berstdruck des Zylinders dividiert durch den Arbeitsdruck. Bei den Konstruktionen des Typs CNG-4 sind Spannungsverhältnis und Berstverhältnis identisch. Bei Zylindern der Typen CNG-2 und CNG-3 (mit Metallinnenbehälter und Verbundwerkstoff-Umwicklung) ist bei der Berechnung des Spannungsverhältnisses Folgendes zu beachten:

- a) Das Analyseverfahren muss für Werkstoffe mit nicht linearem Verhalten geeignet sein (spezielles Rechnerprogramm oder Programm für Finite-Elemente-Analyse);
- b) die elasto-plastische Spannungs-Dehnungskurve für den Werkstoff des Innenbehälters muss bekannt und richtig wiedergegeben sein;
- c) die mechanischen Eigenschaften der Verbundwerkstoffe müssen richtig wiedergegeben sein;
- d) die Berechnungen sind bei Autofrettedruck, Nulldruck nach Autofrettage, Arbeits- und Mindestberstdruck vorzunehmen;
- e) Vorbeanspruchungen durch Wicklungsspannung müssen bei der Analyse berücksichtigt werden;
- f) der Mindestberstdruck ist so zu wählen, dass der Quotient aus berechneter Spannung bei Mindestberstdruck und berechneter Spannung bei Arbeitsdruck dem für die verwendete Faser vorgeschriebenen Spannungsverhältnis entspricht;
- g) bei Zylindern mit zwei oder mehr verschiedenen Verstärkungsfasertypen ist die Lastverteilung zu berücksichtigen, die sich aus den unterschiedlichen Elastizitätsmodulen der Fasertypen ergibt. Für jeden einzelnen Fasertyp muss das Spannungsverhältnis den Angaben in Tabelle 6.3 dieses Anhangs entsprechen. Die Spannungsverhältnisse können auch mithilfe von Dehnungsmessstreifen überprüft werden. Ein mögliches Verfahren ist in der der Information dienenden Anlage E dieses Anhangs beschrieben.

6.6. Spannungsberechnung

Zur Bestimmung der Mindest-Konstruktionswanddicken ist eine Spannungsberechnung vorzunehmen. Bei Verbundkonstruktionen sind dabei auch die Spannungen in den Innenbehältern und den Fasern zu ermitteln.

6.7. Beurteilung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens

Bei Zylindern der Typen CNG-1, CNG-2 und CNG-3 ist das Leck-vor-Bruch-Verhalten zu prüfen. Diese Prüfung ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.6 durchzuführen. Die Prüfung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens ist nicht erforderlich bei Zylinder Ausführungen, bei denen die Prüfung nach Anlage A Absatz A.13 dieses Anhangs eine Dauerfestigkeit von mehr als 45 000 Druckzyklen ergeben hat. Zwei Verfahren zur Beurteilung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens sind in Anlage F dieses Anhangs beschrieben.

6.8. Überprüfung und Prüfung

Im Rahmen der Fertigungskontrolle sind Programme und Verfahren anzugeben für:

- a) die Fertigungskontrolle, Prüfungen und Annahmekriterien und
- b) die regelmäßige Überprüfung während der Nutzung, Prüfungen und Annahmekriterien. Die Zeitabstände zwischen den regelmäßigen Sichtprüfungen der Zylinderäußenflächen müssen den Vorschriften von Absatz 4.1.4 dieses Anhangs entsprechen, sofern die Typgenehmigungsbehörde nichts anderes bestimmt. Der Hersteller muss die Kriterien für die Zurückweisung bei der regelmäßigen Sichtprüfung anhand der Ergebnisse von Druckzyklusprüfungen festlegen, die an Zylindern mit Rissen durchgeführt wurden. Hinweise für die Gestaltung der Anweisungen des Herstellers für Handhabung, Verwendung und Überprüfung der Zylinder finden sich in Anlage G zu diesem Anhang.

6.9. Feuerschutz

Alle Zylinder müssen durch Druckentlastungsvorrichtungen gegen Feuer geschützt sein. Der Zylinder, seine Werkstoffe, die Druckentlastungsvorrichtungen und gegebenenfalls eine zusätzliche Isolierung oder zusätzliches Schutzmaterial müssen so ausgelegt sein, dass sie bei der in Anlage A Absatz A.15 dieses Anhangs beschriebenen Feuerschutzprüfung gemeinsam eine ausreichende Sicherheit gewährleisten.

Druckentlastungsvorrichtungen sind nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.24 dieses Anhangs zu prüfen.

6.10. Öffnungen

6.10.1. Allgemeines

Öffnungen sind nur an den Stirnseiten zulässig. Die Mittellinie der Öffnungen muss mit der Längsachse des Zylinders zusammenfallen. Gewinde müssen glatt geschnitten, gleichmäßig, ohne Oberflächenfehler und lehrenhaltig sein.

6.11. Zylinderhalterungen

Der Hersteller muss angeben, mit welchen Mitteln die Zylinder am Fahrzeug befestigt werden. Er muss ferner Einbauanweisungen für die Halterungen mitliefern, in denen die Spannkraft und das Anzugsdrehmoment angegeben sind, mit denen die erforderliche Haltekraft erreicht wird, ohne dass der Zylinder übermäßig beansprucht oder seine Oberfläche beschädigt wird.

6.12. Äußerer Schutz gegen Umwelteinflüsse

Die Außenfläche der Zylinder muss den in Anlage A Absatz A.14 dieses Anhangs genannten Anforderungen für die Prüfung unter Umgebungsbedingungen entsprechen. Der äußere Schutz kann gewährleistet werden durch:

- a) eine Oberflächenbehandlung, durch die ein ausreichender Schutz erreicht wird (z. B. auf Aluminium aufgespritzte Metallbeschichtung, Eloxierung) oder
- b) Verwendung eines geeigneten Faser- und Grundmaterials (z. B. Kohlenstofffaser in Harz) oder
- c) einen Schutzüberzug (z. B. organischer Überzug, Farbe), der den Anforderungen von Anlage A Absatz A.9 dieses Anhangs entspricht.

Durch das Aufbringen von Überzügen auf Zylinder dürfen deren mechanische Eigenschaften nicht nachteilig beeinflusst werden. Durch den Überzug soll die spätere Überprüfung während der Nutzung erleichtert werden, wobei der Hersteller angeben muss, wie ein solcher Überzug bei der Überprüfung zu behandeln ist, damit Schäden am Zylinder ausgeschlossen sind.

Die Hersteller werden auf die der Information dienende Anlage H zu diesem Anhang verwiesen; darin wird eine Prüfung des Zylinders unter Umgebungsbedingungen beschrieben, bei der u. a. die Eignung von Überzügen beurteilt wird.

6.13. Konstruktionszulassungsprüfungen

Für die Genehmigung eines Zylindertyps muss nachgewiesen werden, dass der Werkstoff, die Konstruktion, die Fertigung und die Prüfung für die vorgesehene Verwendung geeignet sind; dazu müssen die Anforderungen der in Tabelle 6.1 dieses Anhangs zusammengefassten Werkstoffzulassungsprüfungen und der in Tabelle 6.4 dieses Anhangs zusammengefassten Zylinderzulassungsprüfungen erfüllt sein, wobei diese Prüfungen nach den in Anlage A dieses Anhangs beschriebenen Verfahren durchzuführen sind. Die zuständige Behörde wählt die Prüfzylinder oder -innenbehälter aus und überwacht die Prüfungen. Wenn mehr als die in diesem Anhang vorgesehenen Zylinder oder Innenbehälter geprüft werden, sind alle Ergebnisse aufzuzeichnen.

6.14. Produktionslosprüfungen

Die in diesem Anhang für jeden Zylindertyp angegebenen Produktionslosprüfungen sind an Zylindern oder Innenbehältern durchzuführen, die jedem Los von fertigen Zylindern oder Innenbehältern zu entnehmen sind. Wärmebehandelte Proben, die nachweislich für fertige Zylinder oder Innenbehälter repräsentativ sind, können ebenfalls verwendet werden. Die für jeden Zylindertyp vorgeschriebenen Produktionslosprüfungen sind in Tabelle 6.5 dieses Anhangs aufgeführt.

6.15. Produktionskontrollen und -prüfungen

6.15.1. Allgemeines

Produktionskontrollen und -prüfungen sind an allen Zylindern eines Produktionsloses durchzuführen. Jeder Zylinder ist während der Fertigung und nach der Fertigstellung folgendermaßen zu prüfen:

- a) durch Ultraschallabtastung von Metallzylindern und Metallinnenbehältern nach BS 5045 Teil 1 Anhang B (oder ein nachweislich gleichwertiges Verfahren), um zu bestätigen, dass die vorhandene maximale Defektgröße kleiner ist als in den Konstruktionsunterlagen angegeben;
- b) durch eine Nachprüfung, um festzustellen, ob bei den entscheidenden Abmessungen und der Masse des fertigen Zylinders und gegebenenfalls bei denen des Innenbehälters und der Umhüllung die Konstruktionstoleranzen eingehalten sind;
- c) durch eine Nachprüfung, um festzustellen, ob die angegebene Oberflächenbehandlung vorgenommen wurde, wobei besonders auf tiefgezogene Oberflächen und Falze oder Nähte am Hals oder am Ansatz von geschmiedeten oder im Schleudergussverfahren hergestellten Böden oder Öffnungen zu achten ist;
- d) Überprüfung der Aufschriften;
- e) Härteprüfungen an Metallzylindern und Metallinnenbehältern nach Anlage A Absatz A.8 dieses Anhangs sind nach der abschließenden Wärmebehandlung durchzuführen, die dabei ermittelten Werte müssen in dem für die jeweilige Konstruktion angegebenen Bereich liegen;
- f) hydrostatische Druckprüfung nach Anlage A Absatz A.11 dieses Anhangs.

Eine Zusammenfassung der Prüfungen wesentlicher Merkmale, die im Rahmen der Produktionskontrolle an jedem Zylinder vorzunehmen sind, findet sich in Tabelle 6.6 dieses Anhangs.

6.15.2. Maximale Defektgröße

Bei Zylindern der Typen CNG-1, CNG-2 und CNG-3 ist für jede Stelle des Metallzylinders oder Metallinnenbehälters die maximale Größe des Defekts zu bestimmen, der während der angegebenen Betriebsdauer nicht auf eine kritische Größe wächst. Die kritische Defektgröße wird als der kleinste Defekt in der Wanddicke des Zylinders oder Innenbehälters definiert, der ein Austreten von Gas ohne Bruch des Zylinders ermöglicht. Defektgrößen, die als Kriterien für die Zurückweisung bei der Ultraschallprüfung oder einer anderen gleichwertigen Prüfung festgelegt werden, müssen kleiner als die maximal zulässigen Defektgrößen sein. Bei Zylindern der Typen CNG-2 und CNG-3 ist anzunehmen, dass der Verbundwerkstoff durch zeitabhängige Vorgänge nicht geschädigt wird; die zulässige Defektgröße für zerstörungsfreie Prüfungen ist nach einem geeigneten Verfahren zu bestimmen. Zwei dieser Verfahren sind in der der Information dienenden Anlage F dieses Anhangs beschrieben.

6.16. Nichterfüllung der Prüfanforderungen

Werden Prüfanforderungen nicht erfüllt, ist eine erneute Prüfung oder eine erneute Wärmebehandlung mit anschließender Prüfung wie folgt durchzuführen:

- a) Gibt es Hinweise darauf, dass bei der Prüfung fehlerhaft vorgegangen wurde oder ein Messfehler aufgetreten ist, ist eine weitere Prüfung vorzunehmen. Ist das Ergebnis dieser Prüfung zufriedenstellend, wird die erste Prüfung nicht berücksichtigt;
- b) wurde bei der Prüfung korrekt vorgegangen, ist zu ermitteln, warum ihre Anforderungen nicht erfüllt wurden.

Wird angenommen, dass die Nichterfüllung auf die Wärmebehandlung zurückzuführen ist, kann der Hersteller alle Zylinder des betroffenen Produktionsloses einer weiteren Wärmebehandlung unterziehen.

Ist die Nichterfüllung nicht auf die Wärmebehandlung zurückzuführen, sind alle fehlerhaften Zylinder zurückzuweisen oder nach einem anerkannten Verfahren instandzusetzen. Die nicht zurückgewiesenen Zylinder gelten dann als neues Produktionslos.

In beiden Fällen ist das neue Produktionslos erneut zu prüfen. Alle zum Nachweis der Annehmbarkeit des neuen Produktionsloses erforderlichen Typ- und Losprüfungen sind zu wiederholen. Ist das Ergebnis einer oder mehrerer Prüfungen auch nur teilweise nicht zufriedenstellend, sind alle Zylinder des Produktionsloses zurückzuweisen.

6.17. Konstruktionsänderung

Eine Konstruktionsänderung ist jede Änderung der Werkstoffe oder der Abmessungen, die nicht im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen liegt.

Bei der Zulassung kleinerer Konstruktionsänderungen kann mit einem reduzierten Prüfprogramm gearbeitet werden. Bei den in Tabelle 6.7 aufgeführten Konstruktionsänderungen sind die dort angegebenen Konstruktionszulassungsprüfungen durchzuführen.

Tabelle 6.1

Werkstoffzulassungsprüfung

	Entsprechender Absatz dieses Anhangs				
	Stahl	Aluminium	Harze	Fasern	Kunststoffin- nenbehälter
Zugeigenschaften	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Eigenschaften bei Aufprall	6.3.2.3				
Biegeverhalten	6.3.2.4				
Prüfung der Schweißnähte	6.3.2.5				
Spannungsrissbeständigkeit bei Prüfung in Sulfidlösung	6.3.2.6				
Prüfung der Rissbildung bei Dauerbelastung		6.3.3.3			
Spannungsrisskorrosion		6.3.3.2			
Scherfestigkeit			6.3.4.2		
Verglasungstemperatur			6.3.4.3		
Erweichungs-/Schmelztemperatur					6.3.6
Bruchmechanik (*)	6.7	6.7			

(*) Nicht erforderlich, wenn nach Anlage A Absatz A.7 dieses Anhangs gerissene Zylinder verwendet werden.

Tabelle 6.2

Annahmegrenzwerte für die Aufprallprüfung

Zylinderdurchmesser D (mm)	> 140			≤ 140
	quer			
Prüfrichtung	quer			längs
Breite des Prüfstücks (mm)	3-5	> 5-7,5	> 7,5-10	3 bis 5
Prüftemperatur [°C]	- 50			- 50
Aufprallfestigkeit (J/cm ²)				
Mittelwert von 3 Prüfständen	30	35	40	60
Einzelnes Prüfstück	24	28	32	48

Tabelle 6.3

Mindestwerte des tatsächlichen Berstdrucks und des Spannungsverhältnisses

	CNG-1 Ganzmetall- konstruktion	CNG-2 In Richtung des Umfangs umwickelt		CNG-3 Vollständig umwickelt		CNG-4 Vollverbundkonstruktion	
	Berstdruck (MPa)	Spannungs- verhältnis (MPa)	Berstdruck (MPa)	Spannungs- verhältnis (MPa)	Berstdruck (MPa)	Spannungs- verhältnis (MPa)	Berstdruck (MPa)
Ganzmetall- konstruk- tion	45						
Glas		2,75	50 ¹	3,65	70 ¹	3,65	73
Aramid		2,35	47	3,10	60 ¹	3,1	62
Kohlenstoff		2,35	47	2,35	47	2,35	47
Hybridwerk- stoff		2		2		2	

Anmerkung 1 — Tatsächlicher Mindestberstdruck. Außerdem sind Berechnungen nach den Vorschriften von Absatz 6.5 dieses Anhangs anzustellen, um zu bestätigen, dass die vorgeschriebenen Mindestwerte des Spannungsverhältnisses eingehalten sind.

Anmerkung 2 — Die Werte für das Spannungsverhältnis und den Berstdruck sind nach den Vorschriften von Absatz 6.5 dieses Anhangs zu berechnen.

Tabelle 6.4

Zylinderzulassungsprüfungen

Prüfung und entsprechender Anhang	Zylindertyp			
	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12 Berstprüfung	X *	X	X	X
A.13 Zyklusprüfung bei Umgebungstemperatur	X *	X	X	X
A.14 Prüfung unter Säureeinwirkung		X	X	X
A.15 Feuersicherheitsprüfung		X	X	X
A.16 Durchschlagprüfung	X	X	X	X
A.17 Risstoleranzprüfung	X	X	X	X
A.18 Zeitstandsprüfung bei hoher Temperatur		X	X	X
A.19 Spannungsbruch		X	X	X
A.20 Fallprüfung			X	X
A.21 Permeationsprüfung				X
A.24 Anforderungen an Druckentlastungsvorrichtungen		X	X	X
A.25 Verdrehungsfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen	X			X
A.27 Erdgas-Zyklusprüfung				X

Prüfung und entsprechender Anhang	Zylindertyp			
	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.6 Beurteilung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens		X	X	
A.7 Zyklusprüfung bei extremen Temperaturen	X	X	X	X

X = Vorgeschrieben.

* = Nicht erforderlich für Zylinder nach ISO 9809 (diese Prüfungen sind in ISO 9809 bereits vorgeschrieben).

Tabelle 6.5

Produktionslosprüfungen

Prüfung und entsprechender Anhang	Zylindertyp			
	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12 Berstprüfung	X	X	X	X
A.13 Zyklusprüfung bei Umgebungstemperatur	X	X	X	X
A.1 Zugprüfung	X	X †	X †	
A.2 Aufprallprüfung (Stahl)	X	X †	X †	
A.9.2 Überzug*	X	X	X	X

X = Vorgeschrieben.

* = Außer wenn kein Schutzüberzug vorhanden ist.

† = Prüfungen am Werkstoff des Innenbehälters.

Tabelle 6.6

Prüfungen wesentlicher Merkmale

Typ	Zylindertyp			
	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
Zu prüfendes Merkmal				
Entscheidende Abmessungen	X	X	X	X
Oberflächenbehandlung	X	X	X	X
Risse (Ultraschallprüfung oder gleichwertiges Verfahren)	X	X	X	
Härte der Metallzylinder und Metallinnenbehälter	X	X	X	
Druckfestigkeit (hydrostatische Prüfung)	X	X	X	X
Dichtigkeit				X
Aufschriften	X	X	X	X

X = Vorgeschrieben.

Tabelle 6.7

Konstruktionsänderung

Konstruktionsänderung	Art der Prüfung								
	Hydrostatische Berstprüfung A.12	Zyklusprüfung bei Umgebungstemperatur A.13	Prüfung unter Säureeinwirkung A.14	Feuersicherheitsprüfung A.15	Durchschlagprüfung A.16	Risstoleranzprüfung A.17	Zeitstandprüfung bei hohen Temperaturen A.18 Spannungsbruch A.19 Fallprüfung A.20	Permeationsprüfung A.21 CNG Verdrehfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen A.25 Zyklusprüfung A.27	Anforderungen an Druckentlastungsvorrichtungen A.24
Faserhersteller	X	X					X *	X †	
Werkstoff des Metallzylinders oder Metallinnenbehälters	X	X	X *	X	X *	X	X *		
Werkstoff des Kunststoffinnenbehälters		X	X					X †	
Faserwerkstoff	X	X	X	X	X	X	X	X †	
Harzwerkstoff			X		X	X	X		
Durchmesseränderung ≤ 20 %	X	X							
Durchmesseränderung > 20 %	X	X		X	X *	X			
Längenänderung ≤ 50 %	X			X ‡					
Längenänderung > 50 %	X	X		X ‡					
Änderung des Arbeitsdrucks ≤ 20 % [@]	X	X							
Form des Endbodens	X	X						X †	
Größe der Öffnung	X	X							
Änderung des Überzugs			X						
Ausführung des Anschlussstutzens								X †	
Änderung des Fertigungsverfahrens	X	X							
Druckentlastungsvorrichtung				X					X

X = Vorgeschrieben.

* Prüfung für Ganzmetallkonstruktionen (CNG-1) nicht vorgeschrieben.

† Prüfung nur für Ausführungen in Vollverbundkonstruktion (CNG-4) vorgeschrieben.

‡ Prüfung nur bei Vergrößerung der Länge vorgeschrieben.

@ Nur bei Änderung der Wanddicke proportional zur Änderung des Durchmessers und/oder des Drucks.

7. METALLZYLINDER TYP CNG-1

7.1. Allgemeines

In den Konstruktionsunterlagen ist die maximale Größe eines an beliebiger Stelle des Zylinders zulässigen Defekts anzugeben, der bei Betrieb des Zylinders mit dem Arbeitsdruck bis zur nächsten fälligen Prüfung oder, falls keine erneute Prüfung vorgesehen ist, während der Betriebsdauer nicht auf eine kritische Größe wächst. Das Leck-vor-Bruch-Verhalten ist nach den in Anlage A Absatz A.6 dieses Anhangs beschriebenen Verfahren zu ermitteln. Die zulässige Defektgröße ist nach den Vorschriften von Absatz 6.15.2 zu bestimmen.

Bei Zylindern, die nach der ISO-Norm 9809 konstruiert sind und allen Anforderungen dieser Norm entsprechen, brauchen nur die Anforderungen der Werkstoffprüfung nach Absatz 6.3.2.4 und der Zylinderzulassungsprüfung nach Absatz 7.5 (ausgenommen Absätze 7.5.2 und 7.5.3) erfüllt zu sein.

7.2. Spannungsberechnung

Die Spannungen im Zylinder sind für 2 MPa und 20 MPa, den Prüfdruck und den Konstruktionsberstdruck zu berechnen. Bei den Berechnungen sind geeignete, auf der Theorie dünner Schalen beruhende Analyseverfahren anzuwenden, bei denen zur Ermittlung der Spannungsverteilung am Hals, in Übergangsbereichen und am zylindrischen Teil die Biegebeanspruchung der Zylinderschale senkrecht zur Schalenebene berücksichtigt wird.

7.3. Vorschriften für Fertigungs- und Produktionsprüfungen

7.3.1. Allgemeines

Die Enden von Aluminiumzylindern dürfen nicht durch Umformen geschlossen werden. Die durch Umformen geschlossenen unteren Enden von Stahlzylindern sind zerstörungsfreien Prüfungen oder gleichwertigen Prüfungen zu unterziehen; dies gilt nicht für Zylinder, die nach ISO 9809 konstruiert sind. Zum Schließen der Enden darf kein zusätzliches Metall verwendet werden. An jedem Zylinder müssen vor dem Formen der Enden die Wanddicke und die Oberflächenbehandlung geprüft werden.

Nach dem Formen der Enden sind die Zylinder einer Wärmebehandlung zu unterziehen, bei der sie auf eine Härte in dem für die Ausführung angegebenen Bereich gebracht werden. Eine örtliche Wärmebehandlung ist nicht zulässig.

Sind ein Ring am oberen oder unteren Ende oder Halterungen vorgesehen, so müssen sie aus einem Werkstoff bestehen, der mit dem des Zylinders verträglich ist, und fest angebracht sein, jedoch nicht durch Schweißen, Hart- oder Weichlöten.

7.3.2. Zerstörungsfreie Prüfungen

Folgende Prüfungen sind an jedem Metallzylinder durchzuführen:

- a) Härteprüfung nach Anlage A Absatz A.8 dieses Anhangs,
- b) Ultraschallprüfung nach BS 5045, Teil 1 Anhang I oder andere nachweislich gleichwertige zerstörungsfreie Prüfung, um sicherzustellen, dass die maximale Defektgröße nicht größer ist als die nach Absatz 6.15.2 bestimmte und in den Konstruktionsunterlagen angegebene.

7.3.3. Hydrostatische Druckprüfung

An jedem fertigen Zylinder ist eine hydrostatische Druckprüfung nach Anlage A Absatz A.11 dieses Anhangs durchzuführen.

7.4. Produktionslosprüfungen an Zylindern

Produktionslosprüfungen sind an fertigen Zylindern durchzuführen, die für die normale Produktion repräsentativ und mit allen Kennzeichnungen versehen sind. Jedem Los sind zwei nach dem Zufallsprinzip ausgewählte Zylinder zu entnehmen. Auch wenn mehr als die in diesem Anhang vorgesehenen Zylinder geprüft werden, sind alle Ergebnisse aufzuzeichnen. An diesen Zylindern sind mindestens folgende Prüfungen durchzuführen:

- a) Werkstoffprüfungen (Losprüfungen). Ein Zylinder oder eine für einen fertigen Zylinder repräsentative wärmebehandelte Probe wird folgenden Prüfungen unterzogen:
 - i) einer Überprüfung der entscheidenden Abmessungen anhand der Konstruktionsunterlagen;

- ii) einer Zugprüfung nach Anlage A Absatz A.1 dieses Anhangs, wobei die in den Konstruktionsunterlagen angegebenen Werte erreicht werden müssen;
- iii) bei Stahlzylindern drei Aufprallprüfungen nach Anlage A Absatz A.2 dieses Anhangs, wobei die Anforderungen von Absatz 6.3.2.3 zu erfüllen sind;
- iv) ist ein Schutzüberzug Teil der Konstruktion, so ist er nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.9.2 dieses Anhangs zu prüfen.

Bei allen Zylindern, die die Anforderungen einer Produktionslosprüfung nicht erfüllen, ist vorzugehen wie in Absatz 6.16 beschrieben.

Erfüllt der Überzug nicht die Anforderungen von Anlage A Absatz A.9.2 dieses Anhangs, ist das Los zu 100 % zu prüfen, damit ähnlich fehlerhafte Zylinder ausgesondert werden können. An allen fehlerhaften Zylindern darf der Überzug entfernt und neu aufgebracht werden. Anschließend ist die Produktionslosprüfung des Überzugs zu wiederholen;

- b) Berstprüfung (Losprüfung). Ein Zylinder wird nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.12 dieses Anhangs bis zum Bersten unter hydrostatischen Druck gesetzt.

Liegt der Berstdruck unter dem niedrigsten errechneten Wert, ist vorzugehen wie in Absatz 6.16 beschrieben.

- c) Regelmäßige Druckzyklusprüfung. An fertigen Zylindern wird eine Druckzyklusprüfung nach Anlage A Absatz A.13 dieses Anhangs mit folgender Häufigkeit vorgenommen:

- i) Ein Zylinder aus jedem Los muss für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer 1 000 Mal zyklisch unter Druck gesetzt werden, wobei insgesamt mindestens 15 000 Zyklen erreicht werden müssen;
- ii) wenn bei 10 nacheinander hergestellten Produktionslosen einer Bauartfamilie (ähnliche Werkstoffe und Fertigungsverfahren) keiner der nach Ziffer i zyklisch unter Druck gesetzten Zylinder bei weniger als 1 500 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer (insgesamt mindestens 22 500 Zyklen) undicht wird oder bricht, kann die Druckzyklusprüfung auf einen Zylinder aus jeweils 5 Losen einer Produktion beschränkt werden;
- iii) wenn bei 10 nacheinander hergestellten Produktionslosen einer Bauartfamilie keiner der nach Ziffer i zyklisch unter Druck gesetzten Zylinder bei weniger als 2 000 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer (insgesamt mindestens 30 000 Zyklen) undicht wird oder bricht, kann die Druckzyklusprüfung auf einen Zylinder aus jeweils 10 Losen einer Produktion beschränkt werden;
- iv) wenn seit der Herstellung des letzten Produktionsloses mehr als 6 Monate vergangen sind, ist ein Zylinder des nächsten Loses einer Druckzyklusprüfung zu unterziehen, damit die geringere Prüfungshäufigkeit nach den Ziffern ii und iii beibehalten werden kann;
- v) ist nach Ziffer ii oder iii die Druckzyklusprüfung mit geringerer Häufigkeit zulässig und hält ein Prüfzylinder der vorgeschriebenen Zahl von Druckzyklen (mindestens 22 500 bzw. 30 000) nicht stand, muss für mindestens 10 Lose zur Prüfungshäufigkeit nach Ziffer i zurückgekehrt werden, damit die Voraussetzungen für eine geringere Prüfungshäufigkeit nach Ziffer ii oder iii wieder erfüllt werden;
- vi) wenn ein Zylinder bei der Prüfung nach Ziffer i, ii oder iii der vorgeschriebenen Zahl von 1 000 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer (mindestens 15 000 Zyklen) nicht standhält, ist die Ursache dafür zu ermitteln und nach dem Verfahren von Absatz 6.16 dieses Anhangs zu beseitigen. Die Druckzyklusprüfung ist dann an drei zusätzlichen Zylindern des betreffenden Loses zu wiederholen. Hält einer dieser zusätzlich geprüften Zylinder den vorgeschriebenen 1 000 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer nicht stand, ist das Los zurückzuweisen.

7.5. Zylinderzulassungsprüfungen

7.5.1. Allgemeines

Zulassungsprüfungen sind an fertigen Zylindern durchzuführen, die für die normale Produktion repräsentativ und mit allen Kennzeichen versehen sind. Für die Auswahl der Zylinder, die Überwachung der Prüfungen und die Aufzeichnung der Ergebnisse gelten die Vorschriften von Absatz 6.13.

7.5.2. Hydrostatische Druckprüfung (Berstprüfung)

Drei für die Produktion repräsentative Zylinder sind nach Anlage A Absatz A.12 dieses Anhangs bis zum Bersten unter hydrostatischen Druck zu setzen. Der Berstdruck muss größer sein als der bei der Spannungsbeziehung für die Bauart ermittelte Mindestberstdruck und mindestens 45 MPa betragen.

7.5.3. Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur.

Zwei fertige Zylinder werden nach Anlage A Absatz A.13 dieses Anhangs bei Umgebungstemperatur so lange zyklisch unter Druck gesetzt, bis sie versagen oder mindestens 45 000 Zyklen erreicht sind. Die Zylinder dürfen nicht versagen, bevor 1 000 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer erreicht sind. Zylinder, die mehr als 1 000 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer überstehen, dürfen durch Leckage, aber nicht durch Bruch versagen. Zylinder, die nach 45 000 Zyklen nicht versagen, sind bis zum Versagen weiter zu prüfen oder bis zum Bersten hydrostatisch unter Druck zu setzen. Die Zahl der Zyklen bis zum Versagen und die entsprechende Stelle am Zylinder sind aufzuzeichnen.

7.5.4. Feuerschutzprüfung

Die Prüfungen sind nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.15 dieses Anhangs durchzuführen, die dort angegebenen Prüfanforderungen müssen erfüllt werden.

7.5.5. Durchschlagprüfung

Die Prüfung ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.16 dieses Anhangs durchzuführen, die dort angegebenen Prüfanforderungen müssen erfüllt werden.

7.5.6. Leck-vor-Bruch-Verhalten

Bei Zylinderbauarten, bei denen die Prüfung nach Absatz 7.5.3 mit nicht mehr als 45 000 Zyklen durchgeführt wurde, sind die Prüfungen des Leck-vor-Bruch-Verhaltens nach Anlage A Absatz A.6 dieses Anhangs durchzuführen, und die dort angegebenen Prüfanforderungen müssen erfüllt werden.

8. IN RICHTUNG DES UMFANGS UMWICKELTE ZYLINDER DES TYPUS CNG-2

8.1. Allgemeines

Während der Druckbeaufschlagung verhalten Zylinder dieser Bauart sich so, dass die Verschiebungen der Verbundwerkstoff-Umwicklung und des Metallinnenbehälters linear überlagert sind. Weil die Fertigungsverfahren unterschiedlich sind, ist in diesem Anhang keine bestimmte Konstruktionsmethode angegeben.

Das Leck-vor-Bruch-Verhalten ist nach den in Anlage A Absatz A.6 dieses Anhangs beschriebenen Verfahren zu ermitteln. Die zulässige Defektgröße ist nach den Vorschriften von Absatz 6.15.2 zu bestimmen.

8.2. Vorschriften für die Konstruktion

8.2.1. Metallinnenbehälter

Der tatsächliche Berstdruck des Metallinnenbehälters muss mindestens 26 MPa betragen.

8.2.2. Verbundwerkstoff-Umwicklung

Die Zugspannung in den Fasern muss den Vorschriften von Absatz 6.5 entsprechen.

8.2.3. Spannungsberechnung

Es sind die Spannungen im Verbundwerkstoff und im Innenbehälter nach Vorbeanspruchung zu berechnen. Die diesen Berechnungen zugrunde gelegten Drücke sind Null, 2 MPa, 20 MPa (Prüfdruck) und der Konstruktionsberstdruck. Bei den Berechnungen sind geeignete, auf der Theorie dünner Schalen beruhende Analyseverfahren anzuwenden, bei denen zur Ermittlung der Spannungsverteilung am Hals, in Übergangsbereichen und am zylindrischen Teil das nicht lineare Verhalten des Werkstoffs berücksichtigt wird.

Bei Ausführungen, bei denen die Vorspannung durch Autofrettage erzeugt wird, sind die Grenzwerte zu berechnen, zwischen denen der Autofrettagedruck liegen muss.

Bei Ausführungen, bei denen die Vorspannung durch Umwickeln unter kontrollierter Spannung erzeugt wird, sind die Temperatur, bei der die Umwicklung ausgeführt wird, die in jeder Schicht des Verbundwerkstoffs erforderliche Zugspannung und die sich daraus ergebende Vorspannung im Innenbehälter zu berechnen.

8.3. Vorschriften für die Fertigung

8.3.1. Allgemeines

Verbundzylinder sind durch Umwickeln eines Innenbehälters mit Endlosfaser herzustellen. Das Wickeln der Faser muss durch einen Rechner oder mechanisch gesteuert werden. Die Faser wird unter kontrollierter Spannung aufgewickelt. Nach Abschluss der Wicklung müssen warm aushärtende Harze in einem vorher festgelegten und kontrollierten Zeit-Temperatur-Verlauf durch Erwärmen ausgehärtet werden.

8.3.2. Innenbehälter

Bei der Fertigung von Metallinnenbehältern sind die für die betreffende Ausführung geltenden Vorschriften von Absatz 7.3 zu beachten.

8.3.3. Umwicklung

Die Zylinder werden in einer Fadenwickelmaschine hergestellt. Während des Wickelvorgangs sind die wesentlichen Variablen auf Einhaltung der festgelegten Toleranzen zu überwachen und die Werte aufzuzeichnen. Zu diesen Variablen gehören unter anderem:

- a) Fasertyp einschließlich Schlichte,
- b) Art der Imprägnierung,
- c) Wickelspannung,
- d) Wickelgeschwindigkeit,
- e) Zahl der Rovings,
- f) Breite des Bandes,
- g) Art und Zusammensetzung des Harzes,
- h) Temperatur des Harzes,
- i) Temperatur des Innenbehälters.

8.3.3.1. Aushärtung warm aushärtender Harze

Wird ein warm aushärtendes Harz verwendet, muss es nach dem Wickeln der Faser ausgehärtet werden. Der Zeit-Temperatur-Verlauf während des Aushärtens ist aufzuzeichnen.

Die Härtetemperatur muss überwacht werden und darf die Eigenschaften des Innenbehälterwerkstoffs nicht nachteilig beeinflussen. Für Zylinder mit Aluminiuminnenbehältern beträgt die höchste zulässige Härtetemperatur 177 °C.

8.3.4. Autofrettage

Wird das Autofrettageverfahren angewandt, muss das vor der hydrostatischen Druckprüfung geschehen. Der Autofrettagedruck muss innerhalb der in Absatz 8.2.3 genannten Grenzwerte liegen, und der Hersteller muss das Verfahren zur Überprüfung des Autofrettagedrucks angeben.

8.4. Vorschriften für Produktionsprüfungen

8.4.1. Zerstörungsfreie Prüfungen

Zerstörungsfreie Prüfungen sind nach einer anerkannten ISO-Norm oder einer gleichwertigen Norm durchzuführen. Folgende Prüfungen sind an jedem metallischen Innenbehälter durchzuführen:

- a) Härteprüfung nach Anlage A Absatz A.8 dieses Anhangs,
- b) Ultraschallprüfung nach BS 5045 Teil 1 Anhang 1B oder andere nachweislich gleichwertige zerstörungsfreie Prüfung, um sicherzustellen, dass die maximale Defektgröße nicht größer ist als die in den Konstruktionsunterlagen angegebene.

8.4.2. Hydrostatische Druckprüfung

An jedem fertigen Zylinder ist eine hydrostatische Druckprüfung nach Anlage A Absatz A.11 dieses Anhangs durchzuführen. Der Hersteller muss für den verwendeten Prüfdruck den Grenzwert der bleibenden Volumenvergrößerung angeben, diese darf aber in keinem Fall mehr als 5 % der gesamten Volumenvergrößerung bei Prüfdruck betragen. Zylinder, die den festgelegten Annahmegrenzwert überschreiten, sind zurückzuweisen und entweder zu vernichten oder für Produktionslosprüfungen zu verwenden.

8.5. Produktionslosprüfungen an Zylindern

8.5.1. Allgemeines

Produktionslosprüfungen sind an fertigen Zylindern durchzuführen, die für die normale Produktion repräsentativ und mit allen Kennzeichnungen versehen sind. Aus jedem Los sind zwei Zylinder bzw. ein Zylinder und ein Innenbehälter nach dem Zufallsprinzip zu entnehmen. Auch wenn mehr als die in diesem Anhang vorgesehenen Zylinder oder Innenbehälter geprüft werden, sind alle Ergebnisse aufzuzeichnen. An den Zylindern sind mindestens folgende Prüfungen durchzuführen:

Wenn vor der Autofrettage oder der hydrostatischen Druckprüfung Defekte in der Umwicklung festgestellt werden, kann diese vollständig entfernt und ersetzt werden,

- a) Werkstoffprüfungen (Losprüfungen). Ein Zylinder, ein Innenbehälter oder eine für einen fertigen Zylinder repräsentative wärmebehandelte Probe wird folgenden Prüfungen unterzogen:
 - i) einer Überprüfung der entscheidenden Abmessungen anhand der Konstruktionsunterlagen;
 - ii) einer Zugprüfung nach Anlage A Absatz A.1 dieses Anhangs, wobei die in den Konstruktionsunterlagen angegebenen Werte erreicht werden müssen;
 - iii) bei Stahlzylindern drei Aufprallprüfungen nach Anlage A Absatz A.2 dieses Anhangs, wobei die in den Konstruktionsunterlagen genannten Anforderungen zu erfüllen sind;
 - iv) ist ein Schutzüberzug Teil der Konstruktion, so ist er nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.9.2 dieses Anhangs zu prüfen. Bei allen Zylindern oder Innenbehältern, die die Anforderungen einer Produktionslosprüfung nicht erfüllen, ist vorzugehen wie in Absatz 6.16 beschrieben.

Erfüllt der Überzug nicht die Anforderungen von Anlage A Absatz A.9.2 dieses Anhangs, ist das Los zu 100 % zu prüfen, damit ähnlich fehlerhafte Zylinder ausgesondert werden können. Bei allen fehlerhaften Zylindern darf der Überzug nach einem Verfahren entfernt werden, bei dem die Verbundwerkstoff-Umwicklung nicht beschädigt wird, und es darf ein neuer Überzug aufgebracht werden. Anschließend ist die Produktionslosprüfung des Überzugs zu wiederholen;

- b) Berstprüfung (Losprüfung). Ein Zylinder ist nach den Vorschriften des Absatzes 7.4 Buchstabe b zu prüfen;
- c) regelmäßige Druckzyklusprüfung. Nach den Vorschriften von Absatz 7.4 Buchstabe c.

8.6. Zylinderzulassungsprüfungen

8.6.1. Allgemeines

Zulassungsprüfungen sind an fertigen Zylindern durchzuführen, die für die normale Produktion repräsentativ und mit allen Kennzeichnungen versehen sind. Für die Auswahl der Zylinder, die Überwachung der Prüfungen und die Aufzeichnung der Ergebnisse gelten die Vorschriften von Absatz 6.13.

8.6.2. Hydrostatische Druckprüfung (Berstprüfung)

- a) Ein Innenbehälter wird nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.12 dieses Anhangs bis zum Bersten unter hydrostatischen Druck gesetzt. Der Berstdruck muss größer sein als der für die Ausführung des Innenbehälters angegebene Mindestberstdruck;
- b) drei Zylinder werden nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.12 dieses Anhangs bis zum Bersten unter hydrostatischen Druck gesetzt. Die Berstdrucke müssen größer sein als der durch Spannungsbeziehung in Übereinstimmung mit Tabelle 6.3 für die Bauart ermittelte Mindestberstdruck und dürfen in keinem Fall unter dem Wert liegen, der erforderlich ist, damit das in Absatz 6.5 vorgeschriebene Spannungsverhältnis erreicht wird.

8.6.3. Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur

Zwei fertige Zylinder werden nach Anlage A Absatz A.13 dieses Anhangs bei Umgebungstemperatur so lange zyklisch unter Druck gesetzt, bis sie versagen oder mindestens 45 000 Zyklen erreicht sind. Die Zylinder dürfen nicht versagen, bevor 1 000 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer erreicht sind. Zylinder, die mehr als 1 000 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer überstehen, dürfen durch Leckage, aber nicht durch Bruch versagen. Zylinder, die nach 45 000 Zyklen nicht versagen, sind bis zum Versagen weiter zu prüfen oder bis zum Bersten hydrostatisch unter Druck zu setzen. Zylinder, die mehr als 45 000 Zyklen standhalten, dürfen durch Bruch versagen. Die Zahl der Zyklen bis zum Versagen und die entsprechende Stelle am Zylinder sind aufzuzeichnen.

8.6.4. Prüfung unter Säureeinwirkung

Ein Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.14 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen. Eine freigestellte Prüfung unter Umgebungsbedingungen ist in der der Information dienenden Anlage H dieses Anhangs beschrieben.

8.6.5. Feuerschutzprüfung

Fertige Zylinder sind nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.15 dieses Anhangs zu prüfen und müssen die dort genannten Anforderungen erfüllen.

8.6.6. Durchschlagprüfung

Ein fertiger Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.16 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

8.6.7. Risstoleranzprüfungen

Ein fertiger Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.17 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

8.6.8. Zeitstandsprüfung bei hohen Temperaturen

Bei Ausführungen, bei denen die Verglasungstemperatur des Harzes die konstruktiv festgelegte maximale Werkstofftemperatur um weniger als 20 °C übersteigt, ist ein Zylinder nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.18 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

8.6.9. Beschleunigter Spannungsbruch

Ein fertiger Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.19 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

8.6.10. Leck-vor-Bruch-Verhalten

Bei Zylinderbauarten, bei denen die Prüfung nach Absatz 8.6.3 mit nicht mehr als 45 000 Zyklen durchgeführt wurde, sind die Prüfungen des Leck-vor-Bruch-Verhaltens nach Anlage A Absatz A.6 dieses Anhangs durchzuführen, und die dort angegebenen Prüfanforderungen müssen erfüllt werden.

8.6.11. Druckzyklusprüfung bei extremen Temperaturen

Ein fertiger Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.7 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

9. VOLLSTÄNDIG UMWICKELTE ZYLINDER TYP CNG-3

9.1. Allgemeines

Während der Druckbeaufschlagung zeigen Zylinder dieser Bauart ein Verhalten, bei dem die Verschiebungen der Verbundwerkstoff-Umwicklung und des Innenbehälters überlagert sind. Weil die Fertigungsverfahren unterschiedlich sind, ist in diesem Anhang keine bestimmte Konstruktionsmethode angegeben; das Leck-vor-Bruch-Verhalten ist nach dem Verfahren gemäß Anlage A Absatz A.6 dieses Anhangs zu ermitteln. Die zulässige Defektgröße ist nach den Vorschriften von Absatz 6.15.2 zu bestimmen.

9.2. Vorschriften für die Konstruktion

9.2.1. Metallinnenbehälter

Die Druckspannung im Innenbehälter unter Nulldruck und bei 15 °C darf kein Verbeulen oder Welligwerden des Innenbehälters bewirken.

9.2.2. Verbundwerkstoff-Umwicklung

Die Zugspannung in den Fasern muss den Vorschriften von Absatz 6.5 entsprechen.

9.2.3. Spannungsanalyse

Zu berechnen sind die Spannungen im Verbundwerkstoff und im Innenbehälter in tangentialer Richtung und in Längsrichtung des Zylinders nach der Druckbeaufschlagung. Die den Berechnungen zugrunde liegenden Drücke sind der Nulldruck, der Arbeitsdruck, 10 % des Arbeitsdrucks, der Prüfdruck und der Konstruktionsberstdruck. Die Grenzwerte, zwischen denen der zurückgegangene Autofrettagedruck liegen muss, sind zu berechnen. Bei den Berechnungen sind geeignete, auf der Theorie dünner Schalen beruhende Analyseverfahren anzuwenden, bei denen zur Ermittlung der Spannungsverteilung am Hals, in Übergangsbereichen und am zylindrischen Teil des Innenbehälters das nicht lineare Verhalten des Werkstoffs berücksichtigt wird.

9.3. Vorschriften für die Fertigung

Für die Herstellung gelten die Vorschriften des Absatzes 8.3 mit dem Zusatz, dass die Umwicklung auch schraubenförmig gewickelte Fasern enthalten muss.

9.4. Vorschriften für Produktionsprüfungen

Für die Produktionsprüfungen gelten die Vorschriften des Absatzes 8.4.

9.5. Produktionslosprüfungen an Zylindern

Für die Produktionslosprüfungen gelten die Vorschriften des Absatzes 8.5.

9.6. Zylinder-Konstruktionszulassungsprüfungen

Für die Konstruktionszulassungsprüfungen gelten die Vorschriften der Absätze 8.6 und 9.6.1; der Innenbehälter braucht jedoch nicht, wie in Absatz 8.6 vorgeschrieben, zum Bersten gebracht werden.

9.6.1. Fallprüfung

Ein oder mehrere fertige Zylinder sind einer Fallprüfung nach Anlage A Absatz A.30 dieses Anhangs zu unterziehen.

10. ZYLINDER DES TYPES CNG-4 IN VOLLVERBUNDKONSTRUKTION

10.1. Allgemeines

Wegen der Vielfalt der möglichen Zylinder Ausführungen wird hier keine bestimmte Methode für die Konstruktion von Zylindern mit Polymerinnenbehältern angegeben.

10.2. Vorschriften für die Konstruktion

Die Eignung der Konstruktion ist anhand von Berechnungen nachzuweisen. Die Zugspannung in den Fasern muss den Vorschriften von Absatz 6.5 entsprechen.

An Metallanschlussstutzen sind konische Gewinde nach Absatz 6.10.2 oder gerade Gewinde nach Absatz 6.10.3 vorzusehen.

Metallanschlussstutzen mit Gewindeöffnungen müssen einem Drehmoment von 500 Nm standhalten, ohne dass die Verbindung mit dem nichtmetallischen Innenbehälter beschädigt wird. Mit dem nichtmetallischen Innenbehälter verbundene Metallanschlussstutzen müssen aus einem Werkstoff bestehen, der für die in Absatz 4 dieses Anhangs beschriebenen Betriebsbedingungen geeignet ist.

10.3. Spannungsanalyse

Zu berechnen sind die Spannungen im Verbundwerkstoff und im Innenbehälter in tangentialer Richtung und in Längsrichtung des Zylinders. Die den Berechnungen zugrunde liegenden Drücke sind der Nulldruck, der Arbeitsdruck, der Prüfdruck und der Konstruktionsberstdruck. Bei der Berechnung sind geeignete Analyseverfahren anzuwenden, mit denen die Spannungsverteilung im gesamten Zylinder ermittelt wird.

10.4. Vorschriften für die Fertigung

Für die Fertigung gelten die Vorschriften des Absatzes 8.3, jedoch muss bei warm aushärtenden Harzen die Härtungstemperatur mindestens 10 °C unter der Erweichungstemperatur des Kunststoffinnenbehälters liegen.

10.5. Vorschriften für Produktionsprüfungen

10.5.1. Hydrostatische Druckprüfung

An jedem fertigen Zylinder ist eine hydrostatische Druckprüfung nach Anlage A Absatz A.11 dieses Anhangs durchzuführen. Der Hersteller muss den Grenzwert der elastischen Dehnung für den verwendeten Prüfdruck angeben, die elastische Dehnung darf aber bei keinem Zylinder den Durchschnittswert für das Los um mehr als 10 % übersteigen. Zylinder, die den festgelegten Annahmegrenzwert überschreiten, sind zurückzuweisen und entweder zu vernichten oder für Produktionslosprüfungen zu verwenden.

10.5.2. Dichtigkeitsprüfung

Jeder fertige Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.10 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

10.6. Produktionslosprüfungen an Zylindern

10.6.1. Allgemeines

Produktionslosprüfungen sind an fertigen Zylindern durchzuführen, die für die normale Produktion repräsentativ und mit allen Kennzeichen versehen sind. Jedem Los ist ein Zylinder nach dem Zufallsprinzip zu entnehmen. Auch wenn mehr als die in diesem Anhang vorgesehenen Zylinder geprüft werden, sind alle Ergebnisse aufzuzeichnen. An diesen Zylindern sind mindestens folgende Prüfungen durchzuführen:

a) Werkstoffprüfungen (Losprüfungen)

Ein Zylinder, ein Innenbehälter oder eine für einen fertigen Zylinder repräsentative Probe sind folgenden Prüfungen zu unterziehen:

- i) einer Überprüfung der entscheidenden Abmessungen anhand der Konstruktionsunterlagen;
- ii) einer Zugprüfung am Kunststoffinnenbehälter nach Anlage A Absatz A.22 dieses Anhangs, wobei die in den Konstruktionsanlagen angegebenen Werte erreicht werden müssen;
- iii) einer Prüfung der Schmelztemperatur des Kunststoffinnenbehälters nach Anlage A Absatz A.23 dieses Anhangs, wobei die in den Konstruktionsunterlagen angegebenen Werte erreicht werden müssen;
- iv) ist ein Schutzüberzug Teil der Konstruktion, ist er nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.9.2 dieses Anhangs zu prüfen. Erfüllt der Überzug nicht die Anforderungen von Anlage A Absatz A.9.2 dieses Anhangs, ist das Los zu 100 % zu prüfen, damit ähnlich fehlerhafte Zylinder ausgesondert werden können. Bei allen fehlerhaften Zylindern darf der Überzug nach einem Verfahren entfernt werden, bei dem die Verbundwerkstoff-Umwicklung nicht beschädigt wird, und es darf ein neuer Überzug aufgebracht werden. Anschließend ist die Produktionslosprüfung des Überzugs zu wiederholen.

b) Berstprüfung (Losprüfung)

Ein Zylinder ist nach den Vorschriften des Absatzes 7.4 Buchstabe b zu prüfen;

c) regelmäßige Druckzyklusprüfung

an einem Zylinder ist der Anschlussstutzen nach Anlage A Absatz A.25 dieses Anhangs mit einem Drehmoment von 500 Nm auf Verdrehfestigkeit zu prüfen. Anschließend ist der Zylinder wie in Absatz 7.4 Buchstabe c beschrieben einer Druckzyklusprüfung zu unterziehen.

Nach der vorgeschriebenen Druckzyklusprüfung ist der Zylinder nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.10 dieses Anhangs auf Dichtigkeit zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

10.7. Zylinderzulassungsprüfungen

10.7.1. Allgemeines

Für die Konstruktionszulassungsprüfungen gelten die Vorschriften der Absätze 8.6, 10.7.2, 10.7.3 und 10.7.4 dieses Anhangs, die Prüfung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens nach Absatz 8.6.10 kann jedoch entfallen.

10.7.2. Verdrehungsfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen

Ein Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.25 dieses Anhangs zu prüfen.

10.7.3. Permeationsprüfung

Ein Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.21 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

10.7.4. Erdgas-Zyklusprüfung

Ein fertiger Zylinder ist nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.27 dieses Anhangs zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen.

11. AUFSCHRIFTEN

11.1. Anbringung der Aufschriften

An jedem Zylinder muss der Hersteller deutlich lesbare, dauerhafte Aufschriften anbringen, die mindestens 6 mm hoch sind. Das geschieht mit in einen Harzüberzug eingebetteten oder aufgeklebten Schildern, mit Stempeln, die mit geringer Krafteinwirkung an den verdickten Enden der Zylindertypen CNG-1 und CNG-2 angebracht werden, oder mit einer Kombination aus diesen Möglichkeiten. Klebeschilder und ihre Anbringung müssen der Norm ISO 7225 oder einer gleichwertigen Norm entsprechen. Die Anbringung mehrerer Schilder ist zulässig; diese sollten so angeordnet werden, dass sie nicht durch Halterungen verdeckt werden. Jeder Zylinder, der den Vorschriften dieses Anhangs entspricht, ist mit folgenden Aufschriften zu versehen:

a) Vorgeschriebene Angaben:

- i) „NUR FÜR CNG“;
- ii) „NICHT NACH XX/XXXX VERWENDEN“, wobei XX/XXXX den Verfallsmonat und das Verfallsjahr angibt ⁽¹⁾;
- iii) Herstellerkennzeichnung;
- iv) Zylinderkennzeichnung (gültige Teilenummer und eine für jeden Zylinder nur einmal vergebene laufende Nummer);
- v) Arbeitsdruck und -temperatur;
- vi) Nummer der ECE-Regelung zusammen mit Zylindertyp und Registrierungsnummer;
- vii) für die Verwendung mit dem Zylinder zugelassene Druckentlastungsvorrichtungen und/oder Überdruckventile oder ein Hinweis für die Beschaffung von Information über zugelassene Feuerschutzsysteme;
- viii) werden Schilder verwendet, so muss jeder Zylinder eine eigene Kennnummer tragen, die an gut sichtbarer Stelle in eine Metalloberfläche eingeschlagen ist, damit die Rückverfolgung möglich ist, wenn das Schild unkenntlich ist.

b) Nicht zwingend vorgeschriebene Angaben:

Auf einem oder mehreren getrennten Schildern kann Folgendes angegeben werden:

- i) Gastemperaturbereich, z. B. – 40 °C bis 65 °C;
- ii) mit Wasser ermitteltes Nennvolumen des Zylinders auf zwei signifikante Stellen genau, z. B. 120 Liter;
- iii) Datum der ersten Druckprüfung (Monat und Jahr).

Die Aufschriften müssen in der hier angegebenen Reihenfolge angebracht werden, im Einzelfall kann ihre Anordnung jedoch den Platzverhältnissen entsprechend verändert werden. Die vorgeschriebenen Angaben können zum Beispiel wie folgt aufgeführt werden:

NUR FÜR CNG
NICHT NACH .../... VERWENDEN
Herstellernummer/Teilenummer/laufende Nummer
20 MPa/15 °C
ECE R 110 CNG-2 (Registrierungsnummer ...)
„Nur vom Hersteller zugelassene Druckentlastungsvorrichtungen verwenden“

⁽¹⁾ Das Verfallsdatum darf die angegebene Betriebsdauer nicht überschreiten. Es kann ab dem Zeitpunkt der Auslieferung festgelegt werden, wenn der Zylinder trocken und ohne Innendruck gelagert wurde.

12. VORBEREITUNG FÜR DEN VERSAND

Vor dem Versand aus dem Herstellerwerk muss jeder Zylinder innen sauber und trocken sein. Bei Zylindern, die nicht sofort durch ein Ventil oder durch Sicherheitsvorrichtungen verschlossen werden, sind alle Öffnungen mit Stopfen zu verschließen, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern und die Gewinde zu schützen. In Stahlzylinder und Stahlinnenbehälter ist vor dem Versand ein Korrosionsschutzmittel (das z. B. Öl enthält) zu sprühen.

Die Betriebserklärung des Herstellers und alle erforderlichen Angaben zur richtigen Handhabung und Verwendung des Zylinders und zu seiner Überprüfung während der Nutzung sind für den Käufer mitzuliefern. Die Erklärung muss dem Muster in Anlage D zu diesem Anhang entsprechen.

Anlage A

PRÜFVERFAHREN

A.1. ZUGPRÜFUNGEN FÜR STAHL UND ALUMINIUM

Eine Zugprüfung ist an dem Werkstoff aus dem zylindrischen Teil des fertigen Zylinders vorzunehmen, wobei ein rechteckiges Prüfstück verwendet wird, das nach dem in der ISO-Norm 9809 für Stahl und in der ISO-Norm 7866 für Aluminium beschriebenen Verfahren geformt worden ist. Bei Zylindern mit geschweißten Innenbehältern aus rostfreiem Stahl sind Zugprüfungen auch an dem Werkstoff vorzunehmen, der nach dem in der EN-Norm 13322-2 Absatz 8.4 beschriebenen Verfahren aus den Schweißnähten entnommen worden ist. Die beiden Flächen der Prüfstücke, die jeweils die Innen- und die Außenfläche des Zylinders darstellen, dürfen nicht bearbeitet sein. Die Zugprüfung ist nach den Vorschriften der ISO-Norm 6892 durchzuführen.

Anmerkung — Zu beachten ist das in der ISO-Norm 6892 beschriebene Verfahren zur Dehnungsmessung, speziell in Fällen, in denen das Prüfstück kegelförmig ist und eine Bruchstelle außerhalb der Mitte der Messlänge entsteht.

A.2. SCHLAGPRÜFUNG FÜR STAHLZYLINDER UND STAHLINNENBEHÄLTER

Die Schlagprüfung ist an dem Werkstoff aus dem zylindrischen Teil des fertigen Zylinders an drei Prüfstücken nach den Vorschriften der ISO-Norm 148 vorzunehmen. Die Prüfstücke für die Schlagprüfung müssen in der in der Tabelle 6.2 des Anhangs 3A angegebenen Richtung aus der Zylinderwand entnommen sein. Bei Zylindern mit geschweißten Innenbehältern aus rostfreiem Stahl sind Schlagprüfungen auch an dem Werkstoff vorzunehmen, der nach dem in der EN-Norm 13322-2 Absatz 8.6 beschriebenen Verfahren aus den Schweißnähten entnommen worden ist. Die Kerbe muss senkrecht zur Außenfläche des Zylinders verlaufen. Bei Prüfungen in Längsrichtung muss das Prüfstück ganzflächig (an sechs Flächen) bearbeitet sein; wenn die Wanddicken eine Endbreite des Prüfstücks von 10 mm nicht zulassen, muss die Breite möglichst nahe an der Nenndicke der Zylinderwand liegen. Bei den Prüfstücken, die in Querrichtung entnommen sind, dürfen nur vier Flächen bearbeitet sein, die Innen- und die Außenfläche der Zylinderwand müssen unbearbeitet sein.

A.3. PRÜFUNG DER SPANNUNGRISSEBESTÄNDIGKEIT IN SULFIDLÖSUNG FÜR STAHL

Vorbehaltlich nachfolgender Bestimmungen ist die Prüfung gemäß Methode A der NACE-Norm Zugprüfungen durchzuführen, wie in der NACE-Norm TM0177-96 beschrieben. Die Prüfungen sind an mindestens drei Zugproben mit einem Normdurchmesser von 3,81 mm (0,150 Zoll) durchzuführen, die aus der Wand eines fertigen Zylinders oder Innenbehälters entnommen wurden. Die Proben sind mit einer ständigen Zugbelastung von 60 % der angegebenen Mindeststreckfestigkeit für Stahl zu belasten und werden in eine Lösung aus destilliertem Wasser eingetaucht, das mit 0,5 % (Masse-%) Natrium-Acetat-Trihydrat abgepuffert und unter Zuhilfenahme von Essigsäure auf einen Anfangs-pH-Wert von 4,0 eingestellt wurde.

Die Lösung ist bei Raumtemperatur und einem Druck von 0,414 kPa (0,06 psia) mit Schwefel-Wasserstoff (Stickstoff-Gleichgewicht) kontinuierlich zu sättigen. Die geprüften Proben dürfen während einer Prüfung von 144 Stunden Dauer nicht versagen.

A.4. KORROSIONSPRÜFUNGEN VON ALUMINIUM

Korrosionsprüfungen von Aluminiumlegierungen sind nach ISO/DIS 7866 Anhang A durchzuführen; die darin genannten Anforderungen müssen erfüllt werden.

A.5. PRÜFUNG DER RISSBILDUNG BEI DAUERBELASTUNG VON ALUMINIUM

Die Prüfung der Beständigkeit gegen Rissbildung bei Dauerbelastung ist nach ISO/DIS 7866 Anhang D durchzuführen; die darin genannten Anforderungen müssen erfüllt werden.

A.6. PRÜFUNG DES LECK-VOR-BRUCH-VERHALTENS

Drei fertige Zylinder sind mit einem unteren Druckwert von höchstens 2 MPa, einem oberen Druckwert von mindestens 30 MPa und einer Frequenz von höchstens 10 Zyklen pro Minute zyklisch zu belasten.

Alle Zylinder müssen infolge Leckage versagen.

A.7. DRUCKZYKLUSPRÜFUNG BEI EXTREMEN TEMPERATUREN

Fertige Zylinder, deren Verbundwerkstoff-Umwicklung nicht mit einem Schutzüberzug versehen ist, sind unter den nachstehenden Bedingungen einer Druckzyklusprüfung zu unterziehen, bei der kein Bruch, keine Leckage und kein Aufdrehen der Faser auftreten dürfen:

- a) Konditionierung während 48 Stunden bei Nulldruck, mindestens 65 °C und mindestens 95 % relativer Luftfeuchtigkeit. Diese Bedingung gilt als erfüllt, wenn in einer Prüfkammer, in der die Temperatur auf 65 °C gehalten wird, ein feiner Wasserdampfnebel oder -dunst versprüht wird;
- b) hydrostatische Druckbeaufschlagung in 500 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer mit einem unteren Druckwert von höchstens 2 MPa und einem oberen Druckwert von mindestens 26 MPa bei mindestens 65 °C und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit;
- c) Stabilisierung bei Nulldruck und Umgebungstemperatur;
- d) anschließend Druckbeaufschlagung in 500 Zyklen für jedes Jahr der angegebenen Betriebsdauer mit einem unteren Druckwert von höchstens 2 MPa und einem oberen Druckwert von mindestens 20 MPa bei – 40 °C oder darunter.

Beim Prüfschritt b dürfen nicht mehr als 10 Druckzyklen pro Minute durchgeführt werden. Beim Prüfschritt d dürfen nicht mehr als 3 Druckzyklen pro Minute durchgeführt werden, sofern nicht ein Druckwandler unmittelbar in den Zylinder eingebaut ist. Mit geeigneten Aufzeichnungsgeräten ist zu überwachen, dass bei der Prüfung mit niedriger Temperatur die Mindesttemperatur des Fluids aufrechterhalten wird.

Nach der Druckzyklusprüfung bei extremen Temperaturen sind die Zylinder nach den Vorschriften für die hydrostatische Berstprüfung so lange hydrostatisch unter Druck zu setzen, bis sie versagen; der Berstdruck muss dabei mindestens 85 % des Mindest-Konstruktionsberstdrucks betragen. Zylinder des Typs CNG-4 sind vor der hydrostatischen Berstprüfung nach Absatz A.10 auf Dichtigkeit zu prüfen.

A.8. BRINELL-HÄRTEPRÜFUNG

Härteprüfungen sind bei jedem Zylinder oder Innenbehälter an der parallelen Wand in der Mitte und an einem gewölbten Ende nach ISO 6506 durchzuführen. Die Prüfung ist nach der letzten Wärmebehandlung durchzuführen; die dabei ermittelten Härtewerte müssen in dem für die Ausführung angegebenen Bereich liegen.

A.9. PRÜFUNGEN DER ÜBERZÜGE (VORGESCHRIEBEN, WENN ANHANG 3A ABSATZ 6.12 BUCHSTABE c ANWENDUNG FINDET)**A.9.1. Prüfungen des Verhaltens des Überzugs**

Die Überzüge sind nach den folgenden Prüfverfahren oder nach gleichwertigen nationalen Normen zu beurteilen.

- a) Prüfung des Haftvermögens nach ISO 4624, Verfahren A oder B. Der Überzug muss je nach Einzelfall den Haftwert 4A oder 4B haben;
- b) Prüfung der Biegsamkeit nach der ASTM-Norm D522 „Dornbiegeprüfung an aufgetragenen organischen Überzügen nach dem Prüfverfahren B mit einem Dorn von 12,7 mm (0,5 Zoll) Durchmesser bei der angegebenen Dicke bei – 20 °C“. Die Proben für die Prüfung der Biegsamkeit sind nach ASTM D522 vorzubereiten. Es dürfen keine sichtbaren Risse vorhanden sein;
- c) Prüfung der Schlagfestigkeit nach dem Verfahren für die Prüfung von organischen Überzügen auf Beständigkeit gegen schnelle Verformung (Schlagbeanspruchung) gemäß ASTM D2794. Der Überzug muss bei Raumtemperatur einem Schlagversuch von 18 J (160 in-lbs) standhalten;
- d) Prüfung der Chemikalienbeständigkeit nach ASTM D1308 (Bestimmung der Wirkung von Haushaltschemikalien auf klaren und pigmentierten organischen Überzugslack). Die Prüfungen sind nach dem Prüfverfahren für offene Stellen (Open Spot Test Method) durchzuführen, wobei die Prüfstücke 100 Stunden der Einwirkung einer 30 %igen Schwefelsäurelösung (Batteriesäure mit einer Dichte von 1,219) und 24 Stunden der Einwirkung von Polyalkylenglykol (z. B. Bremsflüssigkeit) ausgesetzt werden. Dabei darf der Überzug sich nicht ablösen, keine Blasen bilden oder weich werden. Das Haftvermögen muss den Wert 3 erreichen, wenn die Prüfung nach ASTM D3359 durchgeführt wird;
- e) Mindestdauer der Prüfung auf Beständigkeit gegen Licht und Feuchtigkeit nach ASTM G53 „Practice for Operating Light- and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent W-Condensation Type) for Exposure of non-metallic Materials“: 1 000 Stunden. Es dürfen sich keine Blasen bilden, und das Haftvermögen muss den Wert 3 erreichen, wenn die Prüfung nach ISO 4624 durchgeführt wird. Der zulässige Glanzverlust darf höchstens 20 % betragen;

- f) Mindestdauer bei der Salznebelprüfung nach dem Prüfverfahren von ASTM B117: 500 Stunden. Die Unterwanderung darf an der Ritzstelle nicht mehr als 3 mm betragen, es dürfen sich keine Blasen bilden, und das Haftvermögen muss den Wert 3 erreichen, wenn die Prüfung nach ASTM D3359 durchgeführt wird;
- g) Prüfung der Beständigkeit von Überzügen gegen Abplatzen bei Raumtemperatur nach ASTM D3170. Bei dem Überzug muss ein Wert von mindestens 7A erreicht werden, und der Untergrund darf an keiner Stelle freiliegen.

A.9.2. Produktionslosprüfungen an Überzügen

a) Dicke des Überzugs

Die Dicke des Überzugs muss den für die Ausführung vorgeschriebenen Werten entsprechen, wenn die Prüfung nach ISO 2808 durchgeführt wird.

b) Haftvermögen des Überzugs

Das Haftvermögen des Überzugs ist nach ISO 4624 zu messen und muss bei der Messung nach dem Verfahren A oder B mindestens den Wert 4 erreichen.

A.10. DICHTIGKEITSPRÜFUNG

Zylinder des Typs CNG-4 sind nach folgendem Verfahren (oder einem annehmbaren anderen Verfahren) auf Dichtigkeit zu prüfen:

- a) Die Zylinder werden gründlich getrocknet und bis zum Erreichen des Arbeitsdrucks mit Trockenluft oder Stickstoff gefüllt, die (der) ein nachweisbares Gas wie Helium enthält;
- b) eine an beliebiger Stelle gemessene Leckage von mehr als 0,004 Ncm³/h ist ein Grund für die Zurückweisung.

A.11. HYDRAULISCHE PRÜFUNG

Die hydraulische Prüfung ist nach einem der beiden nachstehend beschriebenen Verfahren durchzuführen:

Verfahren 1: Prüfung im Wassermantel

- a) Der Zylinder ist mit mindestens dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks hydrostatisch zu prüfen. In keinem Fall darf der Prüfdruck über dem Autofrettagedruck liegen.
- b) Der Druck muss so lange (mindestens 30 Sekunden) aufrechterhalten werden, bis die vollständige Ausdehnung erreicht ist. Wird nach der Autofrettage und vor der hydrostatischen Prüfung Innendruck aufgebracht, darf dieser 90 % des hydrostatischen Prüfdrucks nicht übersteigen. Kann der Prüfdruck wegen des Versagens der Prüfeinrichtung nicht aufrechterhalten werden, so darf die Prüfung bei einem um 700 kPa höheren Druck wiederholt werden. Es dürfen nicht mehr als zwei dieser Wiederholungsprüfungen durchgeführt werden.
- c) Der Hersteller muss für den verwendeten Prüfdruck den Grenzwert der bleibenden Volumenvergrößerung angeben, diese darf aber in keinem Fall mehr als 5 % der Volumenvergrößerung bei Prüfdruck betragen. Für Zylinder vom Typ CNG-4 muss der Hersteller die elastische Dehnung angeben. Zylinder, die den festgelegten Annahmegrenzwert überschreiten, sind zurückzuweisen und entweder zu vernichten oder für Produktionslosprüfungen zu verwenden.

Verfahren 2: Druckprüfung

Der hydrostatische Druck im Zylinder ist stetig zu erhöhen, bis der Prüfdruck (mindestens das 1,5fache des Arbeitsdrucks) erreicht ist. Der Prüfdruck im Zylinder muss so lange (mindestens 30 Sekunden) aufrechterhalten werden, bis sicher ist, dass der Druck nicht sinkt und der Behälter dicht ist.

A.12. HYDROSTATISCHE DRUCKPRÜFUNG (BERSTPRÜFUNG)

- a) Bei Drücken über 80 % des Konstruktionsberstdrucks darf die Drucksteigerungsrate 1,4 MPa pro Sekunde (200 psi/Sekunde) nicht übersteigen. Übersteigt bei Drücken über 80 % des Konstruktionsberstdrucks die Drucksteigerungsrate 350 kPa/Sekunde (50 psi/Sekunde), so muss entweder der Zylinder zwischen der Druckquelle und dem Druckmessgerät platziert werden oder der Druck muss bei Erreichen des Mindest-Konstruktionsberstdrucks 5 Sekunden konstant gehalten werden;

- b) der vorgeschriebene (berechnete) Mindestberstdruck muss mindestens 45 MPa betragen und darf in keinem Fall unter dem Wert liegen, der erforderlich ist, damit das vorgeschriebene Spannungsverhältnis erreicht wird. Der tatsächliche Berstdruck ist aufzuzeichnen. Ein Bruch kann im zylindrischen oder im gewölbten Teil des Zylinders auftreten.

A.13. DRUCKZYKLUSPRÜFUNG BEI UMGEBUNGSTEMPERATUR

Die Druckzyklusprüfung ist nach folgendem Verfahren durchzuführen:

- a) Der zu prüfende Zylinder wird mit einem nichtkorrosiven Fluid (z. B. Öl, stabilisiertes Wasser oder Glykol) gefüllt.
- b) Der Zylinder wird mit einem unteren Druckwert von höchstens 2 MPa, einem oberen Druckwert von mindestens 26 MPa und einer Frequenz von höchstens 10 Zyklen pro Minute zyklisch unter Druck gesetzt.

Die Zahl der Zyklen bis zum Versagen ist zusammen mit der Stelle und der Beschreibung der Rissauslösung aufzuzeichnen.

A.14. PRÜFUNG UNTER SÄUREEINWIRKUNG

Ein fertiger Zylinder ist nach folgendem Verfahren zu prüfen:

- a) Auf der Oberfläche des Zylinders wird eine Fläche mit einem Durchmesser von 150 mm 100 Stunden der Einwirkung einer 30 %igen Schwefelsäurelösung (Batteriesäure mit einer Dichte von 1,219) ausgesetzt, während der Druck im Zylinder auf 26 MPa gehalten wird.
- b) Der Zylinder ist dann nach dem in Absatz A.12 beschriebenen Verfahren zum Bersten zu bringen, wobei der Berstdruck mehr als 85 % des Mindest-Konstruktionsberstdrucks betragen muss.

A.15. FEUERSICHERHEITSPRÜFUNG

A.15.1. Allgemeines

Bei den Feuersicherheitsprüfungen soll nachgewiesen werden, dass fertige Zylinder, die mit dem in den Konstruktionsunterlagen angegebenen Feuersicherheitssystem (Zylinderventil, Druckentlastungsvorrichtungen und/oder integrierte Wärmeisolierung) versehen sind, nicht bersten, wenn sie unter den genannten Prüfbedingungen einem Feuer ausgesetzt werden. Falls der Zylinder bei der Prüfung bricht, muss mit äußerster Vorsicht vorgegangen werden.

A.15.2. Anordnung der Zylinder

Die Zylinder sind waagrecht so anzuordnen, dass sich die Unterseite des Zylinders ungefähr 100 mm über der Wärmequelle befindet;

die Zylinderventile, Armaturen und/oder Druckentlastungsvorrichtungen sind mit einer Metallabschirmung vor direkter Flammeneinwirkung zu schützen. Die Metallabschirmung darf das Feuersicherheitssystem (Druckentlastungsvorrichtungen oder Zylinderventil) nicht direkt berühren. Versagt bei der Prüfung ein Ventil, ein Anschlussstück oder ein Rohr, das nicht Teil des für die Ausführung bestimmten Schutzsystems ist, so ist das Ergebnis ungültig.

A.15.3. Wärmequelle

Mit einer homogenen Wärmequelle mit einer Länge von 1,65 m muss eine direkte Flammeneinwirkung auf die Zylinderoberfläche über den gesamten Durchmesser des Zylinders erreicht werden.

Für die Wärmequelle kann jeder beliebige Brennstoff verwendet werden, sofern er eine gleichmäßige Wärme erzeugt, die ausreicht, um die vorgeschriebenen Prüftemperaturen aufrechtzuerhalten, bis der Zylinder entlüftet wird. Bei der Wahl des Brennstoffs sollte die Luftverunreinigung berücksichtigt werden. Die Anordnung der Wärmequelle ist so genau zu beschreiben, dass die Wärmezufuhr zum Zylinder reproduzierbar ist. Bei Ausfall der Wärmequelle oder ungleichmäßiger Wärmezufuhr während einer Prüfung ist das Ergebnis ungültig.

A.15.4. Temperatur- und Druckmessungen

Die Oberflächentemperaturen sind mit mindestens drei Thermoelementen zu überwachen, die an der Unterseite des Zylinders in einem Abstand von nicht mehr als 0,75 m voneinander angebracht sind. Die Thermoelemente sind mit einer Metallabschirmung vor direkter Flammeneinwirkung zu schützen. Alternativ können die Thermoelemente auch in weniger als 25 mm² große Metallblöcke eingesetzt sein.

Der Druck im Zylinder ist mit einem Druckfühler zu messen, ohne dass die Gestaltung der geprüften Anlage verändert wird.

Die von den Thermoelementen angezeigten Temperaturen und der Zylinderdruck sind während der Prüfung alle 30 Sekunden oder in kürzeren Abständen aufzuzeichnen.

A.15.5. Allgemeine Prüfvorschriften

Die Zylinder sind unter Druck mit Erdgas zu füllen und in waagerechter Lage sowohl

- a) bei Arbeitsdruck als auch
- b) bei 25 % des Arbeitsdrucks zu prüfen.

Unmittelbar nach der Zündung müssen die Flammen über die gesamte Länge der Wärmequelle von 1,65 m Länge und über den gesamten Durchmesser des Zylinders auf die Oberfläche des Zylinders einwirken. Innerhalb von 5 Minuten nach der Zündung muss mindestens ein Thermoelement eine Temperatur von mindestens 590 °C direkt unter dem Behälter anzeigen. Diese Mindesttemperatur muss für die weitere Dauer der Prüfung aufrechterhalten werden.

A.15.6. Zylinder mit einer Länge bis 1,65 m

Der Zylinder ist mittig über der Wärmequelle anzubringen.

A.15.7. Zylinder mit einer Länge über 1,65 m

Ist an einem Ende des Zylinders eine Druckentlastungsvorrichtung angebracht, muss die Einwirkung der Wärmequelle am entgegengesetzten Ende beginnen. Sind an beiden Enden des Zylinders oder an mehr als einer Stelle in Längsrichtung Druckentlastungsvorrichtungen angebracht, muss die Wärmequelle so ausgerichtet werden, dass sie mittig zwischen den Druckminderern liegt, die in der Waagerechten den größten Abstand voneinander haben.

Ist der Zylinder zusätzlich durch eine Wärmeisolierung geschützt, sind zwei Brandprüfungen bei Betriebsdruck durchzuführen: eine, bei der die Wärmequelle in Längsrichtung des Zylinders mittig ausgerichtet ist, und eine zweite, bei der die Einwirkung der Wärmequelle an einem Ende des Zylinders beginnt.

A.15.8. Annehmbare Ergebnisse

Der Zylinder muss über eine Druckentlastungsvorrichtung entlüftet werden.

A.16. DURCHSCHLAGPRÜFUNG

Ein Zylinder, der bis zu einem Druck von 20 MPa \pm 1 MPa mit komprimiertem Gas gefüllt worden ist, wird mit einem Hartkerngeschoss vom Kaliber \geq 7,62 mm beschossen. Das Geschoss muss mindestens eine Seitenwand des Zylinders vollständig durchschlagen. Bei Zylindern der Typen CNG-2, CNG-3 und CNG-4 muss das Geschoss die Seitenwand in einem Winkel von ungefähr 45° durchschlagen. Der Zylinder darf nicht aufgrund von Splitterbildung versagen. Der Verlust kleiner Materialstücke, die jeweils nicht mehr als 45 Gramm wiegen, stellt keine Nichterfüllung der Prüfanforderungen dar. Die ungefähre Größe und die Lage des Ein- und Ausschusses sind aufzuzeichnen.

A.17. RISSOLERANZPRÜFUNGEN AM VERBUNDWERKSTOFF

Bei einem fertigen Zylinder mit Schutzüberzug (nur Ausführungen der Typen CNG-2, CNG-3 und CNG-4) müssen in Längsrichtung Risse in den Verbundwerkstoff eingeschnitten sein. Die Risse müssen größer sein als die vom Hersteller für die Sichtprüfung angegebenen maximalen Rissgrößen.

Der Zylinder mit Rissen wird dann mit einem unteren Druckwert von höchstens 2 MPa und einem oberen Druckwert von mindestens 26 MPa zyklisch unter Druck gesetzt, wobei 3 000 Zyklen durchgeführt werden; anschließend werden weitere 12 000 Zyklen bei Umgebungstemperatur durchgeführt; der Zylinder darf während der ersten 3 000 Zyklen nicht undicht werden oder brechen, während der letzten 12 000 Zyklen darf er aber infolge Leckage versagen. Alle Zylinder, an denen diese Prüfung durchgeführt worden ist, sind zu vernichten.

A.18. ZEITSTANDPRÜFUNG BEI HOHEN TEMPERATUREN

Diese Prüfung ist für alle Konstruktionen vom Typ CNG-4 erforderlich, sowie für alle Konstruktionen vom Typ CNG-2 und CNG-3, bei denen die Verglasungstemperatur der Harzmatrix die in Anhang 3A Absatz 4.4.2 angegebene Konstruktionshöchsttemperatur nicht um mindestens 20 °C übersteigt. Ein fertiger Zylinder ist wie folgt zu prüfen:

- a) Der Zylinder wird mit 26 MPa unter Druck gesetzt, und die Temperatur wird mindestens 200 Stunden auf 100 °C gehalten;
- b) nach der Prüfung muss der Zylinder den Vorschriften für die hydrostatische Druckprüfung nach Absatz A.11, die Dichtigkeitsprüfung nach Absatz A.10 und die Berstprüfung nach Absatz A.12 entsprechen.

A.19. BESCHLEUNIGTER SPANNUNGSBRUCH

Ein Zylinder ohne Schutzüberzug (nur Ausführungen der Typen CNG-2, CNG-3 und CNG-4), der in Wasser mit einer Temperatur von 65 °C getaucht ist, wird mit 26 MPa unter hydrostatischen Druck gesetzt. Dieser Druck und diese Temperatur müssen 1 000 Stunden aufrechterhalten werden. Der Zylinder ist dann nach dem in Absatz A.12 beschriebenen Verfahren zum Bersten zu bringen, wobei der Berstdruck mehr als 85 % des Mindest-Konstruktionsberstdrucks betragen muss.

A.20. FALLPRÜFUNG

Ein oder mehrere fertige Zylinder sind bei Umgebungstemperatur ohne Innendruck und ohne Ventile einer Fallprüfung zu unterziehen. Die Fläche, auf die die Zylinder fallen, muss eine ebene, waagerechte Betonplatte oder ein ebener, waagerechter Betonfußboden sein. Ein Zylinder wird in waagerechter Lage fallengelassen, wobei sich seine Unterkante 1,8 m über der Fläche befindet, auf die er fällt. Ein Zylinder muss in vertikaler Lage auf jedes Ende aus einer Höhe über dem Boden oder der Platte fallengelassen werden, die so groß ist, dass die potenzielle Energie 488 J erreicht; in keinem Fall darf das untere Ende jedoch mehr als 1,8 m über der Aufprallfläche liegen. Ein Zylinder wird in einem Winkel von 45° auf eine Wölbung fallen gelassen, wobei die Fallhöhe so zu wählen ist, dass der Schwerpunkt in einer Höhe von 1,8 m liegt; liegt das untere Ende jedoch weniger als 0,6 m über dem Boden, so ist ein anderer Winkel zu wählen, damit die Mindesthöhe von 0,6 m und die Schwerpunkthöhe von 1,8 m eingehalten werden.

Nach dem Aufschlag werden die Zylinder mit einem unteren Druckwert von höchstens 2 MPa und einem oberen Druckwert von mindestens 26 MPa für jedes Jahr der angegebenen Lebensdauer 1 000mal zyklisch unter Druck gesetzt. Die Zylinder dürfen während der Druckzyklusprüfung undicht werden, aber nicht brechen. Alle Zylinder, an denen die Druckzyklusprüfung durchgeführt worden ist, sind zu vernichten.

A.21. DURCHLÄSSIGKEITSPRÜFUNG

Diese Prüfung ist nur für Zylinder vom Typ CNG-4 vorgeschrieben. Ein fertiger Zylinder ist bis zum Erreichen des Arbeitsdrucks mit komprimiertem Erdgas oder einem Gasgemisch aus 90 % Stickstoff und 10 % Helium zu füllen, in eine umschlossene, abgedichtete Kammer mit Umgebungstemperatur zu stellen und so lange auf Leckage zu prüfen, bis eine stabile Permeationsrate bestimmt werden kann. Die Permeationsrate muss weniger als 0,25 ml Erdgas oder Helium pro Stunde und pro Liter des mit Wasser ermittelten Zylindervolumens betragen.

A.22. ZUGEIGENSCHAFTEN VON KUNSTSTOFFEN

Die Streckgrenze und die Bruchdehnung des Werkstoffs des Kunststoffinnenbehälters sind nach ISO 3628 bei – 50 °C zu bestimmen und müssen den Vorschriften von Anhang 3A Absatz 6.3.6 entsprechen.

A.23. SCHMELZTEMPERATUR VON KUNSTSTOFFEN

Polymerwerkstoffe von fertigen Innenbehältern sind nach dem in ISO 306 beschriebenen Verfahren zu prüfen und müssen den Vorschriften von Anhang 3A Absatz 6.3.6 entsprechen.

A.24. ANFORDERUNGEN AN DRUCKENTLASTUNGSVORRICHTUNGEN

Bei den vom Hersteller angegebenen Druckentlastungsvorrichtungen muss mit Hilfe der nachstehenden Eignungsprüfungen nachgewiesen werden, dass sie mit den in Anhang 3A Absatz 4 aufgeführten Betriebsbedingungen kompatibel sind:

- a) Bei einem Prüfstück sind 24 Stunden lang eine kontrollierte Temperatur von mindestens 95 °C und ein Druck, der nicht unter dem Prüfdruck (30 MPa) liegt, aufrechtzuerhalten. Am Ende dieser Prüfung darf keine Leckage feststellbar sein, und eventuell verwendetes Schmelzmetall darf nicht sichtbar herausgepresst sein.

- b) Ein Prüfstück ist mit höchstens 4 Druckzyklen pro Minute wie folgt auf Ermüdung zu prüfen:
- i) Durchführung von 10 000 Druckzyklen zwischen 2 MPa und 26 MPa bei 82 °C;
 - ii) Durchführung von 10 000 Druckzyklen zwischen 2 MPa und 20 MPa bei – 40 °C.

Am Ende dieser Prüfung darf keine Leckage feststellbar sein, und eventuell verwendetes Schmelzmetall darf nicht sichtbar herausgepresst sein.

- c) Ungeschützte Bauteile von Druckentlastungsvorrichtungen, die aus Messing bestehen und zur Aufrechterhaltung des Drucks dienen, müssen ohne Spannungsrisskorrosion einer Prüfung mit Quecksilbernitrat nach ASTM B154 standhalten. Dabei ist die Druckentlastungsvorrichtung 30 Minuten lang in eine wässrige Quecksilbernitratlösung einzutauchen, die 10 g Quecksilbernitrat und 10 ml Salpetersäure pro Liter Lösung enthält. Nach dem Tauchvorgang ist die Druckentlastungsvorrichtung einer Dichtigkeitsprüfung zu unterziehen, bei der eine Minute lang ein Luftdruck von 26 MPa aufgebracht wird, und in dieser Zeit ist das Bauteil auf äußere Leckage zu prüfen, wobei die Leckagerate 200 cm³/h nicht überschreiten darf.
- d) Ungeschützte Bauteile von Druckentlastungsvorrichtungen, die aus rostfreiem Stahl bestehen und zur Aufrechterhaltung des Drucks dienen, müssen aus einer Legierung hergestellt sein, die gegen chloridinduzierte Spannungsrisskorrosion beständig ist.

A.25. VERDREHFESTIGKEITSPRÜFUNG FÜR ANSCHLUSSSTUTZEN

Der Zylindermantel wird gegen Verdrehen gesichert, und auf jeden Anschlussstutzen des Zylinders wird ein Drehmoment von 500 Nm aufgebracht, und zwar zuerst in der Richtung, in der ein Gewindeanschluss festgezogen wird, dann in entgegengesetzter Richtung und zum Schluss noch einmal in der Richtung, in der er festgezogen wird.

A.26. SCHERFESTIGKEIT DER HARZWERKSTOFFE

Harzwerkstoffe sind nach ASTM D2344 oder einer gleichwertigen nationalen Norm an einem Probestück zu prüfen, das für die Verbundwerkstoff-Umwicklung repräsentativ ist. Nachdem die Probe 24 Stunden in siedendem Wasser gelegen hat, muss der Verbundwerkstoff eine Mindestscherfestigkeit von 13,8 MPa aufweisen.

A.27. ERDGAS-ZYKLUSPRÜFUNG

Ein fertiger Zylinder wird mit Erdgas 300mal zyklisch unter Druck gesetzt, wobei der untere Druckwert bei höchstens 2 MPa liegt und der Höchstdruck gleich dem Arbeitsdruck ist. Ein Zyklus aus Füllen und Entlüften des Zylinders darf nicht länger als eine Stunde dauern. Jeder fertige Zylinder ist nach den Vorschriften von Absatz A.10 auf Dichtigkeit zu prüfen und muss die dort genannten Anforderungen erfüllen. Nach der Erdgas-Zyklusprüfung ist der Zylinder zu zerschneiden und die Anschlussstelle am Innenbehälter für Anschlussstutzen ist auf Schäden wie Ermüdungsrisse oder Spuren elektrostatischer Entladung zu untersuchen.

Anmerkung: Bei der Durchführung dieser Prüfung muss besonders auf Sicherheit geachtet werden. Vor dieser Prüfung müssen die Zylinder dieser Bauart die hydrostatische Druck-Berstprüfung nach Absatz A.12, die Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur nach Anhang 3A Absatz 8.6.3 und die Permeationsprüfung nach Absatz A.21 bestanden haben. Vor dieser Prüfung müssen die bestimmten zu prüfenden Zylinder die Dichtigkeitsprüfung nach Absatz A.10 bestanden haben.

A.28. BIEGEPRÜFUNG FÜR GESCHWEISSTE INNENBEHÄLTER AUS ROSTFREIEM STAHL

Biegeprüfungen sind an dem Werkstoff vorzunehmen, der nach dem in der Norm EN 13322-2 Absatz 8.5 beschriebenen Verfahren aus dem zylindrischen Teil eines geschweißten Innenbehälters aus rostfreiem Stahl entnommen und geprüft worden ist. Das Prüfstück darf nicht reißen, wenn es so lange nach innen um einen Former gebogen wird, bis der Abstand der Innenkanten nicht größer als der Durchmesser des Formers ist.

Anlage B

(frei)

Anlage C

(frei)

Anlage D

FORMBLÄTTER FÜR BERICHTE

Anmerkung: Diese Anlage ist kein verbindlicher Teil dieses Anhangs.

Folgende Formblätter sollen verwendet werden:

1. Bericht des Herstellers und Übereinstimmungsbescheinigung — diese Unterlagen sind unter Verwendung des Formblatts 1 klar und übersichtlich zu erstellen.
2. Bericht ⁽¹⁾ über die chemische Analyse des Werkstoffs für Metallzylinder, Metallinnenbehälter oder Metallanschlussstutzen — er muss Angaben über Zusammensetzung, Kennzeichnung usw. enthalten.
3. Bericht ⁽¹⁾ über die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs für Metallzylinder und Metallinnenbehälter — es sind alle nach dieser Regelung erforderlichen Prüfungen aufzuführen.
4. Bericht ⁽¹⁾ über die physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe für nichtmetallische Innenbehälter — es sind alle nach dieser Regelung erforderlichen Prüfungen aufzuführen und Angaben zu machen.
5. Bericht ⁽¹⁾ über die Verbundwerkstoff-Analyse — es sind alle nach dieser Regelung erforderlichen Prüfungen aufzuführen und Daten anzugeben.
6. Bericht ⁽¹⁾ über hydrostatische Prüfungen, regelmäßige Druckzyklus- und Berstprüfungen — die Prüfung sowie die Daten, die nach dieser Regelung erforderlich sind, sind anzugeben.

Formblatt 1: Bericht des Herstellers und Übereinstimmungsbescheinigung

Hersteller:

Standort:

Registrierungsnummer:

Fabrikmarke und Herstellernummer:

Seriennummer: von bis einschließlich

Beschreibung des Zylinders

GRÖSSE: Außendurchmesser: mm; Länge: mm;

Aufschriften, die im Schulterbereich des Zylinders eingeschlagen sind oder sich auf den Schildern befinden:

- a) „Nur für CNG“
- b) „NICHT NACH .../... VERWENDEN“
- c) „Fabrikmarke“:
- d) Laufende Nummer und Teilenummer:
- e) Arbeitsdruck in MPa:
- f) Regelung:
- g) Art des Feuersicherheitssystems:
- h) Datum der ersten Prüfung (Monat und Jahr):
- i) Leergewicht des Zylinders (in kg):
- j) Zeichen der amtlich zugelassenen Stelle oder des Prüfers:
- k) Mit Wasser ermitteltes Volumen (in l):

⁽¹⁾ Die Formblätter 2 bis 6 sind vom Hersteller zu entwickeln und müssen die Zylinder und die Anforderungen vollständig beschreiben. Jeder Bericht muss von der zuständigen Typgenehmigungsbehörde und dem Hersteller unterschrieben werden

l) Prüfdruck in MPa:

m) Besondere Anweisungen:

Jeder Zylinder wurde in Übereinstimmung mit allen Vorschriften der Regelung Nr. ... und entsprechend der oben stehenden Beschreibung hergestellt. Die vorgeschriebenen Prüfberichte sind beigefügt.

Ich bescheinige hiermit, dass alle Prüfergebnisse den für den oben genannten Zylindertyp geltenden Anforderungen entsprechen.

Bemerkungen:

Typgenehmigungsbehörde:

Unterschrift des Prüfers:

Unterschrift des Herstellers:

Ort, Datum:

Anlage E

ÜBERPRÜFUNG DER SPANNUNGSVERHÄLTNISSE MITHILFE VON DEHNUNGSMESSSTREIFEN

1. Das Spannungs-Dehnungs-Verhältnis bei Fasern ist immer elastisch, daher sind Spannungs- und Dehnungsverhältnisse gleich.
 2. Es sind Dehnungsmessstreifen für hohe Dehnungswerte erforderlich.
 3. Die Dehnungsmessstreifen sind in Richtung der Fasern auszurichten, auf denen sie angebracht werden (d. h. bei Fasern, die in Richtung des Umfangs außen um den Zylinder gewickelt sind, sind sie in Richtung des Umfangs anzubringen).
 4. Verfahren 1 (bei Zylindern anzuwenden, die nicht unter hoher Spannung umwickelt werden)
 - a) Vor der Autofrettage sind Dehnungsmessstreifen anzubringen, und es ist eine Kalibrierung vorzunehmen;
 - b) die Dehnungswerte sind bei Autofrettagedruck, Nulldruck nach Autofrettage sowie Arbeits- und Mindestberstdruck zu messen;
 - c) es ist festzustellen, ob der Quotient aus Dehnung bei Berstdruck und Dehnung bei Arbeitsdruck dem vorgeschriebenen Spannungsverhältnis entspricht. Bei Zylindern aus Hybridwerkstoff wird die Dehnung bei Arbeitsdruck mit der Bruchdehnung von Zylindern verglichen, die mit Fasern eines einzigen Typs verstärkt sind.
 5. Verfahren 2 (bei allen Zylindern anzuwenden)
 - a) Nach Wicklung und Autofrettage sind bei Nulldruck Dehnungsmessstreifen anzubringen, und es ist eine Kalibrierung vorzunehmen;
 - b) die Dehnungswerte sind bei Null-, Arbeits- und Mindestberstdruck zu messen;
 - c) nach Messung der Dehnungswerte bei Arbeits- und Mindestberstdruck ist bei überwachten Dehnungsmessstreifen bei Nulldruck aus dem Zylinder ein ca. 5 Zoll langes Stück herauszuschneiden, in dem sich der Dehnungsmessstreifen befindet. Der Innenbehälter ist zu entfernen, ohne dass der Verbundwerkstoff beschädigt wird. Nach dem Entfernen des Innenbehälters sind die Dehnungswerte zu messen;
 - d) die bei Null-, Arbeits- und Mindestberstdruck abgelesenen Dehnungswerte werden um den bei Nulldruck mit und ohne Innenbehälter gemessenen Dehnungswert korrigiert;
 - e) es ist festzustellen, ob der Quotient aus Dehnung bei Berstdruck und Dehnung bei Arbeitsdruck dem vorgeschriebenen Spannungsverhältnis entspricht. Bei Zylindern aus Hybridwerkstoff wird die Dehnung bei Arbeitsdruck mit der Bruchdehnung von Zylindern verglichen, die mit Fasern eines einzigen Typs verstärkt sind.
-

Anlage F

VERFAHREN ZUR PRÜFUNG DES BRUCHVERHALTENS

F.1. BESTIMMUNG ERMÜDUNGSANFÄLLIGER STELLEN

Die Lage und die Richtung von Ermüdungsbrüchen bei Zylindern sind durch entsprechende Spannungsrechnungen oder durch Ermüdungsprüfungen an fertigen Zylindern in natürlicher Größe nach den Vorschriften der Konstruktionszulassungsprüfungen für jede Art der Ausführung zu bestimmen. Werden die Spannungen nach der Finite-Elemente-Methode berechnet, so ist die ermüdungsanfällige Stelle anhand der Lage und Richtung der höchsten Hauptzugspannungskonzentration in der Zylinderwand oder im Innenbehälter bei Arbeitsdruck zu ermitteln.

F.2. LECK-VOR-BRUCH-VERHALTEN

F.2.1. Kritische ingenieurtechnische Bewertung. Diese Analyse kann durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass der fertige Zylinder bei einem Defekt im Zylinder oder Innenbehälter, der sich zu einem wanddurchdringenden Riss entwickelt, undicht wird. Die Beurteilung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens ist am Zylindermantel vorzunehmen. Befindet sich die ermüdungsanfällige Stelle außerhalb des Zylindermantels, so ist auch an dieser Stelle mit einem „Level II“-Ansatz nach BS PD6493 eine Beurteilung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens vorzunehmen. Die Beurteilung umfasst folgende Schritte:

- a) Es wird die größte Länge (d. h. die Länge der Hauptachse) des resultierenden wanddurchdringenden Oberflächenrisses (im allgemeinen elliptisch) bei den drei Zylindern jeder Ausführung gemessen, die im Rahmen der Konstruktionszulassungsprüfungen (nach Anlage A Absätze A.13 und A.14 dieses Anhangs) geprüft worden sind. Bei der Analyse ist die größte Risslänge bei den drei Zylindern zu berücksichtigen. Es wird ein halbelliptischer wanddurchdringender Riss mit einer Hauptachse modelliert, die doppelt so lang wie die gemessene längste Hauptachse ist, und einer Nebenachse, deren Länge dem 0,9fachen der Wanddicke entspricht. Der halbelliptische Riss ist an den in Absatz F.1 genannten Stellen zu modellieren. Er muss so ausgerichtet sein, dass er durch die höchste Hauptzugspannung fortschreitet;
- b) die bei der Spannungsberechnung nach Anhang 3A Absatz 6.6 bei 26 MPa ermittelten Spannungsniveaus in der Wand/im Innenbehälter sind der Beurteilung zugrunde zu legen. Die entsprechenden Kräfte für den Rissfortschritt sind nach BS PD6493 Abschnitt 9.2 oder 9.3 zu berechnen;
- c) die Rissbruchzähigkeit des fertigen Zylinders oder des Innenbehälters eines fertigen Zylinders, die für Aluminium bei Raumtemperatur und für Stahl bei -40 °C bestimmt wird, ist mit Hilfe eines genormten Prüfverfahrens (ISO/DIS 12737, ASTM 813-89 oder BS 7448) nach BS PD6493 Abschnitte 8.4 und 8.5 nachzuweisen;
- d) das Schrumpfverhältnis für Kunststoffe ist nach BS PD6493-91 Abschnitt 9.4 zu berechnen;
- e) der modellierte Riss muss nach den Kriterien von BS PD6493-91 Abschnitt 11.2 tolerierbar sein.

F.2.2. Beurteilung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens durch eine Berstprüfung am Zylinder mit Rissen

Eine Bruchfestigkeitsprüfung ist an der Seitenwand des Zylinders durchzuführen. Liegen die nach Absatz F.1 bestimmten ermüdungsanfälligen Stellen außerhalb der Seitenwand, so ist auch an diesen Stellen eine Bruchfestigkeitsprüfung durchzuführen. Folgendes Prüfverfahren ist anzuwenden:

- a) Bestimmung der Risslänge für die Leck-vor-Bruch-Analyse

Die Risslänge für die Leck-vor-Bruch-Analyse an der ermüdungsanfälligen Stelle muss das Doppelte der größten Länge des resultierenden wanddurchdringenden Oberflächenrisses betragen, die bei den drei Zylindern jeder Ausführung gemessen worden ist, die im Rahmen der Konstruktionszulassungsprüfungen geprüft worden sind.

- b) Risse im Zylinder

Bei Zylindern des Typs CNG-1, bei denen eine ermüdungsanfällige Stelle im zylindrischen Teil in axialer Richtung liegt, werden an der Außenseite in Längsrichtung ungefähr auf halber Länge des zylindrischen Teils Risse eingeschnitten. Die Risse müssen sich im Mittelteil an einer Stelle mit der geringsten Wanddicke befinden, die durch Dickenmessungen an vier Punkten der Zylinderwand ermittelt wurde. Bei Zylindern des Typs CNG-1, bei denen sich ermüdungsanfällige Stellen außerhalb des zylindrischen Teils befinden, ist der Riss für die Leck-vor-Bruch-Analyse an der Innenseite in Richtung der ermüdungsanfälligen Stelle einzuschneiden. Bei Zylindern der Typen CNG-2 und CNG-3 ist der Riss für die Leck-vor-Bruch-Analyse in den Metallinnenbehälter einzuschneiden.

Das Werkzeug zum Schneiden von Rissen, die bei gleichmäßigem Druck zu prüfen sind, muss ungefähr 12,5 mm dick sein, einen Schneidenwinkel von 45° und eine Schneidenabrundung von höchstens 0,25 mm haben. Bei Zylindern mit einem Außendurchmesser von weniger als 140 mm muss der Durchmesser des Schneidwerkzeugs 50 mm und bei Zylindern mit einem Außendurchmesser von mehr als 140 mm 65 mm bis 80 mm betragen (es wird ein CVN-Standard-Schneidwerkzeug empfohlen).

Anmerkung: Das Schneidwerkzeug sollte regelmäßig geschärft werden, damit die Schneidenabrundung dem vorgeschriebenen Wert entspricht.

Die Tiefe des Risses kann so gewählt werden, dass man eine Leckage durch gleichförmig zunehmende hydraulische Druckbeaufschlagung erhält. Der Riss darf sich nicht um mehr als 10 % über die Länge des an der Außenfläche eingeschnittenen Risses hinaus ausbreiten.

c) Prüfverfahren

Bei der Prüfung wird eine gleichförmig zunehmende oder zyklische Druckbeaufschlagung wie folgt vorgenommen:

i) Gleichförmig zunehmende Druckbeaufschlagung bis zum Bersten

Der Zylinder wird so lange unter hydrostatischen Druck gesetzt, bis an der Rissstelle Druck abgebaut wird. Die Druckbeaufschlagung ist nach Absatz A.12 vorzunehmen (siehe Anlage A zu diesem Anhang).

ii) Zyklische Druckbeaufschlagung

Das Prüfverfahren muss den Vorschriften von Anlage A Absatz A.13 entsprechen.

d) Annahmekriterien für die Prüfung am Zylinder mit Rissen

Der Zylinder hat die Prüfungen bestanden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

i) Bei der Berstprüfung mit gleichförmig zunehmender Druckbeaufschlagung muss der Druck, bei dem der Zylinder versagt, mindestens 26 MPa betragen.

Bei der Berstprüfung mit gleichförmig zunehmender Druckbeaufschlagung ist eine an der Außenfläche gemessene Gesamtrisslänge zulässig, die dem 1,1fachen der Länge des ursprünglich eingeschnittenen Risses entspricht.

ii) Bei Zylindern, die der Zyklusprüfung unterzogen werden, darf sich der Riss durch Ermüdung über die Länge des ursprünglich eingeschnittenen Risses hinaus ausbreiten. Der Zylinder darf jedoch nur durch Leckage versagen. Die Ausbreitung des Risses durch Ermüdung soll auf mindestens 90 % der Länge des ursprünglich eingeschnittenen Risses erfolgen.

Anmerkung: Werden diese Prüfanforderungen nicht erfüllt (Versagen bei weniger als 26 MPa, auch wenn dies durch Leckage geschieht), kann eine erneute Prüfung mit einem weniger tiefen Riss durchgeführt werden. Versagt der Zylinder bei mehr als 26 MPa durch Bruch und ist die Risstiefe gering, so kann eine erneute Prüfung mit einem tieferen Riss durchgeführt werden.

F.3. DEFECTGRÖSSE FÜR ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNGEN

F.3.1. Ermittlung der Defektgröße durch analytische Bestimmung der kritischen Form

Die Berechnungen sind nach BS PD 6493, Abschnitt 3 in folgenden Schritten durchzuführen:

- a) Ermüdungsrisse sind an der hoch beanspruchten Stelle in der Wand/im Innenbehälter als flache Risse zu modellieren;
- b) der Bereich der Spannungen an der ermüdungsanfälligen Stelle, die bei einem Druck zwischen 2 MPa und 20 MPa entstehen, ist anhand der Spannungsberechnung nach den Vorschriften von Absatz F.1 dieser Anlage zu bestimmen;
- c) die Komponenten der Biegespannung und der Membranspannung können getrennt berücksichtigt werden;
- d) es sind mindestens 15 000 Druckzyklen durchzuführen;
- e) die Werte der Rissausbreitung durch Ermüdung sind nach ASTM E647 an Luft zu bestimmen. Die Lage der Rissebene ist entsprechend der Abbildung in ASTM E399 durch die Richtung C — L bestimmt (d. h. die Rissebene liegt senkrecht zum Umfang und parallel zur Achse des Zylinders). Die Rissausbreitungsrate ist der Mittelwert der Prüfergebnisse von 3 Prüfstücken. Liegen für den Werkstoff und die Betriebsbedingungen Werte der Rissausbreitung durch Ermüdung vor, können sie bei der Beurteilung verwendet werden;

- f) der Rissfortschritt pro Druckzyklus in Richtung der Wanddicke und in Längsrichtung ist nach den in BS PD 6493-91 Abschnitt 14.2 aufgeführten Schritten zu bestimmen, wobei die Beziehung zwischen der Rissausbreitung durch Ermüdung (siehe Buchstabe e) und dem Bereich der Kräfte für die Rissausbreitung entsprechend dem durchgeführten Druckzyklus zu berücksichtigen ist;
- g) anhand der Ergebnisse aus den vorstehenden Schritten sind die höchstzulässige Defekttiefe und -länge zu berechnen, die während der Betriebsdauer des Zylinders nicht zu einem Versagen durch Ermüdung oder Bruch führen. Die Defektgröße für zerstörungsfreie Prüfungen darf nicht größer sein als die für die Ausführung berechnete höchstzulässige Defektgröße.

F.3.2. Defektgröße für Zyklusprüfungen an Zylindern mit Rissen

Drei Zylinder der Typen CNG-1, CNG-2 und CNG-3 mit künstlichen Defekten, deren Länge und Tiefe die nach Anhang 3A Absatz 6.15 bestimmte zulässige Größe übersteigen, sind nach dem Prüfverfahren nach Absatz A.13 bis zum Versagen zyklisch unter Druck zu setzen. (Siehe Anlage A zu diesem Anhang.) Bei Zylindern des Typs CNG-1, die eine ermüdungsanfällige Stelle im zylindrischen Teil haben, sind Risse außen in die Seitenwand einzuschneiden. Bei Zylindern des Typs CNG-1, bei denen die ermüdungsanfällige Stelle außerhalb der Seitenwand liegt, und bei Zylindern der Typen CNG-2 und CNG-3 sind innen Risse einzuschneiden. Innen liegende Risse können vor der Wärmebehandlung und dem Schließen des Zylinderendes eingeschnitten werden.

Die Zylinder dürfen nicht nach weniger als 15 000 Zyklen undicht werden oder brechen. Die zulässige Defektgröße für zerstörungsfreie Prüfungen darf nicht größer sein als der künstliche Defekt an dieser Stelle.

Anlage G

ANWEISUNGEN DES BEHÄLTERHERSTELLERS FÜR HANDHABUNG, VERWENDUNG UND ÜBERPRÜFUNG VON ZYLINDERN

G.1. ALLGEMEINES

Mit dieser Anlage sollen vor allem dem Käufer, dem Händler, dem Fachmann, der für den Einbau verantwortlich ist, und dem Nutzer Hinweise für die sichere Verwendung des Zylinders während der vorgesehenen Betriebsdauer gegeben werden.

G.2. VERTRIEB

Der Hersteller muss dem Käufer mitteilen, dass die Anweisungen an alle weiterzugeben sind, die die Zylinder vertreiben, handhaben, einbauen und verwenden. Die Anweisungen können kopiert werden, damit genügend Exemplare zur Verfügung stehen, sie müssen allerdings gekennzeichnet werden, damit sie den gelieferten Zylindern zugeordnet werden können.

G.3. BEZUGNAHME AUF GELTENDE VORSCHRIFTEN, NORMEN UND REGELUNGEN

Bestimmte Anweisungen können als Bezugnahmen auf nationale oder anerkannte Vorschriften, Normen und Regelungen formuliert werden.

G.4. HANDHABUNG DER ZYLINDER

Es müssen Handhabungsvorschriften mitgeliefert werden, um sicherzustellen, dass die Zylinder bei der Handhabung nicht beschädigt oder verunreinigt werden.

G.5. EINBAU

Es müssen Einbauanweisungen mitgeliefert werden, um sicherzustellen, dass die Zylinder beim Einbau und normalen Betrieb während der vorgesehenen Betriebsdauer nicht beschädigt werden.

Wenn der Hersteller Vorschriften für den Einbau macht, müssen die Anweisungen gegebenenfalls genaue Angaben dazu enthalten wie einen Einbauplan, Angaben über die Verwendung elastischer Dichtungswerkstoffe, die vorgeschriebenen Anziehdrehmomente und einen Hinweis, dass der Zylinder Umgebungsbedingungen, unter denen er chemisch und mechanisch beansprucht wird, nicht direkt ausgesetzt werden darf.

Wenn der Hersteller keine Vorschriften für den Einbau macht, muss er den Käufer auf mögliche langfristige Auswirkungen der Befestigung des Zylinders im Fahrzeug hinweisen wie Bewegungen des Fahrzeugaufbaus und Ausdehnung/Kontraktion des Zylinders unter betriebsüblichen Drücken und Temperaturen.

Gegebenenfalls ist der Käufer darauf hinzuweisen, dass Vorrichtungen angebracht werden müssen, die verhindern, dass sich Flüssigkeiten oder Feststoffe ansammeln, durch die der Zylinder beschädigt würde.

Es ist anzugeben, welche Druckentlastungsvorrichtung einzubauen ist.

G.6. VERWENDUNG DER ZYLINDER

Der Hersteller muss den Käufer auf die in dieser Regelung beschriebenen vorgesehenen Betriebsbedingungen hinweisen, vor allem auf die für den Zylinder zulässige Zahl der Druckzyklen, die Betriebsdauer in Jahren, die Grenzwerte der Gasqualität und die höchstzulässigen Drücke.

G.7. ÜBERPRÜFUNG WÄHREND DER NUTZUNG

Der Hersteller muss den Nutzer deutlich auf die Vorschriften für die Überprüfung der Zylinder (z. B. Fristen für Wiederholungsprüfungen durch autorisiertes Personal) hinweisen, zu deren Beachtung er verpflichtet ist. Diese Hinweise müssen mit den Vorschriften für die Bauartgenehmigung übereinstimmen.

Anlage H

PRÜFUNG DER UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

H.1. ANWENDUNGSBEREICH

Bei der Prüfung unter Umgebungsbedingungen soll nachgewiesen werden, dass Zylinder für Erdgasfahrzeuge den Umgebungsbedingungen an der Fahrzeugunterseite und der zeitweiligen Einwirkung anderer Fluide standhalten können. Diese Prüfung wurde von der Kraftfahrzeugindustrie der Vereinigten Staaten von Amerika (USA) entwickelt, nachdem Zylinder wegen Spannungsrisskorrosion in der Verbundwerkstoff-Umwicklung versagt hatten.

H.2. KURZBESCHREIBUNG DES PRÜFVERFAHRENS

Zuerst wird ein Zylinder durch Pendel- und Steinschläge vorbehandelt, um mögliche Bedingungen an der Fahrzeugunterseite zu simulieren. Dann wird der Zylinder wiederholt in „simuliertes“ streusalzhaltiges Wasser/saures Regenwasser getaucht und anderen Fluiden, Druckzyklen und hohen und niedrigen Temperaturen ausgesetzt. Am Ende der Prüffolge wird der Zylinder bis zur Zerstörung hydrostatisch unter Druck gesetzt. Der hierbei ermittelte Berstdruck muss mindestens 85 % des Mindest-Konstruktionsberstdrucks betragen.

H.3. ANORDNUNG UND VORBEREITUNG DES ZYLINDERS

Der Zylinder muss in einem Zustand geprüft werden, der der Einbausituation entspricht, und einen (etwaigen) Überzug, Halterungen und Dichtungen sowie Druckarmaturen haben, bei denen dieselbe Art von Dichtungen (d. h. O-Ringe) wie im Betriebszustand verwendet wird. Halterungen können vor der Tauchprüfung beschichtet oder angestrichen werden, wenn sie vor dem Einbau ins Fahrzeug beschichtet oder angestrichen werden.

Die Zylinder werden in waagerechter Lage geprüft und dazu entlang ihrer waagerechten Mittellinie in einen „oberen“ und einen „unteren“ Teil geteilt. Der untere Teil des Zylinders wird abwechselnd in streusalzhaltiges Wasser/saures Regenwasser getaucht und erwärmter oder gekühlter Luft ausgesetzt.

Der obere Teil wird in fünf verschiedene Bereiche unterteilt und für die Vorbehandlung und die Fluideinwirkung markiert. Die Bereiche haben einen Nenndurchmesser von 100 mm. Die Bereiche dürfen sich auf der Zylinderoberfläche nicht überschneiden. Wenn es für die Durchführung der Prüfung angebracht ist, brauchen die Bereiche nicht entlang einer einzigen Linie angeordnet zu sein, allerdings dürfen sie nicht in den eingetauchten Teil des Zylinders hineinreichen.

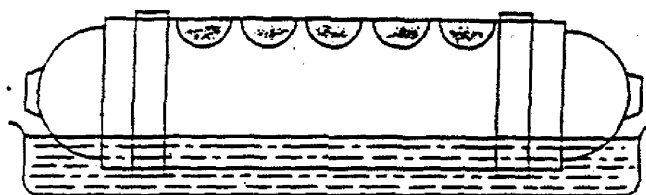
Wenn auch die Vorbehandlung und die Fluideinwirkung nur an dem zylindrischen Teil des Zylinders erfolgen, muss doch der gesamte Zylinder einschließlich der gewölbten Teile genauso beständig gegen Umwelteinflüsse sein wie die Bereiche, die ihnen ausgesetzt werden.

Abbildung H.1

Ausrichtung des Zylinders und Anordnung der Einwirkungsbereiche

Einwirkungsbereiche

für andere Fluide



eingetauchter Bereich

(unteres Drittel)

H.4. VORBEHANDLUNGSEINRICHTUNGEN

Folgende Einrichtungen werden für die Vorbehandlung des Prüfzylinders durch Pendel- und Steinschläge benötigt:

a) Pendelschlagprüfung

Der Schlagkörper besteht aus Stahl und hat die Form einer gleichseitigen Pyramide mit quadratischer Grundfläche, wobei die Spitze und die Kanten auf einen Radius von 3 mm abgerundet sind. Der Aufschlagmittelpunkt des Pendels muss mit dem Schwerpunkt der Pyramide zusammenfallen; sein Abstand zur Drehachse des Pendels beträgt 1 m. Die auf den Aufschlagmittelpunkt bezogene Gesamtmasse des Pendels beträgt 15 kg. Die Aufschlagenergie des Pendels muss mindestens 30 Nm betragen, der gemessene Wert muss möglichst nahe an diesem Wert liegen.

Beim Aufschlag des Pendels muss der Zylinder durch die Anschlussstutzen oder die vorgesehenen Halterungen in seiner Lage gehalten werden.

b) Steinschlagprüfung

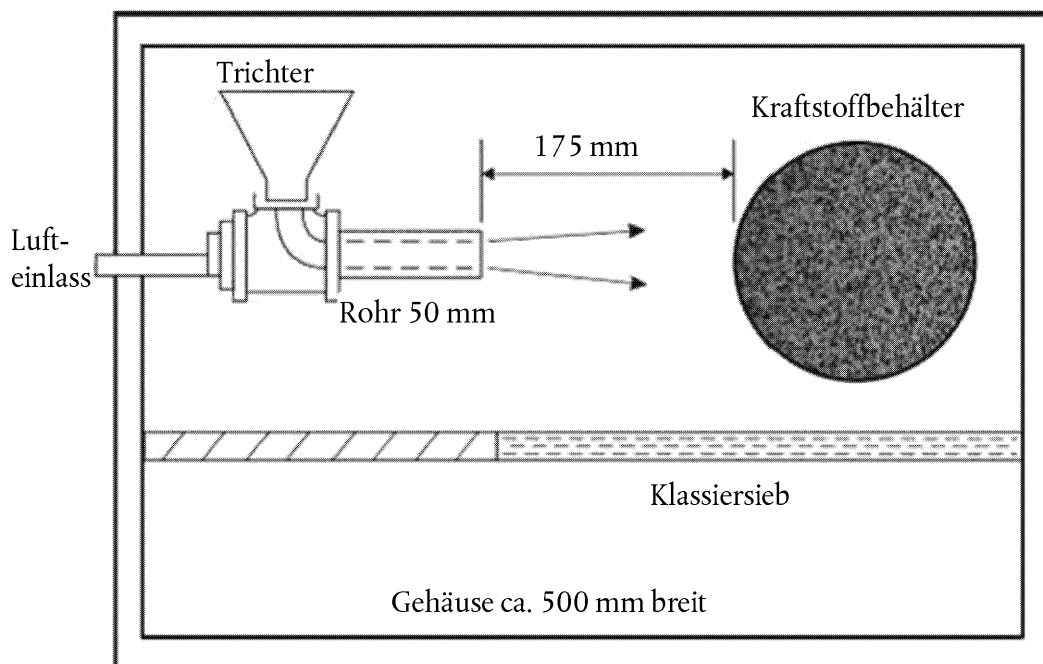
Gemäß den Konstruktionsvorschriften in Abbildung H.2 gebaute Maschine. Die Prüfmaschine ist nach ASTM D3170 „genormtes Verfahren zur Prüfung der Beständigkeit von Überzügen gegen Abplatzen“ zu benutzen, wobei allerdings der Zylinder während der Steinschlagprüfung auf Umgebungstemperatur sein darf.

c) Kies

Es ist Alluvialstraßenkies zu verwenden, der durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 16 mm hindurchgeht, aber durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 9,5 mm zurückgehalten wird. Bei jedem Prüfungsgang sind 550 ml sortierter Kies (ca. 250 bis 300 Steine) zu verwenden.

Bild H.2

Steinschlagprüfung



H.5. UMGEBUNGSEINWIRKUNGEN

a) Tauchflüssigkeit

Bei dem entsprechenden Prüfungsschritt der Prüffolge (Tabelle 1) wird der Zylinder waagrecht so ausgerichtet, dass der Teil, der dem unteren Drittel des Zylinderdurchmessers entspricht, in eine Lösung aus simuliertem saurem Regenwasser/streusalzhaltigem Wasser getaucht ist. Die Lösung setzt sich wie folgt zusammen:

entionisiertes Wasser,

Natriumchlorid: 2,5 Gewichtsprozent \pm 0,1 %,

Kalziumchlorid: 2,5 Gewichtsprozent \pm 0,1 %,

Schwefelsäure: Die Lösung ist auf einen pH-Wert von $4,0 \pm 0,2$ einzustellen.

Der Flüssigkeitsstand der Lösung und der pH-Wert sind vor jedem Prüfschritt, bei dem diese Flüssigkeit verwendet wird, zu korrigieren.

Die Temperatur des Bades muss $21 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ betragen. Während des Prüfvorgangs muss sich der nicht eingetauchte Teil des Zylinders in der Umgebungsluft befinden.

b) Einwirkung anderer Fluide

Bei dem entsprechenden Prüfschritt der Prüffolge (Tabelle 1) ist jeder markierte Bereich 30 Minuten der Einwirkung einer von fünf Lösungen auszusetzen. An jeder Stelle müssen während der gesamten Prüfung dieselben Umgebungsbedingungen herrschen. Folgende Lösungen sind zu verwenden:

Schwefelsäure: 19 Volumenprozent in Wasser

Natriumhydroxid: 25 Gewichtsprozent in Wasser

Methanol/Benzin: Mischung im Verhältnis 30/70 %

Ammoniumnitrat: 28 Gewichtsprozent in Wasser

Scheibenwaschflüssigkeit

Wenn das Prüfmuster der Einwirkung der Flüssigkeiten ausgesetzt wird, ist es so anzuordnen, dass sich der Einwirkungsbereich oben befindet. Eine Auflage aus einer Schicht Glaswolle (ungefähr 0,5 mm dick), die auf die jeweiligen Abmessungen zurechtgeschnitten ist, ist auf den Einwirkungsbereich zu legen. Mit einer Pipette sind 5 ml der Prüfflüssigkeit auf den Einwirkungsbereich zu träufeln. Die Gazeauflage ist zu entfernen, nachdem der Zylinder 30 Minuten unter Druck gehalten worden ist.

H.6. PRÜFBEDINGUNGEN

a) Druckzyklus

Wie in der Prüffolge festgelegt, ist der Zylinder mit einem Mindestdruck nicht unter 2 MPa und einem Höchstdruck nicht über 26 MPa zyklisch unter hydrostatischen Druck zu setzen. Die Gesamtdauer des Zyklus muss mindestens 66 Sekunden betragen und ein Halten des Drucks auf ≥ 26 MPa während mindestens 60 Sekunden einschließen. Der Zyklus verläuft wie folgt:

Druckanstieg von ≤ 2 MPa auf ≥ 26 MPa,

Halten des Drucks auf ≥ 26 MPa während mindestens 60 Sekunden,

Druckabfall von ≥ 26 MPa auf ≤ 2 MPa,

Gesamtzyklusdauer mindestens 66 Sekunden.

b) Druckprüfung bei Einwirkung anderer Flüssigkeiten

Nach dem Auftropfen der anderen Flüssigkeiten ist der Zylinder mindestens 30 Minuten einem Druck von mindestens 26 MPa auszusetzen.

c) Prüfung bei hoher und bei niedriger Temperatur

Wie in der Prüffolge festgelegt, ist der gesamte Zylinder der Einwirkung von Luft mit hoher oder niedriger Temperatur auf die Außenfläche auszusetzen. Die niedrige Lufttemperatur muss -40 °C oder weniger und die hohe Lufttemperatur $82 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ betragen. Während der Einwirkung der niedrigen Temperatur muss die Fluidtemperatur bei Zylindern des Typs CNG-1 durch ein im Zylinder angebrachtes Thermoelement überwacht werden, damit sichergestellt ist, dass sie auf -40 °C oder darunter gehalten wird.

H.7. PRÜFVERFAHREN

a) Vorbehandlung des Zylinders

Jeder der fünf Bereiche, die für die Einwirkung anderer Fluide am oberen Teil des Zylinders markiert sind, ist durch einen einzigen Schlag mit der Spitze des Pendelschlagkörpers auf seine geometrische Mitte vorzubehandeln. Nach dem Schlag sind die fünf Bereiche durch Steinschlag weiterzubehandeln.

Der mittlere Abschnitt des unteren Zylinderteils, der eingetaucht wird, ist durch einen Schlag mit der Spitze des Pendelschlagkörpers an drei ungefähr 150 mm voneinander entfernten Stellen vorzubehandeln.

Nach dem Schlag ist dieser durch Pendelschlag vorbehandelte mittlere Abschnitt durch Steinschlag weiterzubehandeln.

Während der Vorbehandlung muss der Zylinder drucklos sein.

b) Prüffolge und Zyklen

Die einzuhaltende Prüffolge „Umgebungseinwirkung — Druckzyklen und Temperatur“ ist in der Tabelle 1 aufgeführt.

Die Zylinderoberfläche darf zwischen den einzelnen Prüfschritten nicht abgewaschen oder abgewischt werden.

H.8. ANNEHMBARE ERGEBNISSE

Nach Abschluss der Prüfung in der oben genannten Prüffolge ist der Zylinder nach den Vorschriften von Anlage A Absatz A.12 dieses Anhangs einer hydraulischen Druckprüfung bis zur Zerstörung zu unterziehen. Der Berstdruck des Zylinders muss mindestens 85 % des Mindest-Konstruktionsberstdrucks betragen.

Tabelle 1

Prüfbedingungen und Prüffolge

Prüfschritte	Umgebungseinwirkungen	Zahl der Druckzyklen	Temperatur
1	Andere Fluide	—	Umgebungstemperatur
2	Tauchvorgang	1 875	Umgebungstemperatur
3	Luft	1 875	Hoch
4	Andere Fluide	—	Umgebungstemperatur
5	Tauchvorgang	1 875	Umgebungstemperatur
6	Luft	3 750	Niedrig
7	Andere Fluide	—	Umgebungstemperatur
8	Tauchvorgang	1 875	Umgebungstemperatur
9	Luft	1 875	Hoch
10	Andere Fluide	—	Umgebungstemperatur
11	Tauchvorgang	1 875	Umgebungstemperatur

ANHANG 3 B

Flüssigkeitstanks — vakuumisolierte Behälter für die fahrzeuginterne Speicherung von Erdgas als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge

1. ANWENDUNGSBEREICH

In diesem Anhang sind Mindestanforderungen für wiederbefüllbare Flüssigkeitstanks festgelegt. Die Tanks sind nur für die fahrzeuginterne Speicherung von verflüssigtem Erdgas als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge bestimmt, in denen die Tanks zu befestigen sind. Die Tanks müssen aus austenitischem, rostfreien Stahl bestehen und in einer Ausführung oder nach einem Verfahren hergestellt sein, die bzw. das für die speziellen Betriebsbedingungen geeignet ist.

Unter diesen Anhang fallende LNG-Tanks sind in Klasse 5 eingestuft.

Die Betriebsbedingungen, denen die Tanks ausgesetzt sind, sind in Absatz 2 ausführlich beschrieben.

In diesem Anhang wird ein Arbeitsdruck von weniger als 26 MPa zugrunde gelegt. Der Arbeitsdruck kann durch Multiplizieren mit dem jeweiligen Faktor (Verhältniszahl) angepasst werden, indem folgende Formel angewendet wird:

$$P_{\text{test}} = 1,3 (WP + 0,1) \text{ [MPa]}$$

Die Betriebsdauer eines Tanks ist vom Hersteller festzulegen und kann je nach Verwendungszweck unterschiedlich sein.

2. BETRIEBSBEDINGUNGEN

2.1. Allgemeines

2.1.1. Normale Betriebsbedingungen

Die in diesem Abschnitt beschriebenen normalen Betriebsbedingungen sollen als Grundlage für die Konstruktion, die Fertigung, die Qualitätskontrolle, die Prüfung und die Genehmigung von Tanks dienen, die dauerhaft in Fahrzeuge eingebaut und zum Speichern von Erdgas als Kraftstoff bei kryogenen Temperaturen verwendet werden sollen.

2.1.2. Verwendung der Tanks

Mit den hier beschriebenen Betriebsbedingungen sollen außerdem Hinweise für die sichere Verwendung der nach dieser Regelung hergestellten Tanks gegeben werden; sie sind bestimmt für

- a) Tankhersteller;
- b) Besitzer von Tanks;
- c) Konstrukteure oder Vertragsfirmen, die für den Einbau von Tanks verantwortlich sind;
- d) Konstrukteure oder Besitzer von Einrichtungen, die zum Füllen von Tanks in Fahrzeugen verwendet werden;
- e) Erdgaslieferanten und
- f) Aufsichtsbehörden, die die Verwendung von Tanks überwachen.

2.1.3. Regelmäßige Eignungsüberprüfung

Empfehlungen für die regelmäßige Eignungsüberprüfung durch Sichtprüfung oder andere Prüfungen während der Betriebsdauer sind vom Tankhersteller unter Berücksichtigung der in dieser Regelung beschriebenen Betriebsbedingungen zu geben. Jeder Tank ist nach seiner Inbetriebnahme am Fahrzeug (Zulassung des Fahrzeugs) mindestens alle 120 Monate und bei einem Wiedereinbau visuell auf äußere Schäden zu prüfen, und zwar auch unter den Halterungen. Die Sichtprüfung ist von einem von der Typgenehmigungsbehörde benannten oder anerkannten technischen Dienst nach den Angaben des Herstellers durchzuführen, wobei Tanks ohne Typschild mit den vorgeschriebenen Angaben oder mit einem Typschild, auf dem vorgeschriebene Angaben unleserlich sind, auszusondern sind. Ist der Tank anhand der Hersteller- oder der laufenden Nummer eindeutig identifizierbar, kann ein Ersatzschild angebracht und der Tank weiter verwendet werden.

2.1.4. Tanks nach einer Fahrzeugkollision

Nach einer Fahrzeugkollision müssen die Tanks von einer vom Hersteller autorisierten Stelle erneut geprüft werden, sofern die zuständige Behörde nichts anderes anordnet. Tanks, die bei dem Aufprall nicht beschädigt worden sind, dürfen weiter verwendet werden. Andernfalls muss der betreffende Tank zur Begutachtung an den Hersteller zurückgesandt werden.

2.1.5. Tanks nach der Einwirkung von Feuer

Tanks, die Feuer ausgesetzt waren, müssen von einer vom Hersteller autorisierten Stelle erneut geprüft oder ausgesondert werden.

2.2. Höchstdruck

Der höchstzulässige Arbeitsdruck ist vom Hersteller festzulegen und hat dem Druck zu entsprechen, auf den das primäre Überdruckventil eingestellt ist. Der höchstzulässige Betriebsdruck muss unter 26 MPa liegen.

2.3. Temperaturbereich

Die stabile Flüssigkeitstemperatur in Tanks kann zwischen einem Mindestwert von -195 °C und einem Höchstwert von 65 °C liegen.

2.4. Gaszusammensetzung

Sind die Tanks aus Stahl mit einer Zugfestigkeit über 950 MPa hergestellt, darf der Wasserstoffgehalt höchstens 2 Volumenprozent betragen.

2.5. Außenflächen

Die Tanks dürfen nicht ständig mechanischen oder chemischen Beanspruchungen ausgesetzt sein (wie aus dem Fahrzeug austretendes Ladegut und durch den Straßenzustand bedingter starker Abrieb) und müssen nach anerkannten Regeln eingebaut sein. Ihre Außenflächen können jedoch unbeabsichtigt folgenden Einflüssen ausgesetzt sein:

- a) Lösungsmittel, Säuren und Laugen, Dünger und
- b) Betriebsflüssigkeiten von Kraftfahrzeugen wie Kraftstoff, Hydraulikflüssigkeit, Glykol und Öle.

2.6. Entweichen oder Ablassen von Gas

Bei LNG-Tanks, die sich für längere Zeit (z. B. wegen Wartungsarbeiten) in geschlossenen Räumen befinden, muss ein Entweichen oder Ablassen von Erdgas (oder anderen entzündbaren Stoffen) aus dem Tank ordnungsgemäß erfolgen, um die mit der Freisetzung entzündbarer Stoffe in geschlossenen Räumen verbundenen Gefahren zu vermeiden.

2.7. LNG-Tanks von Fahrzeugen müssen eine konstruktionsbedingte Haltezeit (bei Ausführung ohne Überdruckventil) von mindestens 5 Tagen nach Nettobefüllung und bei höchster konstruktionsbedingter Fülltemperatur/höchstem konstruktionsbedingten Fülldruck aufweisen.

3. KONSTRUKTIONSGENEHMIGUNG

3.1. Allgemeines

Mit dem Antrag auf Genehmigung muss der Konstrukteur oder Hersteller des Tanks folgende Unterlagen und Angaben bei der Typgenehmigungsbehörde einreichen:

- a) Betriebserklärung (Absatz 3.2),
- b) Konstruktionsdaten (Absatz 3.3),
- c) Fertigungsdaten (Absatz 3.3.7),
- d) Datenblatt (Absatz 3.3.8),
- e) ergänzende Daten (Absatz 3.3.9.1).

3.2. Betriebserklärung

Die Betriebserklärung dient zur Anleitung derjenigen, die die Tanks einbauen oder verwenden, und zur Information der Typgenehmigungsbehörde oder des von ihr benannten Vertreters. Sie muss folgende Angaben enthalten:

- a) Eine Erklärung, dass der Tank der betreffenden Bauart während seiner Betriebsdauer für die Verwendung unter den in Absatz 4 genannten Betriebsbedingungen geeignet ist,
- b) Angabe der Betriebsdauer,
- c) Mindestanforderungen an die Prüfung und Überprüfung während der Nutzung,
- d) Angaben über die erforderlichen Druckentlastungsvorrichtungen,
- e) Angaben über Halterungen usw., die erforderlich sind, aber nicht mitgeliefert werden,
- f) Beschreibung der Tankausführung,
- g) konstruktionsbedingte Haltezeit,
- h) weitere Angaben, die für die sichere Verwendung und Überprüfung des Tanks erforderlich sind.

3.3. Konstruktionsdaten

3.3.1. Zeichnungen

Die Zeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Titel, Bezugsnummer, Ausgabedatum und Nummern der Neuausgaben, gegebenenfalls mit Ausgabedatum,
- b) Bezugnahme auf diese Regelung und den Tanktyp,
- c) alle Druckgefäßmaße mit Toleranzen, ausführliche Darstellung der Endverschlüsse mit Mindestdicken und Öffnungen,
- d) Masse der Tanks mit Toleranzen,
- e) Werkstoffangaben mit Mindestwerten oder Toleranzbereichen für die mechanischen und chemischen Eigenschaften,
- f) weitere Angaben wie den Mindestprüfdruck.

3.3.2. Spannungsberechnung

Es ist eine Spannungsberechnung vorzulegen.

Als Verfahren werden anerkannt:

- a) Finite-Elemente-Methode,
- b) Differenzenmethode,
- c) Grenzelement-Methode,
- d) eine andere anerkannte Methode.

Eine Tabelle, in der die errechneten Spannungen zusammengefasst sind, ist vorzulegen.

3.3.3. Werkstoffdaten

Eine ausführliche Beschreibung der verwendeten Werkstoffe und der Toleranzen ihrer Eigenschaften ist vorzulegen.

3.3.4. Daten der Konstruktionszulassungsprüfung

Tankwerkstoff, -konstruktion, -herstellung und -prüfung müssen für den vorgesehenen Betrieb geeignet sein; dies wird dadurch nachgewiesen, dass die Anforderungen der für die betreffende Tankkonstruktion erforderlichen Prüfungen eingehalten werden, wenn gemäß den in Anlage A zu diesem Anhang dargestellten Prüfverfahren geprüft wird.

Die Prüfdaten müssen außerdem die Abmessungen, Wanddicken und Gewichte aller geprüften Tanks umfassen.

3.3.5. Feuersicherheit

Die Anordnung der Druckentlastungsvorrichtungen, die den Tank vor plötzlichem Bruch schützen, wenn er bei einem Brand den in Anlage A Absatz A.1 dieses Anhangs beschriebenen Bedingungen ausgesetzt ist, ist anzugeben. Mit den Prüfdaten muss die Wirksamkeit des vorgesehenen Feuersicherheitsystems nachgewiesen werden.

3.3.6. Tankhalterungen

Einzelheiten der Tankhalterungen oder der Anforderungen an die Halterungen sind gemäß den Vorschriften von Absatz 4.11 anzugeben.

3.3.7. Fertigungsdaten

Es sind Beschreibungen der Herstellungsverfahren und der Produktionsprüfungen vorzulegen.

Folgendes muss der Norm EN 1251-2 (2000) entsprechen:

- a) Qualitätssicherungssystem,
- b) Schneiden,
- c) Kaltformgebung,
- d) Heißformgebung,
- e) Fertigungstoleranzen,
- f) Schweißen,
- g) nicht geschweißte Verbindungen.

3.3.8. Datenblatt

Für jede Tankausführung sind auf einem Datenblatt die Unterlagen aufzuführen, die die Angaben nach Absatz 5.1 enthalten. Für jede Unterlage sind der Titel, die Bezugsnummer, die Nummern der Neuausgaben sowie das Ausgabedatum der Ursprungsfassung und der anderen Fassungen anzugeben. Alle Unterlagen müssen vom Hersteller unterschrieben oder abgezeichnet sein. Das Datenblatt muss mit einer Nummer und gegebenenfalls den Nummern der Neuausgaben versehen sein, die zur Bezeichnung der Tankausführung verwendet werden können, und die Unterschrift des Technikers tragen, der für die Konstruktion verantwortlich ist. Auf dem Datenblatt muss ein Feld für einen Stempel vorgesehen sein, aus dem die Bauartgenehmigung hervorgeht.

3.3.9.1. Ergänzende Daten

Gegebenenfalls sind zur Ergänzung des Antrags weitere Daten zu übermitteln, wie die Herkunft des vorgesehenen Werkstoffs oder Angaben zur Verwendung einer bestimmten Tankausführung unter anderen Betriebsbedingungen.

3.4. Genehmigung und Bescheinigung

3.4.1. Überprüfung und Prüfung

Die Übereinstimmung der Produktion ist nach den Vorschriften von Absatz 11 dieser Regelung zu überprüfen; damit sichergestellt ist, dass die Tanks den Vorschriften dieser Regelung entsprechen, sind sie nach den Bestimmungen von Absatz 4.10 von der zuständigen Behörde zu überprüfen.

3.4.2. Prüfbescheinigung

Sind die Ergebnisse der Typprüfung nach Absatz 4.10 zufriedenstellend, stellt die zuständige Behörde eine Prüfbescheinigung aus. Ein Muster einer Prüfbescheinigung ist in Anlage D dieses Anhangs wiedergegeben.

4. ANFORDERUNGEN

4.1. Allgemeines

Bei der Tankkonstruktion ist alles zu berücksichtigen, was notwendig ist, um sicherzustellen, dass jeder nach den Konstruktionsunterlagen hergestellte Tank während der angegebenen Betriebsdauer für seinen Zweck geeignet ist.

4.2. Konstruktion

In dieser Regelung sind keine Konstruktionsformeln angegeben, es ist jedoch vorgeschrieben, dass die Eignung der Konstruktion nachgewiesen wird: durch geeignete Berechnungen und dadurch, dass die Tanks die in dieser Regelung vorgeschriebenen Werkstoff-, Konstruktionszulassungs- und Fertigungsprüfungen regelmäßig bestehen.

4.3. Werkstoffe

Die verwendeten Werkstoffe müssen für den Betrieb unter den in Absatz 2 beschriebenen Bedingungen geeignet sein. Ein Tank darf nicht so konstruiert sein, dass unverträgliche Werkstoffe miteinander in Berührung kommen. Die Anforderungen für die Werkstoffzulassungsprüfung sind in Tabelle 6.1 zusammengefasst.

Die Werkstoffe des Kraftstofftanks und seiner Zubehörteile müssen mit Folgendem verträglich sein:

- a) Flüssigerdgas (LNG),
- b) andere Medien und Fluiden, die in Zusammenhang mit Fahrzeugen stehen, wie Kühlmittel, Bremsflüssigkeit und Batteriesäure.

Bei niedrigen Temperaturen verwendete Werkstoffe müssen den Anforderungen von ISO 21028-1 (2004) an die Zähigkeit genügen. Bei nichtmetallischen Werkstoffen ist die Tieftemperaturtauglichkeit anhand eines experimentellen Verfahrens nachzuweisen, wobei die Betriebsbedingungen zu berücksichtigen sind.

Die für die äußere Umhüllung verwendeten Werkstoffe müssen gewährleisten, dass das Isoliersystem intakt bleibt, müssen aus austenitischem, rostfreien Stahl bestehen und müssen sich bei der Temperatur von Flüssigstickstoff um mindestens 12 % dehnen, bevor sie brechen.

Bei Innenbehältern muss sichergestellt werden, dass die Werkstoffe alle im Betrieb auftretenden Ermüdungsbeanspruchungen aushalten.

Ein Korrosionszuschlag ist für den Innenbehälter nicht erforderlich. Für die anderen Oberflächen ist ebenfalls kein Korrosionszuschlag erforderlich, sofern sie ausreichend gegen Korrosion geschützt sind.

Bei geschweißten Behältern müssen die Schweißnähte Eigenschaften aufweisen, die denen für den Stammwerkstoff spezifizierten bei allen Temperaturen, denen der Werkstoff ausgesetzt sein kann, gleichwertig sind.

4.3.1. Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung aller Stähle ist anzugeben, wobei mindestens der Kohlenstoff-, Mangan-, Silizium-, Nickel-, Chrom- und Molybdängehalt festzulegen ist, sowie der Gehalt an allen weiteren absichtlich zugesetzten Legierungselementen.

4.3.2. Zugprüfung

Die Zugeigenschaften von geschweißtem Stahl im Innenbehälter sind gemäß EN 895:1995 und EN 6892-1:2009 zu prüfen.

4.3.3. Kerbschlagprüfung

Die Kerbschlageigenschaften von geschweißtem Stahl im Innenbehälter sind gemäß EN 1251-2:2000 und EN 10045-1:1990 zu prüfen.

4.3.4. Biegeprüfung

Die Biegeeigenschaften von geschweißtem Stahl im Innenbehälter sind gemäß EN 910:1996 zu prüfen.

4.3.5. Prüfung der Schweißnähte

Es sind gemäß EN 1251-2:2000 und EN 1435:1997 Durchstrahlungsprüfungen des geschweißten Stahls im Innenbehälter durchzuführen.

4.4. Prüfdruck

Der Prüfdruck bei der Herstellung muss mindestens wie folgt sein:

$$P_{\text{test}} = 1,3 (\text{WP} + 0,1) \text{ [MPa]}$$

Dabei gilt:

WP (Arbeitsdruck) wird in MPa angegeben.

4.5. Spannungsberechnung

Zur Bestimmung der Mindest-Konstruktionswanddicken ist eine Spannungsberechnung vorzunehmen. Es ist eine Spannungsberechnung vorzunehmen, um die Konstruktion der inneren Halterungsteile bei den in Absatz 18.4.4 dieser Regelung beschriebenen Beschleunigungen zu bestimmen. Die Belastungen dürfen nicht über die Mindeststreckgrenze des Werkstoffs bei der Berechnung mittels eines Modells der linearen Belastung hinausgehen. Auf die Berechnung der zulässigen Belastung der inneren Halterungsteile kann verzichtet werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass der Kraftstofftank den in Absatz 18.4.4 angegebenen Beschleunigungen ohne Beschädigung der Struktur des Innenbehälters oder seiner Halterungen standhält.

4.6. Überprüfung und Prüfung

Im Rahmen der Fertigungskontrolle sind Programme und Verfahren anzugeben für:

- a) die Fertigungskontrolle, Prüfungen und Annahmekriterien und
- b) regelmäßige Überprüfungen während der Nutzung, Prüfungen und Annahmekriterien. Die Abstände zwischen Sichtprüfungen der Außenflächen der Tanks müssen mit Absatz 2.1.3 dieses Anhangs übereinstimmen. Hinweise für die Gestaltung der Anweisungen des Herstellers für Handhabung, Verwendung und Überprüfung der Tanks finden sich in Anlage B zu diesem Anhang.

4.7. Feuersicherheit

Alle Tanks müssen durch Druckentlastungsvorrichtungen gegen Feuer geschützt sein. Der Tank, seine Werkstoffe, die Druckentlastungsvorrichtungen und gegebenenfalls eine zusätzliche Isolierung oder zusätzliches Schutzmaterial müssen so ausgelegt sein, dass sie bei der in Absatz A.1 (Anhang 3B Anlage A) beschriebenen Feuersicherheitsprüfung gemeinsam eine ausreichende Sicherheit gewährleisten.

Druckentlastungsvorrichtungen sind nach den Vorschriften von Absatz A.1 (Anhang 3B Anlage A) zu prüfen.

4.8. (frei gelassen)

4.9. Tankhalterungen

Der Hersteller muss angeben, mit welchen Mitteln die Tanks am Fahrzeug befestigt werden. Er muss ferner Einbauanweisungen für die Halterungen mitliefern, in denen die Spannkraft und das Anzugsdrehmoment angegeben sind, mit denen die erforderliche Haltekraft erreicht wird, ohne dass der Tank übermäßig beansprucht oder seine Oberfläche beschädigt wird.

4.10. Konstruktionszulassungsprüfungen

Für die Genehmigung eines Tanktyps muss nachgewiesen werden, dass der Werkstoff, die Konstruktion, die Fertigung und die Prüfung für die vorgesehene Verwendung geeignet sind; dazu müssen die Anforderungen der in Tabelle 6.1 dieses Anhangs zusammengefassten Werkstoffzulassungsprüfungen und der in Tabelle 6.2 dieses Anhangs zusammengefassten Tankzulassungsprüfungen erfüllt sein, wobei diese Prüfungen nach den in Anlage A dieses Anhangs beschriebenen Verfahren durchzuführen sind. Die zuständige Behörde wählt die Prüftanks aus und überwacht die Prüfungen. Auch wenn mehr als die in diesem Anhang vorgesehenen Tanks geprüft werden, sind alle Ergebnisse aufzuzeichnen.

4.11. Produktionskontrollen und -prüfungen

Es sind ausführliche Beschreibungen der Produktionskontrollen und -prüfungen vorzulegen.

Folgendes muss der Norm EN 1251-2:2000 entsprechen:

- a) Prüfstufen,
- b) Pläne für die Produktionskontrolle,

- c) zerstörungsfreie Prüfungen,
- d) Fehlerbehebung,
- e) Druckprüfungen.

4.12. Nichterfüllung der Prüfanforderungen

Werden Prüfanforderungen nicht erfüllt, ist eine erneute Prüfung wie folgt durchzuführen:

- a) Gibt es Hinweise darauf, dass bei der Prüfung fehlerhaft vorgegangen wurde oder ein Messfehler aufgetreten ist, ist eine weitere Prüfung vorzunehmen. Ist das Ergebnis dieser Prüfung zufriedenstellend, wird die erste Prüfung nicht berücksichtigt.
- b) Wurde bei der Prüfung korrekt vorgegangen, ist zu ermitteln, warum ihre Anforderungen nicht erfüllt wurden.

Tritt die Nichterfüllung bei der zerstörungsfreien Prüfung auf, sind alle fehlerhaften Tanks zurückzuweisen oder nach einem anerkannten Verfahren instandzusetzen. Die nicht zurückgewiesenen Tanks gelten dann als neues Produktionslos. Alle zum Nachweis der Annehmbarkeit des neuen Produktionsloses erforderlichen Typ- und Losprüfungen sind zu wiederholen. Ist das Ergebnis einer oder mehrerer Prüfungen auch nur teilweise nicht zufriedenstellend, sind alle Tanks des Produktionsloses zurückzuweisen.

4.13. Konstruktionsänderung

Eine Konstruktionsänderung ist jede Änderung der Werkstoffe oder der Abmessungen, die nicht im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen liegt.

Bei der Zulassung kleinerer Konstruktionsänderungen kann mit einem reduzierten Prüfprogramm gearbeitet werden. Bei den in Tabelle 6.4 aufgeführten Konstruktionsänderungen sind die dort angegebenen Konstruktionszulassungsprüfungen durchzuführen.

Tabelle 6.1

Werkstoffzulassungsprüfung

Werkstoff des Innenbehälters	Entsprechender Absatz dieses Anhangs
Zugprüfung	4.3.2.
Kerbschlagprüfung	4.3.3.
Biegeprüfung	4.3.4.
Prüfung der Schweißnähte	4.3.5.

Tabelle 6.2

Konstruktionszulassungsprüfungen

	Prüfung und entsprechender Anhang
Feuersicherheitsprüfung	Anhang 3B Anlage A Absatz A.1
Fallprüfung	Anhang 3B Anlage A Absatz A.2
Haltezeitprüfung	Anhang 3B Anlage A Absatz A.3

Tabelle 6.3

Prüfungen wesentlicher Merkmale

Qualitätskontrolle
Platten für die Produktionskontrolle
Zerstörungsfreie Prüfungen
Druckprüfungen

Tabelle 6.4

Konstruktionsänderung

Konstruktionsänderung	Art der Prüfung		
	A.1 Feuersicherheitsprüfung	A.2 Fallprüfung	A.3 Haltezeitprüfung
Durchmesseränderung > 20 %	X	X	X
Längenänderung > 50 %	X	X	X
Änderung des Arbeitsdrucks > 20 %	X	X	X
Dämmmaterial/-verfahren	X		X

4.14. Druckprüfungen

Jeder Tank ist der Druckprüfung nach Absatz A.4 zu unterziehen (Anhang 3B — Anlage A).

4.15. Konstruktionszulassungsprüfungen

4.15.1. Allgemeines

Zulassungsprüfungen sind an fertigen Tanks durchzuführen, die für die normale Produktion repräsentativ und mit allen Kennzeichen versehen sind. Für die Auswahl der Tanks, die Überwachung der Prüfungen und die Aufzeichnung der Ergebnisse gelten die Vorschriften von Absatz 4.11.

4.15.2. Feuersicherheitsprüfung

Die Prüfungen sind nach den Vorschriften von Anhang 3B Anlage A Absatz A.1 durchzuführen, die dort angegebenen Prüfanforderungen müssen erfüllt werden.

5. AUFSCHRIFTEN

5.1. An jedem Tank muss der Hersteller deutlich lesbare, dauerhafte Aufschriften anbringen, die mindestens 6 mm hoch sind. Die Aufschriften müssen entweder aus aufgeklebten Etiketten oder angeschweißten Schildern bestehen. Klebetiketten sowie ihre Anbringung müssen ISO 7225 oder einer gleichwertigen Norm entsprechen. Die Anbringung mehrerer Etiketten oder Schilder ist zulässig; diese sollten so angeordnet werden, dass sie nicht durch Halterungen verdeckt werden. Jeder Tank, der den Vorschriften dieses Anhangs entspricht, ist mit folgenden Aufschriften zu versehen:

a) Vorgeschriebene Angaben:

- i) „NUR FÜR LNG“,
- ii) Herstellerkennzeichnung,
- iii) Tankkennzeichnung (gültige Teilenummer und eine für jeden Tank nur einmal vergebene laufende Nummer),
- iv) Arbeitsdruck und -temperatur,
- v) Nummer der Regelung zusammen mit Tanktyp und Registrierungsnummer,

- vi) für die Verwendung mit dem Tank zugelassene Druckentlastungsvorrichtungen und Überdruckventile oder ein Hinweis für die Beschaffung von Information über zugelassene Feuersicherheitssysteme,
 - vii) werden Etiketten verwendet, so muss jeder Tank eine eigene Kennnummer tragen, die an gut sichtbarer Stelle in eine Metalloberfläche eingeschlagen ist, damit die Rückverfolgung möglich ist, wenn das Etikett unkenntlich ist.
- b) Nicht zwingend vorgeschriebene Angaben:
- Auf separaten Schildern kann Folgendes angegeben werden:
- i) Gastemperaturbereich, z. B. – 195 °C bis 65 °C,
 - ii) mit Wasser ermitteltes Nennvolumen des Tanks auf zwei signifikante Stellen genau, z. B. 120 Liter,
 - iii) Datum der ersten Druckprüfung (Monat und Jahr).

Die Aufschriften müssen in der aufgeführten Reihenfolge angeordnet werden, doch die konkrete Platzierung sollte sich nach dem verfügbaren Platz richten. Die vorgeschriebenen Angaben können zum Beispiel wie folgt aufgeführt werden:

NUR FÜR LNG

Herstellernummer/Teilenummer/laufende Nummer

1,6 MPa (16 bar)/– 160 °C

ECE R 110 LNG (Registrierungsnummer...)

„Nur vom Hersteller zugelassene Druckentlastungsvorrichtungen verwenden!“

6. VORBEREITUNGEN FÜR DEN VERSAND

Vor dem Versand aus dem Herstellerwerk muss jeder Tank innen sauber sein. Bei Tanks, die nicht sofort durch ein Ventil oder durch Sicherheitsvorrichtungen verschlossen werden, sind alle Öffnungen mit Stopfen zu verschließen, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern und die Gewinde zu schützen.

Die Betriebserklärung des Herstellers und alle erforderlichen Angaben zur richtigen Handhabung und Verwendung des Tanks und zu seiner Überprüfung während der Nutzung sind für den Käufer mitzuliefern. Die Erklärung muss mit Anlage D dieses Anhangs übereinstimmen.

Anlage A

PRÜFVERFAHREN

A.1. FEUERSICHERHEITSPRÜFUNG

A.1.1. Allgemeines

Bei den Feuersicherheitsprüfungen soll nachgewiesen werden, dass fertige Tanks, die mit dem in den Konstruktionsunterlagen angegebenen Feuersicherheitssystem (Tankventil, Druckentlastungsventil und/oder integrierte Wärmeisolierung) versehen sind, nicht bersten, wenn sie unter den genannten Prüfbedingungen einem Feuer ausgesetzt werden. Bricht der Tank bei der Prüfung, muss mit äußerster Vorsicht vorgegangen werden.

A.1.2. Tank-Prüfanordnung

Der Innenbehälter muss die gleiche Temperatur aufweisen wie das LNG. Diese Anforderung gilt als eingehalten, wenn in den vorausgegangenen 24 Stunden der Kraftstofftank mit einer Menge an flüssigem LNG gefüllt war, die mindestens der Hälfte des Volumens des Innenbehälters entspricht.

Der Kraftstofftank muss mit LNG so gefüllt sein, dass die Menge des LNG, die das System zur Massenmessung ermittelt hat, um höchstens 10 % von der höchstzulässigen Nettomenge, die der Innenbehälter enthalten darf, abweicht.

A.1.3. Wärmequelle

Das Feuer muss in seiner Länge und Breite die planmäßigen Abmessungen des Tanks um 0,1 m überschreiten. Anleitungen für die Durchführung einer geeigneten Feuersicherheitsprüfung sind in ISO 11439 enthalten. Die durchschnittliche Temperatur muss für die Dauer der Prüfung über 590 °C bleiben.

Für die Wärmequelle kann jeder beliebige Brennstoff verwendet werden, sofern er eine gleichmäßige Wärme erzeugt, die ausreicht, um die vorgeschriebenen Prüftemperaturen aufrechtzuerhalten, bis der Tank entlüftet wird. Bei der Wahl des Brennstoffs sollte die Luftverunreinigung berücksichtigt werden. Die Gestaltung der Wärmequelle ist so genau zu beschreiben, dass die Wärmezufuhr zum Tank reproduzierbar ist. Bei Ausfall der Wärmequelle oder ungleichmäßiger Wärmezufuhr während einer Prüfung ist das Ergebnis ungültig.

A.1.4. Temperatur- und Druckmessungen

Die von zwei oder mehr Thermoelementen gemessene Durchschnittstemperatur des Raums, der sich 10 mm unter dem Kraftstofftank befindet, muss mindestens 590 °C betragen.

Die von den Thermoelementen angezeigten Temperaturen und der Tankdruck sind während der Prüfung alle 30 Sekunden oder in kürzeren Abständen aufzuzeichnen.

A.1.5. Allgemeine Prüfvorschriften

Der Druck im Behälter darf zu Beginn der Prüfung höchstens 0,1 MPa vom Sättigungsdruck des LNG im Innenbehälter abweichen.

Die Zeitspanne zwischen dem ersten Ansteigen der Durchschnittstemperatur auf 590 °C und der Öffnung des primären Überdruckventils ist zu messen.

Sobald das Überdruckventil sich öffnet, muss die Prüfung fortgesetzt werden, bis das Abblasen aus dem Überdruckventil abgeschlossen ist.

A.1.6. Annehmbare Ergebnisse

Die Haltezeit des Kraftstofftanks, also die Zeit bis zur Öffnung des Überdruckventils, muss bei einem Brand von außen mindestens 5 Minuten betragen.

Der Kraftstofftank darf nicht bersten und der Druck im Innenbehälter darf den zulässigen Fehlerbereich des Innenbehälters nicht überschreiten. Das sekundäre Überdruckventil muss den Druck im Innenbehälter auf den Prüfdruck nach Anhang 3B Absatz 4.4 begrenzen.

A.2. FALLPRÜFUNG

Jede Familie von Kraftstofftanks muss einer Fallprüfung unterzogen werden, um die Festigkeit des Tanks zu überprüfen. Dafür werden die Kraftstofftanks aus 9 m Höhe auf den kritischsten Bereich des Tanks (außer dem Rohrleitungsende) und aus 3 m Höhe auf das Rohrleitungsende fallen gelassen. Der Tank muss das Äquivalent des vollen Gewichts von bis zur Hälfte des Arbeitsdrucks gesättigtem flüssigen Stickstoff enthalten. Bis zu einer Stunde nach der Fallprüfung darf nichts vom Inhalt austreten außer im Zusammenhang mit dem Betrieb des Überdruckventils und dem Entweichen von Dampf zwischen dem Einfüllstutzen und dem sekundären Überdruckventil bei einer Fallprüfung mit Einfüllstutzen. Ein Vakuumverlust, eine Einbeulung des Behälters, der Rohrleitungen und des Rohrleitungsschutzes und Schäden an der Halterungskonstruktion sind akzeptabel.

Der Tank ist einer Fallprüfung so zu unterziehen, dass er auf eine feste, flache, unelastische, glatte und ebene Oberfläche in die nachstehend beschriebenen Bereiche fällt. Dafür wird der Tank in einer festgelegten Mindesthöhe über dem Boden an einem Punkt genau gegenüber dem Aufschlagpunkt so aufgehängt, dass sich der Schwerpunkt senkrecht über ihm befindet.

Kraftstoffpumpen und andere Anbauten am Tank müssen ebenfalls die Anforderungen für die Fallprüfung erfüllen und als Teil der Prüfungen am Tank befestigt sein.

A.3. HALTEZEITPRÜFUNG

Der Tank muss mit einer Menge befüllt werden, die um höchstens 10 % von der höchstzulässigen LNG-Nettomenge bei der höchsten Auslegungsfülltemperatur/beim höchsten Auslegungsfülldruck nach Herstellerangaben abweicht. Der hydrostatische Druck ist mindestens 120 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ jede Minute aufzuzeichnen. Während der Prüfung muss der hydrostatische Druck stabil bleiben (auf 10 kPa genau) oder zunehmen. Das kombinierte Gewicht von Tank und Tankinhalt ist zu messen, und es ist darauf zu achten, dass es während der Prüfung (auf 1 % genau) stabil bleibt; während der Prüfung darf kein Fluid freigesetzt werden (Blasendichtigkeit). Ein akzeptabler gemessener hydrostatischer Druck nach 120 oder mehr Stunden muss unter dem nominalen primären Einstelldruck des Überdruckventils des Tanks liegen. Liegt der hydrostatische Druck nach 120 Stunden unter dem nominalen primären Einstelldruck, kann die Prüfung fortgesetzt werden, bis dieser Druck erreicht ist und kann die höchste konstruktionsbedingte Fülltemperatur/der höchste konstruktionsbedingte Fülldruck nach Herstellerangaben als der hydrostatische Druck, der 120 Stunden vor dem Erreichen des nominalen primären Einstelldruck des Überdruckventils aufgezeichnet wurde, festgelegt werden. Der Hersteller kann auch eine Haltezeit von mehr als 120 Stunden festlegen, oder eine Haltezeit (mehr als 120 Stunden) in Abhängigkeit von der Auslegungsfülltemperatur/dem Auslegungsdruck, die auf den Aufzeichnungen des hydrostatischen Drucks beruhen.

A.4. DRUCKPRÜFUNG

Jeder Innenbehälter muss bei dem Prüfdruck gemäß Anhang 3B Absatz 4.4 geprüft werden, welcher mindestens 30 Sekunden lang ohne sichtbare Anzeichen von Undichtigkeiten, Verformungen oder anderer Mängel aufrechterhalten wird.

*Anlage B***FORMBLATT FÜR BERICHTE**

Anmerkung: Diese Anlage ist kein verbindlicher Teil dieses Anhangs.

Folgende Formblätter sollen verwendet werden:

1. Beschreibung und Seriennummer des Behälters
 2. Konformitätsbescheinigungen, z. B. für Sicherheitsventile, handbetätigte Ventile, Verbindungsteile zur Befüllung usw.
 3. Durchstrahlungsprüfung von Schweißnähten — Prüfbericht
 4. Bericht über die mechanische Prüfung — Zugprüfung an Verbindungen, Biegeprüfungen, Schlagprüfungen
 5. Berichte über Werkstoffprüfungen — alle Stahlbestandteile des Innenbehälters
-

Anlage C

**ANWEISUNGEN DES TANKHERSTELLERS FÜR HANDHABUNG, VERWENDUNG UND ÜBERPRÜFUNG
VON TANKS**

C.1. ALLGEMEINES

Mit dieser Anlage sollen vor allem dem Käufer, dem Händler, dem Fachmann, der für den Einbau verantwortlich ist, und dem Nutzer Hinweise für die sichere Verwendung des Tanks während der vorgesehenen Betriebsdauer gegeben werden.

C.2. VERTRIEB

Der Hersteller muss dem Käufer mitteilen, dass die Anweisungen an alle weiterzugeben sind, die die Tanks vertreiben, handhaben, einbauen und verwenden. Die Anweisungen können kopiert werden, damit genügend Exemplare zur Verfügung stehen, sie müssen allerdings gekennzeichnet werden, damit sie den gelieferten Tanks zugeordnet werden können.

C.3. BEZUGNAHME AUF GELTENDE VORSCHRIFTEN, NORMEN UND REGELUNGEN

Bestimmte Anweisungen können als Bezugnahmen auf nationale oder anerkannte Vorschriften, Normen und Regelungen formuliert werden.

C.4. HANDHABUNG DER TANKS

Es müssen Handhabungsvorschriften mitgeliefert werden, um sicherzustellen, dass die Tanks bei der Handhabung nicht beschädigt oder verunreinigt werden.

C.5. EINBAU

Es müssen Einbauanweisungen mitgeliefert werden, um sicherzustellen, dass die Tanks beim Einbau und normalen Betrieb während der vorgesehenen Betriebsdauer nicht beschädigt werden.

Wenn der Hersteller Vorschriften für den Einbau macht, müssen die Anweisungen genaue Angaben dazu enthalten, wie einen Einbauplan, Angaben über die Verwendung elastischer Dichtungswerkstoffe, die vorgeschriebenen Anziehdrehmomente und einen Hinweis, dass der Tank Umgebungsbedingungen, unter denen er chemisch und mechanisch beansprucht wird, nicht direkt ausgesetzt werden darf.

Wenn der Hersteller keine Vorschriften für den Einbau macht, muss er den Käufer auf mögliche langfristige Auswirkungen der Befestigung des Tanks im Fahrzeug hinweisen, wie Bewegungen des Fahrzeugaufbaus und Ausdehnung/Kontraktion des Tanks unter betriebsüblichen Drücken und Temperaturen.

Gegebenenfalls ist der Käufer darauf hinzuweisen, dass Vorrichtungen angebracht werden müssen, die verhindern, dass sich Flüssigkeiten oder Feststoffe ansammeln, durch die der Tank beschädigt würde.

Es ist anzugeben, welche Druckentlastungsvorrichtung einzubauen ist.

C.6. VERWENDUNG DER TANKS

Der Hersteller muss den Käufer auf die in dieser Regelung beschriebenen vorgesehenen Betriebsbedingungen, insbesondere die höchstzulässigen Drücke, aufmerksam machen.

C.7. ÜBERPRÜFUNG WÄHREND DER NUTZUNG

Der Hersteller muss den Nutzer deutlich auf die Vorschriften für die Überprüfung der Tanks (z. B. Fristen für Wiederholungsprüfungen durch autorisiertes Personal) hinweisen, zu deren Beachtung er verpflichtet ist. Diese Hinweise müssen mit den Vorschriften für die Bauartgenehmigung übereinstimmen.

Anlage D

BERICHTSFORMLATT 1

Anmerkung: Diese Anlage ist kein verbindlicher Teil dieses Anhangs.

Folgende Formblätter sollen verwendet werden:

1. Formblatt 1: Bericht des Herstellers und Übereinstimmungsbescheinigung
2. Hersteller:
3. Standort:
4. Registrierungsnummer:
5. Fabrikmarke und Herstellernummer:
6. Seriennummer: von bis einschließlich
7. Tankbeschreibung
8. GRÖSSE: Außendurchmesser: mm; Länge: mm;
9. Aufschriften, die im Schulterbereich des Tanks eingeschlagen sind oder sich auf den Schildern befinden:
 - a) „NUR FÜR LNG“
 - b) „NICHT NACH .../... VERWENDEN“
 - c) Fabrikmarke:
 - d) Laufende Nummer und Teilenummer:
 - e) Arbeitsdruck in MPa:
 - f) Regelung Nr.:
 - g) Art des Feuersicherheitssystems:
 - h) Datum der ersten Prüfung (Monat und Jahr):
 - i) Leermasse des Tanks (in kg):
 - j) Zeichen der amtlich zugelassenen Stelle oder des Prüfers:
 - k) Mit Wasser ermitteltes Volumen (in l):
 - l) Prüfdruck in MPa:
 - m) Besondere Anweisungen:
10. Jeder Tank wurde in Übereinstimmung mit allen Vorschriften der Regelung Nr. ... und entsprechend der oben stehenden Beschreibung hergestellt. Die vorgeschriebenen Prüfberichte sind beigefügt.
11. Ich bescheinige hiermit, dass alle Prüfergebnisse in jeder Hinsicht zufriedenstellend waren und den für den oben genannten Typ geltenden Anforderungen entsprechen.
12. Bemerkungen:
13. Zuständige Behörde:
14. Unterschrift des Prüfers:
15. Unterschrift des Herstellers:
16. Ort, Datum:

Anhang 4A

Vorschriften für die Genehmigung des automatischen Ventils, des Rückschlagventils, des Überdruckventils, des Druckminderers (temperaturgesteuert), des Überströmventils, des handbetätigten Ventils und des Druckminderers (druckgesteuert) für CNG

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES AUTOMATISCHEN VENTILS, DES RÜCKSCHLAGVENTILS, DES ÜBERDRUCKVENTILS, DES DRUCKMINDERERS UND DES ÜBERSTRÖMVENTILS FESTGELEGT.
 2. AUTOMATISCHES CNG-VENTIL
 - 2.1. Die Werkstoffe, aus denen das automatische CNG-Ventil besteht und die beim Betrieb mit dem CNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten CNG verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 2.2. Betriebsbedingungen
 - 2.2.1. Das automatische CNG-Ventil muss dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks standhalten, ohne undicht zu werden oder sich zu verformen.
 - 2.2.2. Das automatische CNG-Ventil muss beim 1,5fachen des Arbeitsdrucks dicht halten (siehe Anhang 5B).
 - 2.2.3. Das automatische CNG-Ventil muss in der vom Hersteller angegebenen normalen Arbeitsposition 20 000 Arbeitsgänge durchführen; dann wird es außer Betrieb genommen. Es muss weiterhin beim 1,5fachen des Arbeitsdrucks dicht halten (siehe Anhang 5B).
 - 2.2.4. Ist das automatische Ventil während automatischer Ausschaltphasen geschlossen, ist das Ventil bei der Prüfung nach Absatz 2.2.3 der folgenden Anzahl von Betätigungen zu unterziehen:
 - a) 200 000 Zyklen (Markierung „H1“), falls der Motor sich selbsttätig abstellt, wenn das Fahrzeug zum Stillstand kommt;
 - b) 500 000 Zyklen (Markierung „H2“), falls, zusätzlich zu den Bedingungen von Buchstabe a) sich der Motor auch selbsttätig abstellt, wenn das Fahrzeug nur mit dem Elektromotor angetrieben wird;
 - c) 1 000 000 Zyklen (Markierung „H3“), falls, zusätzlich zu den Bedingungen von Buchstabe a oder b sich der Motor auch selbsttätig abstellt, wenn das Gaspedal losgelassen wird.Unbeschadet der oben genannten Bestimmungen gilt ein Ventil, das Buchstabe b entspricht als Buchstabe a entsprechend und ein Ventil, das Buchstabe c entspricht, als den Buchstaben a und b entsprechend.
 - 2.2.5. Das automatische CNG-Ventil muss bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig sein.
 - 2.3. Die elektrische Anlage (falls vorhanden) muss gegen den Körper des automatischen Ventils isoliert sein. Der Isolationswiderstand muss > 10 MΩ sein.
 - 2.4. Das elektrisch betätigte automatische Ventil muss in geschlossener Stellung sein, wenn der Strom abgeschaltet ist.
 - 2.5. Das automatische Ventil muss den Anforderungen der Prüfverfahren für die jeweilige Bauteilklasse entsprechen, die nach der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung bestimmt wird.
3. RÜCKSCHLAGVENTIL
 - 3.1. Die Werkstoffe, aus denen das Rückschlagventil besteht und die beim Betrieb mit dem CNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten CNG verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 3.2. Betriebsbedingungen
 - 3.2.1. Das Rückschlagventil muss dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks standhalten ohne undicht zu werden oder sich zu verformen.

- 3.2.2. Das Rückschlagventil muss so konstruiert sein, dass es beim 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) (nach außen) dicht hält (siehe Anhang 5B).
- 3.2.3. Das Rückschlagventil muss in der vom Hersteller angegebenen normalen Arbeitsposition 20 000 Arbeitsgänge durchführen; dann wird es außer Betrieb genommen. Es muss weiterhin beim 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) (nach außen) dicht halten (siehe Anhang 5B).
- 3.2.4. Das Rückschlagventil muss so konstruiert sein, dass es bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
- 3.3. Das Rückschlagventil muss den Anforderungen der Prüfverfahren für die jeweilige Bauteilklasse entsprechen, die nach der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung bestimmt wird.
4. ÜBERDRUCKVENTIL UND DRUCKMINDERER
- 4.1. Die Werkstoffe, aus denen das Überdruckventil und der Druckentlastungsvorrichtungen bestehen und die beim Betrieb mit dem CNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten CNG verträglich sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.
- 4.2. Betriebsbedingungen
- 4.2.1. Überdruckventile und Druckentlastungsvorrichtungen der Klasse 0 müssen so konstruiert sein, dass sie bei verschlossenem Auslass dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) standhalten.
- 4.2.2. Überdruckventile und Druckentlastungsvorrichtungen der Klasse 1 müssen so konstruiert sein, dass sie bei verschlossenem Auslass und dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) dicht halten (siehe Anhang 5B).
- 4.2.3. Überdruckventile der Klassen 1 und 2 müssen so konstruiert sein, dass sie bei verschlossenem Auslass und doppeltem Arbeitsdruck dicht halten.
- 4.2.4. Die Druckentlastungsvorrichtung muss so beschaffen sein, dass bei einer Temperatur von $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ die Schmelzsicherung ausgelöst wird.
- 4.2.5. Überdruckventile der Klasse 0 müssen so konstruiert sein, dass sie bei Temperaturen von -40 °C bis 85 °C funktionsfähig sind.
- 4.3. Das Überdruckventil und die Druckentlastungsvorrichtung müssen den Anforderungen der Prüfverfahren für die jeweilige Bauteilklasse entsprechen, die nach der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung bestimmt wird.
5. ÜBERSTRÖMVENTIL
- 5.1. Die Werkstoffe, aus denen das Überströmventil besteht und die beim Betrieb mit dem CNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten CNG verträglich sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.
- 5.2. Betriebsbedingungen
- 5.2.1. Ist das Überströmventil nicht in den Tank integriert, so muss es so konstruiert sein, dass es dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks standhält.
- 5.2.2. Das Überströmventil muss so konstruiert sein, dass es beim 1,5fachen des Arbeitsdrucks dichthält.
- 5.2.3. Das Überströmventil muss so konstruiert sein, dass es bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
- 5.3. Das Überströmventil muss im Inneren des Behälters angebracht sein.
- 5.4. Das Überströmventil muss mit einem Bypass ausgestattet sein, der den Druckausgleich ermöglicht.
- 5.5. Das Überströmventil muss den Gasstrom sperren, wenn der über ihm vorhandene Differenzdruck 650 kPa erreicht.
- 5.6. Wenn sich das Überströmventil in Absperrstellung befindet, darf der Leckstrom durch das Ventil bei einem Differenzdruck von 10 000 kPa nicht mehr als $0,05\text{ Nm}^3/\text{min}$ betragen.

5.7. Das Überströmventil muss den Anforderungen der Prüfverfahren für die jeweilige Bauteilklasse entsprechen, die nach der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung bestimmt wird; dies gilt nicht für die Merkmale Überdruck, äußere Leckage, Beständigkeit gegen trockene Hitze und Alterung durch Ozonwirkung.

6. HANDBETÄTIGTES VENTIL

6.1. Handbetätigte Ventile der Klasse 0 müssen so konstruiert sein, dass sie dem 1,5fachen Arbeitsdruck standhalten.

6.2. Handbetätigte Ventile der Klasse 0 müssen so konstruiert sein, dass sie bei Temperaturen von -40 °C bis 85 °C funktionsfähig sind.

6.3. Vorschriften für ein handbetätigtes Ventil

Ein Muster ist einer Ermüdungsprüfung zu unterziehen, bei der nicht mehr als vier Druckzyklen pro Minute unter folgenden Bedingungen durchzuführen sind: bei 20 °C während der Durchführung von 2 000 Druckzyklen zwischen 2 MPa und 26 MPa.

7. DRUCKENTLASTUNGSVORRICHTUNG (DRUCKGESTEUERT)

7.1. Die Werkstoffe, aus denen die Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert) besteht und die beim Betrieb mit dem CNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten CNG kompatibel sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.

7.2. Betriebsbedingungen

7.2.1. Die Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert) der Klasse 0 muss so beschaffen sein, dass sie bei den in Anhang 5O genannten Temperaturen betrieben werden kann.

7.2.2. Der Berstdruck muss bei Umgebungstemperatur und bei der höchsten Betriebstemperatur nach Anhang 5O $34\text{ MPa} \pm 10\%$ betragen.

7.3. Die Vorrichtung muss den Anforderungen der Prüfverfahren (außer denen der Überdruckprüfung und der Prüfung auf innere und äußere Leckage) für Bauteile der Klasse entsprechen, die in der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 angegeben ist.

7.4. Vorschriften für Druckentlastungsvorrichtungen (druckgesteuert)

7.4.1. Dauerbetrieb

7.4.1.1. Prüfverfahren

Die Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert) wird unter den in der Tabelle 3 genannten Bedingungen mit Wasser mit einem Druck von 10 % bis 100 % des Arbeitsdrucks zyklisch unter Druck gesetzt, wobei nicht mehr als 10 Zyklen pro Minute bei einer Temperatur von $82\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ bzw. $57\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ durchzuführen sind.

Tabelle 3

Prüftemperaturen und Zyklen

Temperatur [°C]	Zyklen
82	2 000
57	18 000

7.4.1.2. Anforderungen

7.4.1.2.1. Am Ende der Prüfung darf bei dem Bauteil keine Leckage von mehr als $15\text{ cm}^3/\text{Stunde}$ auftreten, wenn es bei Umgebungstemperatur und bei der höchsten Betriebstemperatur nach Anhang 5O einem Gasdruck ausgesetzt wird, der dem maximalen Arbeitsdruck entspricht.

7.4.1.2.2. Am Ende der Prüfung muss der Berstdruck des Druckminderers (druckgesteuert) bei Umgebungstemperatur und bei der höchsten Betriebstemperatur nach Anhang 5O $34\text{ MPa} \pm 10\%$ betragen.

7.4.2. Prüfung auf Korrosionsbeständigkeit

7.4.2.1. Prüfverfahren

Die Druckentlastungsvorrichtung (druckgesteuert) ist nach dem in Anhang 5E beschriebenen Verfahren zu prüfen; eine Dichtigkeitsprüfung wird nicht durchgeführt.

7.4.2.2. Anforderungen

7.4.2.2.1. Am Ende der Prüfung darf bei dem Bauteil keine Leckage von mehr als 15 cm³/Stunde auftreten, wenn es bei Umgebungstemperatur und bei der höchsten Betriebstemperatur nach Anhang 5O einem Gasdruck ausgesetzt wird, der dem maximalen Arbeitsdruck entspricht.

7.4.2.2.2. Am Ende der Prüfung muss der Berstdruck des Druckminderers (druckgesteuert) bei Umgebungstemperatur und bei der höchsten Betriebstemperatur nach Anhang 5O 34 MPa ± 10 % betragen.

—

Anhang 4B

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG VON BIEGSAMEN KRAFTSTOFFLEITUNGEN ODER SCHLÄUCHEN FÜR CNG UND SCHLÄUCHEN FÜR LNG

0. In diesem Anhang werden die Vorschriften für die Genehmigung von biegsamen Schläuchen für CNG oder LNG festgelegt.
- Dieser Anhang gilt für drei Arten von biegsamen Schläuchen für CNG, (a, b und c) und eine Art von LNG-Schlauch (d):
- a) Hochdruckschläuche (Klasse 0),
 - b) Mitteldruckschläuche (Klasse 1),
 - c) Niederdruckschläuche (Klasse 2),
 - d) LNG-Schläuche (Klasse 5).
1. HOCHDRUCKSCHLÄUCHE, KLASSE 0
- 1.1. Allgemeine Vorschriften
- 1.1.1. Der Schlauch muss so konstruiert sein, dass er dem 1,5fachen Arbeitsdruck standhält.
- 1.1.2. Der Schlauch muss so konstruiert sein, dass er die in Anhang 5O angegebenen Temperaturen standhält.
- 1.1.3. Der Innendurchmesser muss den Angaben in ISO 1307 Tabelle 1 entsprechen.
- 1.2. Aufbau des Schlauches
- 1.2.1. Der Schlauch muss aus einer innen glatten Röhre und einer Außenschicht aus einem geeigneten synthetischen Werkstoff bestehen, der durch eine oder mehrere Einlagen verstärkt ist.
- 1.2.2. Die Verstärkungseinlagen müssen durch einen Überzug gegen Korrosion geschützt sein.
- Kommt für die verstärkenden Zwischenlagen ein korrosionsfester Werkstoff zum Einsatz (z. B. rostfreier Stahl), so ist eine Beschichtung nicht erforderlich.
- 1.2.3. Die Innen- und die Außenschicht müssen glatt und frei von Poren, Löchern oder Fremdkörpern sein.
- Ein absichtlich vorgenommener Einstich in der Außenschicht ist nicht als Defekt anzusehen.
- 1.2.4. Die Außenschicht muss absichtlich perforiert sein, um Blasenbildung zu verhindern.
- 1.2.5. Weist die Außenschicht Einstiche auf und besteht die Einlage aus einem nicht korrosionsbeständigen Werkstoff, so muss diese gegen Korrosion geschützt sein.
- 1.3. Vorschriften und Prüfungen für die Innenschicht
- 1.3.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren
- 1.3.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37. Zugfestigkeit mindestens 20 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.
- 1.3.1.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:
- a) Medium: n-Pentan,
 - b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
 - c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Veränderung des Volumens: 20 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 25 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 30 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

1.3.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 1.3.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Alterung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Alterung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

1.3.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten

1.3.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:

- a) Probentyp: 1 BA,
- b) Zuggeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

1.3.2.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Pentan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

1.3.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 1.3.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

1.4. Vorschriften und Prüfverfahren für die Außenschicht

1.4.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren

1.4.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37. Zugfestigkeit mindestens 10 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.

1.4.1.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 30 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 35 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 35 %.

1.4.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 1.4.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

1.4.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten

1.4.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:

- a) Probentyp: 1 BA,
- b) Zuggeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

1.4.2.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

1.4.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 1.4.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 20 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 50 %.

1.4.3. Ozonbeständigkeit

1.4.3.1. Die Prüfung ist nach der ISO-Norm 1431/1 durchzuführen.

1.4.3.2. Die Prüfstücke sind bei einer Dehnung von 20 % über 120 Stunden der Luft mit einer Temperatur von 40 °C und einer Ozonkonzentration von 50 Teilen je einhundert Millionen auszusetzen.

1.4.3.3. An den Prüfständen dürfen sich keine Risse bilden.

1.5. Vorschriften für Schläuche ohne Kupplung

1.5.1. Gasdichtigkeit (Permeabilität)

1.5.1.1. Ein Schlauch mit einer freien Länge von 1 m ist an einen Behälter anzuschließen, der mit flüssigem Propan mit einer Temperatur von 23 °C ± 2 °C gefüllt ist.

1.5.1.2. Die Prüfung ist nach dem in ISO 4080 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

1.5.1.3. Die Leckage durch die Schlauchwand darf nicht mehr als 95 cm³ je Meter Schlauch und 24 Stunden betragen.

1.5.2. Beständigkeit gegen niedrige Temperaturen

1.5.2.1. Die Prüfung ist nach ISO 4672-1978, Verfahren B, durchzuführen.

1.5.2.2. Prüftemperatur: – 40 °C ± 3 °C oder

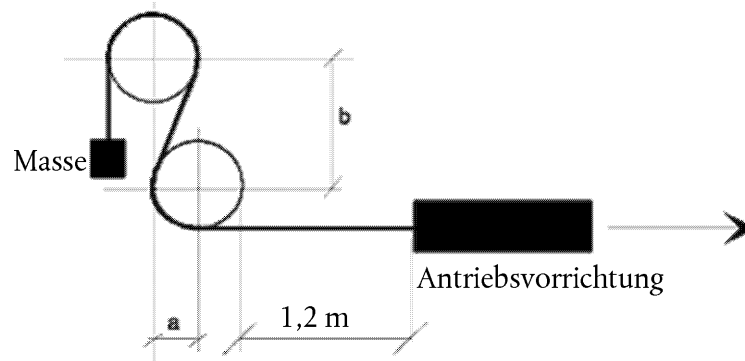
– 20 °C ± 3 °C, wenn zutreffend.

1.5.2.3. Es darf nicht zu einer Rissbildung oder einem Bruch kommen.

1.5.3. Biegeprüfung

1.5.3.1. Ein ungefähr 3,5 m langer leerer Schlauch muss 3 000 Zyklen der nachstehend beschriebenen Wechselbiegeprüfung standhalten, ohne zu brechen. Nach der Prüfung muss der Schlauch dem in Absatz 1.5.4.2 angeführten Prüfdruck standhalten. Der Schlauch ist im Neuzustand und nach Alterung gemäß ISO 188 (siehe Absatz 1.4.2.3) und anschließend gemäß ISO 1817 (siehe Absatz 1.4.2.2) zu prüfen.

1.5.3.2. Abbildung 1 (dient nur als Beispiel)



Innendurchmesser des Schlauchs (mm)	Biegeradius (mm) (Abbildung 1)	Mittenabstand (mm) (Abbildung 1)	
		vertikal b	horizontal a
bis 13	102	241	102
13 bis 16	153	356	153
16 bis 20	178	419	178

1.5.3.3. Die Prüfmaschine (Abbildung 1) besteht aus einem Stahlrahmen mit zwei Holzrädern mit einer Breite von ungefähr 130 mm.

In den Umfang der Räder muss eine Rille für die Führung des Schlauchs eingearbeitet sein.

Der am Grund der Rille gemessene Radius der Räder muss den Angaben in Absatz 1.5.3.2 entsprechen.

Die Längsmittlebenen beider Räder müssen in derselben Vertikalebene liegen, und der Abstand zwischen den Radmittelpunkten muss den Angaben in Absatz 1.5.3.2 entsprechen.

Jedes Rad muss um seinen Drehpunkt frei drehbar sein.

Mit Hilfe einer Antriebsvorrichtung wird der Schlauch mit einer Geschwindigkeit von vier vollständigen Bewegungen pro Minute über die Räder gezogen.

1.5.3.4. Der Schlauch wird S-förmig über die Räder geführt (siehe Abbildung 1).

An dem Ende, das vom oberen Rad herabhängt, ist ein Gewicht zu befestigen, das so schwer ist, dass der Schlauch straff an den Rädern anliegt. Der um das untere Rad herumgeführte Teil wird an der Antriebsvorrichtung befestigt.

Die Antriebsvorrichtung wird so eingestellt, dass der Schlauch in beiden Richtungen einen Gesamtweg von 1,2 m zurücklegt.

1.5.4. Hydraulischer Prüfdruck und Bestimmung des niedrigsten Berstdrucks

1.5.4.1. Die Prüfung ist nach dem in ISO 1402 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

- 1.5.4.2. Der Prüfdruck beträgt das 1,5fache des Arbeitsdrucks (MPa) und ist 10 Minuten aufrechtzuerhalten, wobei keine Leckage auftreten darf.
- 1.5.4.3. Der Berstdruck darf nicht weniger als 45 MPa betragen.
- 1.6. Kupplungen
 - 1.6.1. Kupplungen müssen aus Stahl oder Messing gefertigt sein, ihre Oberfläche muss korrosionsbeständig sein.
 - 1.6.2. Kupplungen müssen als Pressverbindungen ausgeführt sein.
 - 1.6.2.1. Die Überwurfmutter muss UNF-Gewinde haben.
 - 1.6.2.2. Der Dichtkegel muss einen halben Öffnungswinkel von 45° haben.
 - 1.6.2.3. Kupplungen können als Schwenkverschraubungen oder als Schnellkupplungen ausgeführt werden.
 - 1.6.2.4. Schnellkupplungen dürfen nur mit besonderen Vorkehrungen oder mit Spezialwerkzeug lösbar sein.
- 1.7. Schlauchleitung (Schlauch mit Kupplungen)
 - 1.7.1. Die Kupplungen müssen so gestaltet sein, dass die Außenschicht des Schlauchs nicht entfernt werden muss, es sei denn die Verstärkungseinlage des Schlauchs besteht aus korrosionsbeständigem Werkstoff.
 - 1.7.2. Die Schlauchleitung ist einer Impulsprüfung nach der ISO-Norm 1436 zu unterziehen.
 - 1.7.2.1. Die Prüfung ist mit Umlauföl mit einer Temperatur von 93 °C bei einem Mindestdruck von 26 MPa durchzuführen.
 - 1.7.2.2. Der Schlauch ist 150 000 Impulsen auszusetzen.
 - 1.7.2.3. Nach der Impulsprüfung muss der Schlauch dem Prüfdruck gemäß Absatz 1.5.4.2 standhalten.
 - 1.7.3. Gasdichtigkeit
 - 1.7.3.1. Die Schlauchleitung (Schlauch mit Kupplungen) muss fünf Minuten einem Gasdruck standhalten, der dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) entspricht, ohne dass eine Leckage auftritt.
- 1.8. Aufschriften
 - 1.8.1. Auf jedem Schlauch müssen in Abständen von höchstens 0,5 m die nachstehenden, aus Buchstaben, Ziffern oder Symbolen bestehenden Aufschriften deutlich lesbar und dauerhaft angebracht sein:
 - 1.8.1.1. Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers,
 - 1.8.1.2. Jahr und Monat der Herstellung,
 - 1.8.1.3. Größe und Typ,
 - 1.8.1.4. die Aufschrift „CNG Klasse 0“.
 - 1.8.2. An jeder Kupplung muss die Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers der Schlauchleitung angebracht sein.
2. MITTELDRUCKSCHLÄUCHE KLASSE 1
 - 2.1. Allgemeine Vorschriften
 - 2.1.1. Der Schlauch muss so konstruiert sein, dass er einem maximalen Arbeitsdruck von 3 MPa standhält.

- 2.1.2. Der Schlauch muss so konstruiert sein, dass er den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen standhält.
- 2.1.3. Der Innendurchmesser muss den Angaben in ISO 1307 Tabelle 1 entsprechen.
- 2.2. Aufbau des Schlauches
- 2.2.1. Der Schlauch muss aus einer innen glatten Röhre und einer Außenschicht aus einem geeigneten synthetischen Werkstoff bestehen, der durch eine oder mehrere Einlagen verstärkt ist.
- 2.2.2. Die Verstärkungseinlagen müssen durch einen Überzug gegen Korrosion geschützt sein.
- Kommt für die verstärkenden Zwischenlagen ein korrosionsfester Werkstoff zum Einsatz (z. B. rostfreier Stahl), so ist eine Beschichtung nicht erforderlich.
- 2.2.3. Die Innen- und die Außenschicht müssen glatt und frei von Poren, Löchern oder Fremdkörpern sein.
- Ein absichtlich vorgenommener Einstich in der Außenschicht ist nicht als Defekt anzusehen.
- 2.3. Vorschriften und Prüfungen für die Innenschicht
- 2.3.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren
- 2.3.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37. Zugfestigkeit mindestens 10 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.
- 2.3.1.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:
- Medium: n-Pentan,
 - Temperatur: 23 °C (Toleranz nach der ISO-Norm 1817),
 - Einwirkungsdauer: 72 Stunden.
- Anforderungen:
- maximale Veränderung des Volumens: 20 %,
 - maximale Änderung der Zugfestigkeit: 25 %,
 - maximale Änderung der Bruchdehnung: 30 %.
- Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.
- 2.3.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:
- Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
 - Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.
- Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 2.3.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.
- Anforderungen:
- maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
 - maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.
- 2.3.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten
- 2.3.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:
- Probentyp: 1 BA,
 - Zuggeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

2.3.2.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Pentan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

2.3.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 2.3.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

2.4. Vorschriften und Prüfverfahren für die Außenschicht

2.4.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren

2.4.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37. Zugfestigkeit mindestens 10 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.

2.4.1.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 30 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 35 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 35 %.

2.4.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 2.4.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

2.4.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten

2.4.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:

- a) Probentyp: 1 BA,
- b) Zuggeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

2.4.2.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

2.4.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 2.4.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 20 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 50 %.

2.4.3. Ozonbeständigkeit

2.4.3.1. Die Prüfung ist nach der ISO-Norm 1431/1 durchzuführen.

2.4.3.2. Die Prüfstücke sind bei einer Dehnung von 20 % über 120 Stunden der Luft mit einer Temperatur von 40 °C bei einer Ozonkonzentration von 50 Teilen je einhundert Millionen auszusetzen.

2.4.3.3. An den Prüfstücken dürfen sich keine Risse bilden.

2.5. Vorschriften für Schläuche ohne Kupplung

2.5.1. Gasdichtigkeit (Permeabilität)

2.5.1.1. Ein Schlauch mit einer freien Länge von 1 m ist an einen Behälter anzuschließen, der mit flüssigem Propan mit einer Temperatur von 23 °C ± 2 °C gefüllt ist.

2.5.1.2. Die Prüfung ist nach dem in ISO 4080 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

2.5.1.3. Die Leckage durch die Schlauchwand darf nicht mehr als 95 cm³ je Meter Schlauch und 24 Stunden betragen.

2.5.2. Beständigkeit gegen niedrige Temperaturen

2.5.2.1. Die Prüfung ist nach ISO 4672-1978, Verfahren B, durchzuführen.

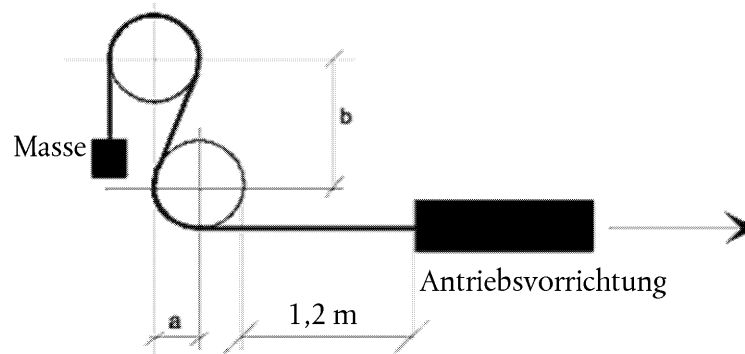
2.5.2.2. Prüftemperatur: – 40 °C ± 3 °C oder
– 20 °C ± 3 °C, wenn zutreffend.

2.5.2.3. Es darf nicht zu einer Rissbildung oder einem Bruch kommen.

2.5.3. Biegeprüfung

2.5.3.1. Ein ungefähr 3,5 m langer leerer Schlauch muss 3 000 Zyklen der nachstehend beschriebenen Wechselbiegeprüfung standhalten, ohne zu brechen. Nach der Prüfung muss der Schlauch dem in Absatz 2.5.4.2 angeführten Prüfdruck standhalten. Der Schlauch ist im Neuzustand und nach Alterung gemäß ISO 188 (siehe Absatz 2.4.2.3) und anschließend gemäß ISO 1817 (siehe Absatz 2.4.2.2) zu prüfen.

2.5.3.2. Abbildung 2 (dient nur als Beispiel)



Innendurchmesser (mm)	Biegeradius (mm) (Abbildung 2)	Mittenabstand (mm) (Abbildung 2)	
		vertikal b	horizontal a
bis 13	102	241	102
13 bis 16	153	356	153
16 bis 20	178	419	178

2.5.3.3. Die Prüfmaschine (Abbildung 2) besteht aus einem Stahlrahmen mit zwei Holzrädern mit einer Breite von ungefähr 130 mm.

In den Umfang der Räder muss eine Rille für die Führung des Schlauchs eingearbeitet sein.

Der am Grund der Rille gemessene Radius der Räder muss den Angaben in Absatz 2.5.3.2 entsprechen.

Die Längsmittlebenen beider Räder müssen in derselben Vertikalebene liegen, und der Abstand zwischen den Radmittelpunkten muss den Angaben in Absatz 2.5.3.2 entsprechen.

Jedes Rad muss um seinen Drehpunkt frei drehbar sein.

Mit Hilfe einer Antriebsvorrichtung wird der Schlauch mit einer Geschwindigkeit von vier vollständigen Bewegungen pro Minute über die Räder gezogen.

2.5.3.4. Der Schlauch wird S-förmig über die Räder geführt (siehe Abbildung 2).

An dem Ende, das vom oberen Rad herabhängt, ist ein Gewicht zu befestigen, das so schwer ist, dass der Schlauch straff an den Rädern anliegt. Der um das untere Rad herumgeführte Teil wird an der Antriebsvorrichtung befestigt.

Die Antriebsvorrichtung wird so eingestellt, dass der Schlauch in beiden Richtungen einen Gesamtweg von 1,2 m zurücklegt.

2.5.4. Hydraulischer Prüfdruck

2.5.4.1. Die Prüfung ist nach dem in ISO 1402 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

2.5.4.2. Beim Aufbringen eines Prüfdrucks von 3 MPa darf über 10 Minuten keine Leckage auftreten.

2.6. Kupplungen

2.6.1. Ist eine Kupplung am Schlauch befestigt, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

2.6.2. Kupplungen müssen aus Stahl oder Messing gefertigt sein, ihre Oberfläche muss korrosionsbeständig sein.

2.6.3. Kupplungen müssen als Pressverbindungen ausgeführt sein.

2.6.4. Kupplungen können als Schwenkverschraubungen oder als Schnelkupplungen ausgeführt werden.

2.6.5. Schnelkupplungen dürfen nur mit besonderen Vorkehrungen oder mit Spezialwerkzeug lösbar sein.

2.7. Schlauchleitung (Schlauch mit Kupplungen)

2.7.1. Die Kupplungen müssen so gestaltet sein, dass die Außenschicht des Schlauchs nicht entfernt werden muss, es sei denn die Verstärkungseinlage des Schlauchs besteht aus korrosionsbeständigem Werkstoff.

2.7.2. Die Schlauchleitung ist einer Impulsprüfung nach der ISO-Norm 1436 zu unterziehen.

2.7.2.1. Die Prüfung ist mit Umlauföl mit einer Temperatur von 93 °C bei mindestens dem 1,5fachen des maximalen Arbeitsdrucks durchzuführen.

2.7.2.2. Der Schlauch ist 150 000 Impulsen auszusetzen.

2.7.2.3. Nach der Impulsprüfung muss der Schlauch dem Prüfdruck gemäß Absatz 2.5.4.2 standhalten.

2.7.3. Gasdichtigkeit

2.7.3.1. Die Schlauchleitung (Schlauch mit Kupplungen) muss fünf Minuten einem Gasdruck von 3 MPa standhalten, ohne dass eine Leckage auftritt.

- 2.8. Aufschriften
- 2.8.1. Auf jedem Schlauch müssen in Abständen von höchstens 0,5 m die nachstehenden, aus Buchstaben, Ziffern oder Symbolen bestehenden Aufschriften deutlich lesbar und dauerhaft angebracht sein:
- 2.8.1.1. Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers,
- 2.8.1.2. Jahr und Monat der Herstellung,
- 2.8.1.3. Größe und Typ,
- 2.8.1.4. die Aufschrift „CNG Klasse 1“.
- 2.8.2. An jeder Kupplung muss die Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers der Schlauchleitung angebracht sein.
3. NIEDERDRUCKSCHLÄUCHE KLASSE 2
- 3.1. Allgemeine Vorschriften
- 3.1.1. Der Schlauch muss einem maximalen Arbeitsdruck von 450 kPa standhalten.
- 3.1.2. Der Schlauch muss den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen standhalten.
- 3.1.3. Der Innendurchmesser muss den Angaben in ISO 1307 Tabelle 1 entsprechen.
- 3.2. (frei)
- 3.3. Vorschriften und Prüfungen für die Innenschicht
- 3.3.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren
- 3.3.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37.
- Zugfestigkeit mindestens 10 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.
- 3.3.1.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach der Norm ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:
- a) Medium: n-Pentan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.
- Anforderungen:
- a) maximale Veränderung des Volumens: 20 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 25 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 30 %.
- Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.
- 3.3.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:
- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C)
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.
- Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 3.3.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

3.3.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten

3.3.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:

- a) Probentyp: 1 BA,
- b) Zuggeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

3.3.2.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Pentan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

3.3.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 3.3.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

3.4. Vorschriften und Prüfverfahren für die Außenschicht

3.4.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren

3.4.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37

Zugfestigkeit mindestens 10 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.

3.4.1.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach der ISO-Norm 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 30 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 35 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 35 %.

3.4.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 3.4.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

3.4.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten

3.4.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:

- a) Probentyp: 1 BA,
- b) Zuggeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

3.4.2.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

3.4.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 3.4.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 20 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 50 %.

3.4.3. Ozonbeständigkeit

3.4.3.1. Die Prüfung ist nach der ISO-Norm 1431/1 durchzuführen.

3.4.3.2. Die Prüfstücke sind um 20 % zu strecken und 120 Stunden Luft mit einer Temperatur von 40 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % ± 10 % und einem Ozongehalt von 50 Teilen pro 100 Mio. Teile auszusetzen.

3.4.3.3. An den Prüfstücken dürfen sich keine Risse bilden.

3.5. Vorschriften für Schläuche ohne Kupplung

3.5.1. Gasdichtigkeit (Permeabilität)

3.5.1.1. Ein Schlauch mit einer freien Länge von 1 m ist an einen Behälter anzuschließen, der mit flüssigem Propan mit einer Temperatur von 23 °C ± 2 °C gefüllt ist.

3.5.1.2. Die Prüfung ist nach dem in ISO 4080 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

3.5.1.3. Die Leckage durch die Schlauchwand darf nicht mehr als 95 cm³ je Meter Schlauch und 24 Stunden betragen.

3.5.2. Beständigkeit gegen niedrige Temperaturen

3.5.2.1. Die Prüfung ist nach ISO 4672, Verfahren B, durchzuführen.

3.5.2.2. Prüftemperatur: – 40 °C ± 3 °C oder
– 20 °C ± 3 °C, wenn zutreffend.

3.5.2.3. Es darf nicht zu einer Rissbildung oder einem Bruch kommen.

3.5.3. Beständigkeit gegen hohe Temperaturen

3.5.3.1. Ein mindestens 0,5 m langes Stück Schlauch, das unter einen Druck von 450 kPa gesetzt wird, ist 24 Stunden in einem Ofen bei 120 °C ± 2 °C zu lagern. Der Schlauch ist im Neuzustand und nach Alterung gemäß ISO 188 (siehe Absatz 3.4.2.3) und anschließend gemäß ISO 1817 (siehe Absatz 3.4.2.2) zu prüfen.

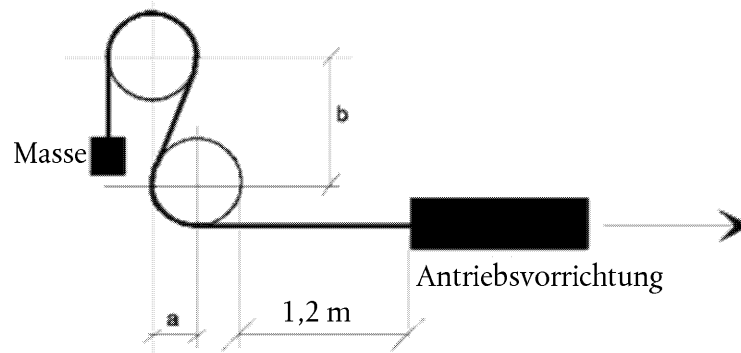
3.5.3.2. Die Leckage durch die Schlauchwand darf nicht mehr als 95 cm³ je Meter Schlauch und 24 Stunden betragen.

3.5.3.3. Nach der Prüfung muss der Schlauch 10 Minuten dem Prüfdruck von 50 kPa standhalten. Die Leckage durch die Schlauchwand darf nicht mehr als 95 cm³ je Meter Schlauch und 24 Stunden betragen.

3.5.4. Biegeprüfung

3.5.4.1. Ein ungefähr 3,5 m langer leerer Schlauch muss 3 000 Zyklen der nachstehend beschriebenen Wechselbiegeprüfung standhalten, ohne zu brechen.

3.5.4.2. Abbildung 3 (dient nur als Beispiel)



(a = 102 mm; b = 241 mm)

Die Prüfmaschine (Abbildung 3) besteht aus einem Stahlrahmen mit zwei Holzrädern mit einer Breite von ungefähr 130 mm.

In den Umfang der Räder muss eine Rille für die Führung des Schlauchs eingearbeitet sein.

Der am Grund der Rille gemessene Radius der Räder muss 102 mm betragen.

Die Längsmittlebenen beider Räder müssen in derselben Vertikalebene liegen. Der Abstand zwischen den Radmittelpunkten muss in der Vertikalen 241 mm und in der Horizontalen 102 mm betragen.

Jedes Rad muss um seinen Drehpunkt frei drehbar sein.

Mit Hilfe einer Antriebsvorrichtung wird der Schlauch mit einer Geschwindigkeit von vier vollständigen Bewegungen pro Minute über die Räder gezogen.

3.5.4.3. Der Schlauch wird S-förmig über die Räder geführt (siehe Abbildung 3).

An dem Ende, das vom oberen Rad herabhängt, ist ein Gewicht zu befestigen, das so schwer ist, dass der Schlauch straff an den Rädern anliegt. Der um das untere Rad herumgeführte Teil wird an der Antriebsvorrichtung befestigt.

Die Antriebsvorrichtung wird so eingestellt, dass der Schlauch in beiden Richtungen einen Gesamtweg von 1,2 m zurücklegt.

3.6. Aufschriften

3.6.1. Auf jedem Schlauch müssen in Abständen von höchstens 0,5 m die nachstehenden, aus Buchstaben, Ziffern oder Symbolen bestehenden Aufschriften deutlich lesbar und dauerhaft angebracht sein:

3.6.1.1. Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers,

3.6.1.2. Jahr und Monat der Herstellung,

3.6.1.3. Größe und Typ,

3.6.1.4. die Aufschrift „CNG Klasse 2“.

3.6.2. An jeder Kupplung muss die Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers der Schlauchleitung angebracht sein.

4. LNG-SCHLÄUCHE (KLASSE 5)

4.1. Allgemeine Vorschriften

4.1.1. Der Schlauch muss so konstruiert sein, dass er einem maximalen Arbeitsdruck standhält, der dem 1,5fachen des vom Hersteller angegebenen Arbeitsdrucks (MPa) entspricht.

4.1.2. Der Schlauch muss so konstruiert sein, dass er den in Anhang 5O für Klasse 5 angegebenen Temperaturen standhält.

4.1.3. Der Innendurchmesser muss den Angaben in ISO 1307 Tabelle 1 entsprechen.

4.2. Aufbau des Schlauches

4.2.1. Der Schlauch muss den für Klasse 5 vorgeschriebenen Temperaturen standhalten.

4.2.2. Die Verstärkungseinlagen müssen durch einen Überzug gegen Korrosion geschützt sein.

Kommt für die verstärkenden Zwischenlagen ein korrosionsfester Werkstoff zum Einsatz (d. h. rostfreier Stahl), so ist eine Beschichtung nicht erforderlich.

4.2.3. Die Innen- und die Außenschicht müssen glatt und frei von Poren, Löchern oder Fremdkörpern sein.

Ein absichtlich vorgenommener Einstich in der Außenschicht ist nicht als Defekt anzusehen.

4.2.4. Die Außenschicht muss absichtlich perforiert sein, um Blasenbildung zu verhindern.

4.2.5. Weist die Außenschicht Einstiche auf und besteht die Einlage aus einem nicht korrosionsbeständigen Werkstoff, so muss diese gegen Korrosion geschützt sein.

4.3. Vorschriften und Prüfungen für die Innenschicht

4.3.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren

4.3.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37. Zugfestigkeit mindestens 20 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.

4.3.1.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

a) Medium: n-Pentan,

b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),

c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

a) maximale Veränderung des Volumens: 20 %,

b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 25 %,

c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 30 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

4.3.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),

b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 4.3.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

4.3.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten

4.3.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:

- a) Probentyp: 1 BA,
- b) Zugeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

4.3.2.2. Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Pentan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

4.3.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 4.3.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

4.4. Vorschriften und Prüfverfahren für die Außenschicht

4.4.1. Zugfestigkeit und Dehnung von Gummi und thermoplastischen Elastomeren

4.4.1.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 37. Zugfestigkeit mindestens 10 MPa und Bruchdehnung mindestens 250 %.

4.4.1.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 30 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 35 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 35 %.

4.4.1.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 4.4.1.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 35 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 25 %.

4.4.2. Charakteristische Zugfestigkeit und Dehnung von Thermoplasten

4.4.2.1. Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach ISO 527-2 unter folgenden Bedingungen:

- a) Probentyp: 1 BA,
- b) Zugeschwindigkeit: 20 mm/min.

Vor der Prüfung ist die Probe mindestens 21 Tage bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) Zugfestigkeit mindestens 20 MPa,
- b) Bruchdehnung mindestens 100 %.

4.4.2.2. Beständigkeit gegen n-Hexan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Medium: n-Hexan,
- b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
- c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung des Volumens: 2 %,
- b) maximale Änderung der Zugfestigkeit: 10 %,
- c) maximale Änderung der Bruchdehnung: 10 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

4.4.2.3. Alterungsbeständigkeit nach ISO 188 unter folgenden Bedingungen:

- a) Temperatur: 115 °C (Prüftemperatur = maximale Betriebstemperatur – 10 °C),
- b) Einwirkungsdauer: 24 und 336 Stunden.

Nach dem Altern sind die Prüfstücke vor der Zugfestigkeitsprüfung nach Absatz 4.4.2.1 mindestens 21 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zu konditionieren.

Anforderungen:

- a) maximale Änderung der Zugfestigkeit nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Zugfestigkeit nach 24-stündiger Einwirkung: 20 %,
- b) maximale Änderung der Bruchdehnung nach 336-stündiger Einwirkung gegenüber der Bruchdehnung nach 24-stündiger Einwirkung: 50 %.

4.4.3. Ozonbeständigkeit

4.4.3.1. Die Prüfung ist nach der ISO-Norm 1431/1 durchzuführen.

4.4.3.2. Die Prüfstücke sind bei einer Dehnung von 20 % über 120 Stunden der Luft mit einer Temperatur von 40 °C bei einer Ozonkonzentration von 50 Teilen je einhundert Millionen auszusetzen.

4.4.3.3. An den Prüfstücken dürfen sich keine Risse bilden.

4.5. Vorschriften für Schläuche ohne Kupplung

4.5.1. Gasdichtigkeit (Permeabilität)

4.5.1.1. Ein Schlauch mit einer freien Länge von 1 m ist an einen Behälter anzuschließen, der mit flüssigem Propan mit einer Temperatur von 23 °C ± 2 °C gefüllt ist.

4.5.1.2. Die Prüfung ist nach dem in ISO 4080 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

4.5.1.3. Die Leckage durch die Schlauchwand darf nicht mehr als 95 cm³ je Meter Schlauch und 24 Stunden betragen.

4.5.2. Beständigkeit gegen niedrige Temperaturen

4.5.2.1. Die Prüfung ist nach ISO 4672-1978, Verfahren B, durchzuführen.

4.5.2.2. Prüftemperatur: – 163 °C (Äquivalent siehe Tabelle von Anhang 5O)

4.5.2.3. Es darf nicht zu einer Rissbildung oder einem Bruch kommen.

4.5.3. Biegeprüfung

4.5.3.1. Die Prüfung ist nach der ISO-Norm 15500-17:2012, Verfahren B durchzuführen.

4.5.4. Hydraulischer Prüfdruck und Bestimmung des Mindestberstdrucks

4.5.4.1. Die Prüfung ist nach dem in ISO 1402 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

Prüftemperatur: – 163 °C (Äquivalent siehe Tabelle von Anhang 5O)

4.5.4.2. Der Prüfdruck beträgt das 1,5fache des Arbeitsdrucks und ist 10 Minuten aufrechtzuerhalten, wobei keine Leckage auftreten darf.

4.5.4.3. Der Berstdruck darf nicht weniger als das 2,25fache des vom Hersteller angegebenen Arbeitsdrucks (MPa) betragen.

4.5.5. Abreißprüfung:

4.5.5.1. Die Prüfung ist nach dem Verfahren der ISO-Norm 15500-17:2012 durchzuführen.

4.5.6. Elektrische Leitfähigkeit

4.5.6.1. Die Prüfung ist nach dem Verfahren der ISO-Norm 15500-17:2012 durchzuführen.

4.5.7. Schwingung

4.5.7.1. Ein Ende der Prüfanordnung ist auf der feststehenden Befestigung und das andere Ende am Schwingungskopf zu befestigen, wobei dafür zu sorgen ist, dass die Schläuche mit dem Mindestbiegeradius von 180° gebogen sind, um zu verhindern, dass der Schlauch abknickt.

Unter Verwendung kryogener Fluide ist das Prüfmuster mit dem vom Hersteller angegebenen Arbeitsdruck zu beaufschlagen.

Prüftemperatur: – 163 °C (Äquivalent siehe Tabelle in Anhang 5O).

Das mit Druck beaufschlagte und an der Abströmseite versiegelte Bauteil wird entlang jeder der drei rechtwinkligen Achsen bei der gefährlichsten Resonanzfrequenz 30 Minuten lang wie folgt in Schwingung versetzt:

- a) Durch eine Beschleunigung von 1,5 g,
- b) innerhalb eines sinusförmigen Frequenzbereichs von 10 Hz bis 500 Hz,
- c) mit einer Überstreichzeit von 10 Minuten.

Wenn die Resonanzfrequenz nicht in diesem Bereich festgestellt wird, so ist die Prüfung bei 500 Hz durchzuführen.

Nach Beendigung der Prüfung darf der Schlauch keine Anzeichen von Ermüdung, Risse oder Schäden aufweisen und ist mit einem Prüfdruck zu testen, der dem 1,5fachen des vom Hersteller angegebenen Arbeitsdrucks (MPa) entspricht. Dieser Druck ist 10 Minuten lang aufzubringen, ohne dass eine Leckage zu beobachten ist.

4.6. Kupplungen

4.6.1. Die Kupplungen müssen aus austenitischem rostfreien Stahl bestehen.

4.6.2. Die Kupplungen müssen den Anforderungen in Absatz 4.7 entsprechen.

4.7. Schlauchleitung (Schlauch mit Kupplungen)

4.7.1. Die Kupplungen müssen so gestaltet sein, dass die Außenschicht des Schlauchs nicht entfernt werden muss, es sei denn die Verstärkungseinlage des Schlauchs besteht aus korrosionsbeständigem Werkstoff.

4.7.2. Die Schlauchleitung ist einer Impulsprüfung nach der ISO-Norm 1436 zu unterziehen.

Prüftemperatur: – 163 °C (Äquivalent siehe Tabelle von Anhang 5O)

4.7.2.1. Die Prüfung ist mit einem kryogenen Fluid bei der in Anhang 5O genannten Temperatur für Klasse 5 und mindestens dem vom Hersteller angegebenen Arbeitsdruck durchzuführen.

4.7.2.2. Der Schlauch ist 7 000 Impulsen auszusetzen.

4.7.2.3. Nach der Impulsprüfung muss der Schlauch dem Prüfdruck gemäß Absatz 4.5.4.2 standhalten.

4.7.3. Gasdichtigkeit

4.7.3.1. Die Schlauchleitung (Schlauch mit Kupplungen) muss fünf Minuten einem Gasdruck standhalten, der dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) entspricht, ohne dass eine Leckage auftritt.

Prüftemperatur: – 163 °C (Äquivalent siehe Tabelle von Anhang 5O)

4.8. Aufschriften

4.8.1. Auf jedem Schlauch müssen in Abständen von höchstens 0,5 m die nachstehenden, aus Buchstaben, Ziffern oder Symbolen bestehenden Aufschriften deutlich lesbar und dauerhaft angebracht sein:

4.8.1.1. Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers,

- 4.8.1.2. Jahr und Monat der Herstellung,
 - 4.8.1.3. Größe und Typ,
 - 4.8.1.4. die Aufschrift „LNG Klasse 5“.
- 4.8.2. An jeder Kupplung muss die Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers der Schlauchleitung angebracht sein.

Anhang 4C

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES CNG-FILTERS

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES CNG-FILTERS FESTGELEGT.
2. BETRIEBSBEDINGUNGEN
 - 2.1. Der CNG-Filter muss bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig sein.
 - 2.2. Der CNG-Filter ist nach seinem maximalen Arbeitsdruck zu klassifizieren (siehe Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung):
 - 2.2.1. Klasse 0: Der CNG-Filter muss so konstruiert sein, dass er dem 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) standhält.
 - 2.2.2. Klassen 1 und 2: Der CNG-Filter muss so konstruiert sein, dass er dem doppelten Arbeitsdruck standhält.
 - 2.2.3. Klasse 3: Der CNG-Filter muss so konstruiert sein, dass er dem Doppelten des Ansprechdrucks des Überdruckventils, mit dem er verwendet wird, standhält.
 - 2.3. Die Werkstoffe des CNG-Filters, die im Betrieb mit dem komprimierten Erdgas in Berührung kommen, müssen mit diesem Gas verträglich sein (siehe Anhang 5D).
 - 2.4. Der CNG-Filter muss den Anforderungen der Prüfverfahren für die jeweilige Bauteilklasse entsprechen, die nach der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung bestimmt wird.

ANHANG 4D

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES CNG-DRUCKREGLERS

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES DRUCKREGLERS FESTGELEGT.

2. CNG-DRUCKREGLER

2.1. Die Werkstoffe des Druckreglers, die im Betrieb mit dem komprimierten Erdgas in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten komprimierten Erdgas verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.

2.2. Die Werkstoffe des Druckreglers, die im Betrieb mit dem Wärmeaustauschmedium des Reglers in Berührung kommen, müssen mit diesem Fluid verträglich sein.

2.3. Der Druckregler muss für die hohem Druck ausgesetzten Teile den Anforderungen der Prüfverfahren für Klasse 0 und für die mittlerem und niedrigem Druck ausgesetzten Teile den Anforderungen der Prüfverfahren für die Klassen 1, 2, 3 und 4 entsprechen.

2.4. Haltbarkeitsprüfung (Dauerbetrieb) des CNG-Druckreglers:

Der Regler muss bei der Prüfung nach dem nachstehenden Verfahren ohne Ausfall 50 000 Zyklen standhalten. Bei getrennten Druckregelstufen gilt der Betriebsdruck nach den Buchstaben a bis f als der Arbeitsdruck der Eingangsstufe.

a) Es sind 95 % der Gesamtzahl der Zyklen bei Raumtemperatur und Betriebsdruck zu fahren. Bei jedem Zyklus wird der Gasstrom so lange eingeleitet, bis ein stabiler Ausgangsdruck erreicht ist, dann wird der Gasstrom durch ein stromabwärts angeordnetes Ventil innerhalb von 1 s unterbrochen, bis sich der Sperrdruck stromabwärts stabilisiert hat. Als stabilisierter Ausgangsdruck gilt der Einstelldruck $\pm 15\%$ während einer Dauer von mindestens 5 s.

b) Der Eingangsdruck des Reglers ist bei 1 % der Gesamtzahl der Zyklen bei Raumtemperatur von 100 % auf 50 % des Betriebsdrucks zyklisch zu reduzieren. Die Dauer jedes Zyklus darf nicht weniger als 10 s betragen.

c) Die Zyklusprüfung nach dem Buchstaben a ist bei 120 °C und Betriebsdruck bei 1 % der Gesamtzahl der Zyklen zu wiederholen.

d) Die Zyklusprüfung nach dem Buchstaben b ist bei 120 °C und Betriebsdruck bei 1 % der Gesamtzahl der Zyklen zu wiederholen.

e) Die Zyklusprüfung nach dem Buchstaben a ist bei - 40 °C bzw. - 20 °C und 50 % des Betriebsdrucks bei 1 % der Gesamtzahl der Zyklen zu wiederholen.

f) Die Zyklusprüfung nach dem Buchstaben b ist bei - 40 °C bzw. - 20 °C und 50 % des Betriebsdrucks bei 1 % der Gesamtzahl der Zyklen zu wiederholen.

g) Nach Durchführung aller Prüfungen nach den Buchstaben a, b, c, d, e und f muss der Regler bei einer Temperatur von - 40 °C bzw. - 20 °C, bei Raumtemperatur und bei einer Temperatur von + 120 °C dicht sein (siehe Anhang 5B).

3. KLASSIFIZIERUNG UND PRÜFDRÜCKE

3.1. Der Teil des Druckreglers, auf den der Druck des Behälters einwirkt, wird der Klasse 0 zugeordnet.

3.1.1. Der der Klasse 0 zugeordnete Teil des Druckreglers muss bei verschlossenen Auslässen dieses Teils bis zum 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) dicht halten (siehe Anhang 5B).

3.1.2. Der der Klasse 0 zugeordnete Teil des Druckreglers muss einem Druck bis zum 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) standhalten.

3.1.3. Der der Klasse 1 und der der Klasse 2 zugeordnete Teil des CNG-Druckreglers muss bis zum doppelten Arbeitsdruck dicht halten (siehe Anhang 5B).

- 3.1.4. Der der Klasse 1 und der Klasse 2 zugeordnete Teil des CNG-Druckreglers muss einem Druck bis zum doppelten Arbeitsdruck standhalten.
- 3.1.5. Der der Klasse 3 zugeordnete Teil des CNG-Druckreglers muss einem Druck bis zum Doppelten des Ansprechdrucks des Überdruckventils standhalten, mit dem er verwendet wird.
- 3.2. Der Druckregler muss so konstruiert sein, dass er bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.

ANHANG 4E

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER CNG-DRUCK- UND -TEMPERATURFÜHLER

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER CNG-DRUCK UND -TEMPERATURFÜHLER FESTGELEGT.
2. CNG-DRUCK- UND TEMPERATURFÜHLER
 - 2.1. Die Werkstoffe der Druck- und Temperaturfühler, die im Betrieb mit dem komprimierten Erdgas in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten komprimierten Erdgas verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 2.2. Die CNG-Druck- und Temperaturfühler werden nach der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung klassifiziert.
3. KLASSIFIZIERUNG UND PRÜFDRÜCKE
 - 3.1. Der Teil der CNG-Druck- und Temperaturfühler, auf den der Druck des Behälters einwirkt, wird der Klasse 0 zugeordnet.
 - 3.1.1. Der der Klasse 0 zugeordnete Teil der CNG-Druck- und Temperaturfühler muss bis zum 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) dicht halten (siehe Anhang 5B).
 - 3.1.2. Der der Klasse 0 zugeordnete Teil der CNG-Druck- und Temperaturfühler muss einem Druck bis zum 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) standhalten.
 - 3.1.3. Der der Klasse 1 und der der Klasse 2 zugeordnete Teil der CNG-Druck- und Temperaturfühler muss bis zum doppelten Arbeitsdruck dicht halten (siehe Anhang 5B).
 - 3.1.4. Der der Klasse 1 und der Klasse 2 zugeordnete Teil der CNG-Druck- und Temperaturfühler muss einem Druck bis zum doppelten Arbeitsdruck standhalten.
 - 3.1.5. Der der Klasse 3 zugeordnete Teil der CNG-Druck- und Temperaturfühler muss dem Doppelten des Ansprechdrucks des Überdruckventils standhalten, mit dem er verwendet wird.
 - 3.2. Die CNG-Druck- und Temperaturfühler müssen bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig sein.
 - 3.3. Die elektrische Anlage (falls vorhanden) muss gegen den Körper der Druck- und Temperaturfühler isoliert sein. Der Isolationswiderstand muss > 10 MΩ sein.

ANHANG 4F

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER CNG-EINFÜLLEINRICHTUNG

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER CNG-EINFÜLLEINRICHTUNG FESTGELEGT.
2. DIE CNG-EINFÜLLEINRICHTUNG
 - 2.1. Die CNG-Einfülleinrichtung muss den Vorschriften des Absatzes 3 entsprechen und die in Absatz 4 angegebenen Abmessungen haben.
 - 2.2. Bei CNG-Einfülleinrichtungen, die nach der ISO-Norm 14469-1 (erste Ausgabe, 1.11.2004) ⁽¹⁾ oder der ISO-Norm 14469-2:2007 ⁽²⁾ hergestellt worden sind und allen darin enthaltenen Anforderungen entsprechen, gelten die Anforderungen der Absätze 3 und 4 dieses Anhangs als eingehalten.
3. PRÜFVERFAHREN FÜR DIE CNG-EINFÜLLEINRICHTUNG
 - 3.1. Die CNG-Einfülleinrichtung muss den Vorschriften für die Klasse 0 entsprechen und nach den in Anhang 5 beschriebenen Verfahren geprüft werden, wobei die nachstehenden besonderen Vorschriften zu beachten sind.
 - 3.2. Der Werkstoff, aus dem die CNG-Einfülleinrichtung besteht und der beim Betrieb der Einrichtung mit dem komprimierten Erdgas in Berührung kommt, muss mit dem komprimierten Erdgas kompatibel sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.
 - 3.3. Die CNG-Einfülleinrichtung muss bei einem Druck dicht sein (siehe Anhang 5B), der dem 1,5fachen des Arbeitsdrucks (MPa) entspricht.
 - 3.4. Die CNG-Einfülleinrichtung muss einem Druck von 33 MPa standhalten.
 - 3.5. Die CNG-Einfülleinrichtung muss so konstruiert sein, dass sie bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 3.6. Die CNG-Einfülleinrichtung muss bei der in Anhang 5L beschriebenen Haltbarkeitsprüfung 10 000 Zyklen standhalten.
4. ABMESSUNGEN DER CNG-EINFÜLLEINRICHTUNG
 - 4.1. In Abbildung 1 sind die Abmessungen der Einfülleinrichtung für Fahrzeuge der Klassen M₁ und N₁ dargestellt ⁽³⁾.
 - 4.2. In Abbildung 2 sind die Abmessungen der Einfülleinrichtung für Fahrzeuge der Klassen M₂, M₃, N₂ und N₃ dargestellt ⁽³⁾.
 - 4.3. Dieser Anhang bezieht sich auf Behälter für CNG-Speichersysteme mit 20 MPa (200 bar). Behälter für 25 MPa (250 bar) sind zulässig, sofern alle anderen Anforderungen dieses Anhangs bei erhöhtem Druck gemäß Anhang 3A Absatz 1 dieser Verordnung erfüllt sind.

In diesem Fall gelten folgende Abmessungen:

in Abbildung 1: $24 + 0/- 0,1$ statt $25 + 0/- 0,1$ und

in Abbildung 2: $34 + 0/- 0,1$ statt $35 + 0/- 0,1$.

⁽¹⁾ Road Vehicles — Compressed Natural Gas (CNG) refuelling connector — Part 1 (Straßenfahrzeuge — Betankungsanschluss für komprimiertes Erdgas — Teil 1: Anschluss mit 20 MPa (200 bar)).

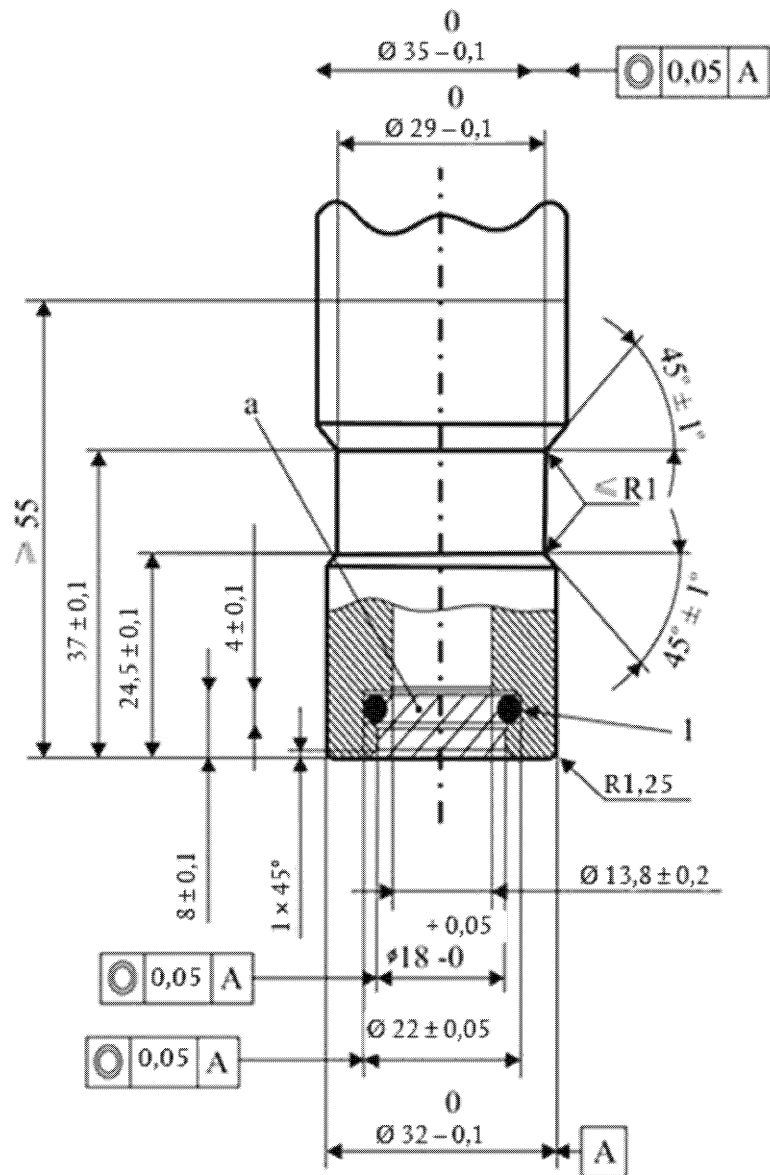
⁽²⁾ Road vehicles — Compressed natural gas (CNG) refuelling connector — Part 2: 20 MPa (200 bar) connector, size 2 (Straßenfahrzeuge — Betankungsanschluss für komprimiertes Erdgas — Teil 2: Anschluss mit 20 MPa (200 bar), Größe 2).

⁽³⁾ Angabe gemäß den Begriffsbestimmungen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) — Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3., Abs. 2. — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

Abbildung 2

Einfülleinrichtung mit 20 MPa, Größe 2 für Fahrzeuge der Klassen M₂, M₃, N₂ und N₃

Abmessungen in mm



Legende

1 ID der Dichtfläche = $\varnothing 15,47 \pm 0,1$ Breite = $\varnothing 3,53 \pm 0,2$

a In diesem Bereich dürfen sich keine Bauteile befinden

Oberflächenrauheit < Ra 3,2 μm Oberflächenbeschaffenheit der Dichtfläche: 0,8 μm bis 0,05 μm

Werkstoffhärte: mindestens 75 Rockwell B (HRB 75)

ANHANG 4G

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES CNG-GASSTROMREGLERS UND DES GAS-LUFT-MISCHERS, DER GASEINSPRITZDÜSE ODER DES KRAFTSTOFFVERTEILERS

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES CNG-GASSTROMREGLERS UND DES GAS-LUFT-MISCHERS, DER CNG-GASEINSPRITZDÜSE ODER DES KRAFTSTOFFVERTEILERS FESTGELEGT.
2. CNG-GAS-LUFT-MISCHER, CNG-GASEINBLASDÜSE ODER KRAFTSTOFFVERTEILER
 - 2.1. Die Werkstoffe des CNG-Gas-Luft-Mischers, der Gaseinspritzdüse oder des Kraftstoffverteilers, die im Betrieb mit komprimiertem Erdgas in Berührung kommen, müssen damit verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 2.2. Der CNG-Gas-Luft-Mischer, die CNG-Gaseinspritzdüse oder der Kraftstoffverteiler muss je nach Klassifizierung den Vorschriften für Bauteile der Klasse 1 oder 2 entsprechen.
 - 2.3. Prüfdrücke
 - 2.3.1. Der CNG-Gas-Luft-Mischer, die CNG-Gaseinspritzdüse oder der Kraftstoffverteiler der Klasse 2 muss einem Druck bis zum doppelten Arbeitsdruck standhalten.
 - 2.3.1.1. Der CNG-Gas-Luft-Mischer, die CNG-Gaseinspritzdüse oder der Kraftstoffverteiler der Klasse 2 müssen bei einem Druck bis zum doppelten Arbeitsdruck dicht bleiben.
 - 2.3.2. Der CNG-Gas-Luft-Mischer, die Gas-Einspritzdüse oder der Kraftstoffverteiler der Klassen 1 und 2 müssen so konstruiert sein, dass sie bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig sind.
 - 2.4. Elektrisch betriebene Bauteile, die CNG führen, müssen folgenden Vorschriften entsprechen:
 - a) Sie müssen separat geerdet sein;
 - b) die elektrische Ausrüstung des Bauteils muss gegen das Gehäuse isoliert sein;
 - c) die Gas-Einspritzdüse muss in geschlossener Stellung sein, wenn der Strom abgeschaltet ist.
3. CNG-GASSTROMREGLER
 - 3.1. Die Werkstoffe des Gasstromreglers, die im Betrieb mit komprimiertem Erdgas in Berührung kommen, müssen damit verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 3.2. Der CNG-Gasstromregler muss je nach Klassifizierung den Vorschriften für Bauteile der Klasse 1 oder 2 entsprechen.
 - 3.3. Prüfdrücke
 - 3.3.1. Ein CNG-Gasstromregler der Klasse 2 muss einem Druck bis zum doppelten Arbeitsdruck standhalten.
 - 3.3.1.1. Ein CNG-Gasstromregler der Klasse 2 muss bis zum doppelten Arbeitsdruck dicht halten.
 - 3.3.2. Ein CNG-Gasstromregler der Klassen 1 und 2 muss so konstruiert sein, dass er bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 3.4. Elektrisch betriebene Bauteile, die CNG führen, müssen folgenden Vorschriften entsprechen:
 - a) Sie müssen separat geerdet sein;
 - b) die elektrische Ausrüstung des Bauteils muss gegen das Gehäuse isoliert sein.

ANHANG 4H

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES ELEKTRONISCHEN STEUERGERÄTS

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES ELEKTRONISCHEN STEUERGERÄTS FESTGELEGT.
 2. ELEKTRONISCHES STEUERGERÄT
 - 2.1. Das elektronische Steuergerät kann jede Einrichtung sein, die die CNG-/LNG-Zufuhr zum Motor steuert und beim Abschalten des Motors, bei Undichtwerden der Kraftstoffleitung, bei einem Abwürgen des Motors oder bei einem Aufprall das Schließen des automatischen Ventils veranlasst.
 - 2.1.1. Unbeschadet der Bestimmungen von Absatz 2.1 kann das automatische Ventil in automatischen Ausschaltphasen geöffnet bleiben.
 - 2.2. Nach dem Abwürgen des Motors muss das automatische Ventil innerhalb von höchstens 5 Sekunden schließen.
 - 2.3. Die Einrichtung kann mit einem automatischen Zündzeitpunktversteller ausgerüstet sein, der in das elektronische Modul integriert oder separat sein kann.
 - 2.4. Die Einrichtung kann mit inaktiven Einblasdüsen ausgerüstet sein, damit das elektronische Steuergerät für Benzin während des Betriebs mit CNG oder LNG einwandfrei arbeiten kann.
 - 2.5. Das elektronische Steuergerät muss so konstruiert sein, dass es bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
-

ANHANG 4I

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES LNG-WÄRMETAUSCHERS/VERDAMPFERS

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES LNG-WÄRMETAUSCHERS/VERDAMPFERS FESTGELEGT.
 2. LNG WÄRMEAUUSTAUSCHER/VERDAMPFER
 - 2.1. Der LNG-Wärmetauscher/Verdampfer kann jede Einrichtung sein, die dazu konstruiert ist, den kryogenen Flüssigkraftstoff zu verdampfen und ihn dem Motor gasförmig bei einer Gastemperatur zwischen -40 °C und $+105\text{ °C}$ zuzuführen.
 - 2.2. Die Werkstoffe des LNG-Wärmetauschers/Verdampfers, die im Betrieb mit CNG in Berührung kommen, müssen damit verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 2.3. Der Teil des LNG-Wärmetauschers/Verdampfers, der mit dem Tank in Berührung kommt, wird der Klasse 5 zugeordnet.
 - 2.4. Der LNG-Wärmetauscher/Verdampfer muss so konstruiert sein, dass er dem 1,5fachen Arbeitsdruck standhält, ohne undicht zu werden oder sich zu verformen.
 - 2.5. Der LNG-Wärmetauscher/Verdampfer muss so konstruiert sein, dass er beim 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) (nach außen) dicht bleibt (siehe Anhang 5B).
 - 2.6. Der LNG-Wärmetauscher/Verdampfer muss so konstruiert sein, dass er bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 2.7. Der LNG-Wärmetauscher/Verdampfer muss den Anforderungen der Prüfverfahren für die Klasse 5 genügen.
 - 2.8. Der LNG-Wärmetauscher/Verdampfer muss den Anforderungen der Einfrierprüfung im Wassermantel genügen. Der Teil, des Wärmetauschers/Verdampfers, der normalerweise eine Antifrostlösung enthält, ist bis zu seinem normalen Fassungsvermögen mit Wasser zu füllen und 24 Stunden einer Temperatur von -40 °C auszusetzen. An den Kühlmittleinlass und -auslass des Wärmetauschers/Verdampfers ist jeweils ein 1 m langer Abschnitt des Kühlmittelschlauchs anzuschließen. Nach der Gefrierkonditionierung ist bei Raumtemperatur eine Prüfung auf äußere Leckage gemäß Anhang 5B durchzuführen. Dafür kann ein gesondertes Muster verwendet werden.
-

ANHANG 4J

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER LNG-EINFÜLLEINRICHTUNG

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER EINFÜLLEINRICHTUNG FESTGELEGT.
2. LNG-EINFÜLLEINRICHTUNG
 - 2.1. Die LNG-Einfülleinrichtung muss den Anforderungen von Absatz 3 entsprechen.
 - 2.2. Der Hersteller des Gefäßes kann die Verwendung einer LNG-Düse eines bestimmten Typs vorschreiben.
3. PRÜFVERFAHREN FÜR DIE LNG-EINFÜLLEINRICHTUNG
 - 3.1. Die LNG-Einfülleinrichtung muss den Vorschriften für die Klasse 5 entsprechen und nach den in Anhang 5 beschriebenen Verfahren geprüft werden, wobei die nachstehenden besonderen Vorschriften zu beachten sind.
 - 3.1.1. Die nichtmetallischen Werkstoffe der LNG-Einfülleinrichtung müssen mit LNG verträglich sein. Diese Verträglichkeit ist nach den Verfahren der Anhänge 5D, 5F und 5G zu prüfen.
 - 3.1.2. Die LNG-Einfülleinrichtung muss beim 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) dicht bleiben (siehe Anhang 5B).
 - 3.1.3. Die LNG-Einfülleinrichtung muss so konstruiert sein, dass sie bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 3.1.4. Die Einfülleinrichtung muss in der Haltbarkeitsprüfung nach Anhang 5L 7 000 Zyklen standhalten, wobei folgendermaßen vorzugehen ist:
 - 3.1.4.1. Zyklusprüfung bei niedriger Temperatur

Das Bauteil ist während 96 % der Gesamtzyklen bei kryogener Temperatur und beim Nennbetriebsdruck zu betreiben. Die Quelle kann flüssiger oder gasförmiger Stickstoff (oder LNG) sein, dessen Temperatur identisch mit der dem LNG-Nennbetriebsdruck entsprechenden Temperatur oder niedriger ist (siehe die Tabelle in Anhang 5O). Der Gasstrom sollte ermittelt und dann abgesperrt werden. Während des Schließvorgangs sollte der Ausgangsdruck der Prüfanordnung auf 50 % des Prüfdrucks fallen. Danach muss das Bauteil die in Anhang 5B beschriebene Dichtigkeitsprüfung bei kryogener Temperatur bestehen. Dieser Teil der Prüfung darf in 20 %-Intervallen unterbrochen werden, damit Dichtigkeitsprüfungen durchgeführt werden können.
 - 3.1.4.2. Zyklusprüfung bei Raumtemperatur

Das Bauteil ist während 2 % der Gesamtzyklen bei der für den Nennbetriebsdruck angegebenen geeigneten Raumtemperatur zu betreiben. Es muss danach den Anforderungen der Dichtigkeitsprüfung nach Anhang 5B bei Raumtemperatur genügen.
 - 3.1.4.3. Zyklusprüfung bei hoher Temperatur

Das Bauteil ist während 2 % der Gesamtzyklen bei der für den Nennbetriebsdruck angegebenen geeigneten Höchsttemperatur zu betreiben. Es muss danach den Anforderungen der Dichtigkeitsprüfung nach Anhang 5B bei hoher Temperatur genügen.

Nach der Zyklusprüfung und der erneuten Dichtigkeitsprüfung muss sich das Bauteil von der Einfülldüse trennen lassen, ohne dass mehr als 30 cm³ LNG austreten.
 - 3.1.5. Der Werkstoff der LNG-Einfülleinrichtung muss gewährleisten, dass keine Funken entstehen und sollte den Anforderungen der Prüfungen zur Bewertung der Entzündlichkeit nach der Norm ISO 14469-1:2004 genügen.
 - 3.1.6. Der elektrische Widerstand der LNG-Einfülleinrichtung und der daran angeschlossenen Düse darf weder im druckbeaufschlagten noch im nicht druckbeaufschlagten Zustand über 10 Ω betragen. Die Prüfung ist vor und nach der Dauerprüfung durchzuführen.

ANHANG 4K

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES LNG-DRUCKREGLERS

1. ANWENDUNGSBEREICH

In diesem Anhang werden die Vorschriften für die Genehmigung des LNG-Druckreglers festgelegt.

2. LNG-DRUCKREGLER

2.1. Die Werkstoffe des Druckreglers, die im Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.

2.2. Der LNG-Druckregler muss den Anforderungen der genannten Prüfungen für die Klasse 5 genügen.

3. KLASSIFIZIERUNG UND PRÜFDRÜCKE

3.1. Der Druckregler, auf den der Druck des LNG einwirkt, wird der Klasse 5 zugeordnet.

3.1.1. Der Druckregler muss dicht sein (siehe Anhang 5B), wenn die Auslässe des betreffenden Teils geschlossen sind.

3.2. Der Druckregler muss so konstruiert sein, dass er bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.

3.3. Dauerhaltbarkeitsprüfung

3.3.1. Die Haltbarkeitsprüfung gemäß Anhang 5L ist durchzuführen, wobei folgende Ausnahmen gelten:

- a) Die Anzahl der Zyklen beträgt 7 000;
- b) das Bauteil ist an eine Versorgung mit einem unter Druck stehenden kryogenen Fluid anzuschließen.

ANHANG 4L

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES LNG-DRUCK- UND/ODER TEMPERATURFÜHLERS

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES LNG-DRUCK- UND/ODER TEMPERATURFÜHLERS FESTGELEGT.
2. LNG-DRUCK- UND TEMPERATURFÜHLER
 - 2.1. Die LNG-Druck- und Temperaturfühler werden nach der Darstellung in Absatz 3 Abbildung 1-1 dieser Regelung in Klasse 5 eingestuft.
3. PRÜFVERFAHREN FÜR LNG-DRUCK- UND/ODER TEMPERATURFÜHLER
 - 3.1. Die LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler müssen nach den Vorschriften für die Klasse 5 und nach den in Anhang 5 beschriebenen Verfahren geprüft werden, wobei die nachstehenden besonderen Vorschriften zu beachten sind.
 - 3.2. Isolationswiderstandsprüfung

Diese Prüfung dient zur Kontrolle bei Versagen der Isolierung zwischen den Verbindungsstiften des LNG-Druck- und/oder Temperaturfühlers und dem Gehäuse.

Zwischen einem der Verbindungsstifte und dem Gehäuse des LNG-Druck- und/oder Temperaturfühlers ist für mindestens 2 Sekunden eine Gleichspannung von 1 000 V anzulegen. Der Widerstand muss $> 10 \text{ M}\Omega$ sein.
 - 3.3. Die Werkstoffe des LNG-Druck- und Temperaturfühlers, die im Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 3.4. Die LNG-Druck- und/oder Temperaturfühler müssen so konstruiert sein, dass sie bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig sind.
 - 3.5. Der der Klasse 5 zugeordnete Teil der LNG-Druck- und Temperaturfühler muss bei der dem Nennbetriebsdruck entsprechenden Temperatur nach der Tabelle in Anhang 5O, bei Raumtemperatur sowie bei der Höchsttemperatur nach Anhang 5O dem 1,5 fachen Arbeitsdruck (MPa) standhalten.

ANHANG 4M

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES ERDGASDETEKTORS

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES ERDGASDETEKTORS FESTGELEGT.

2. ERDGASDETEKTOR

Die Werkstoffe des Erdgasdetektors, die im Betrieb mit dem Erdgas in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten Gas verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.

3. PRÜFVERFAHREN FÜR DEN ERDGASDETEKTOR

3.1. Der Erdgasdetektor muss so konstruiert sein, dass er bei den Temperaturen nach Anhang 5O funktionsfähig ist.

3.2. Isolationswiderstandsprüfung

Diese Prüfung dient zur Kontrolle eines möglichen Versagens der Isolierung zwischen den Verbindungsstiften und dem Gehäuse des Erdgasdetektors.

Zwischen einem der Verbindungsstifte und dem Gehäuse des Erdgasdetektors ist für mindestens 2 Sekunden eine Gleichspannung von 1 000 V anzulegen. Der Widerstand muss mindestens 10 M Ω betragen.

3.3. Der Erdgasdetektor muss den einschlägigen Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) entsprechend Regelung Nr. 10, Änderungsserie 03 oder gleichwertigen Anforderungen genügen.

—

ANHANG 4N

Vorschriften für die Genehmigung des automatischen Ventils, des Sperrventils, des Überdruckventils, des Überströmventils, des handbetätigten Ventils und des Rückschlagventils für LNG-Anwendungen.

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DES AUTOMATISCHEN VENTILS, DES SPERRVENTILS, DES ÜBERDRUCKVENTILS, UND DES ÜBERSTRÖMVENTILS NUR FÜR LNG-ANWENDUNGEN FESTGELEGT.
2. AUTOMATISCHES LNG-VENTIL
 - 2.1. Die Werkstoffe, aus denen das automatische LNG-Ventil besteht und die beim Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 2.2. Betriebsbedingungen
 - 2.2.1. Das automatische LNG-Ventil muss so konstruiert sein, dass es dem 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) standhält, ohne undicht zu werden oder sich zu verformen (siehe Anhang 5A).
 - 2.2.2. Das automatische LNG-Ventil muss beim 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) dicht halten (siehe Anhang 5B).
 - 2.2.3. Das automatische LNG-Ventil wird in der vom Hersteller angegebenen normalen Benutzungsstellung 7 000 Mal betätigt, anschließend wird es abgeschaltet. Das automatische Ventil muss nach den Anhängen 5B und 5C beim 1,5 fachen Arbeitsdruck dicht bleiben. Diese Prüfung wird für 96 % der Zyklen bei kryogenen Temperaturen, für 2 % bei Umgebungstemperatur und für 2 % bei hoher Temperatur gemäß der Tabelle in Anhang 5O durchgeführt.
 - 2.2.4. Das automatische LNG-Ventil muss so konstruiert sein, dass es bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 2.2.5. Isolationswiderstandsprüfung

Diese Prüfung dient zur Kontrolle eines möglichen Versagens der Isolierung zwischen dem Verbund aus den zwei Verbindungsstiften und der Spule sowie dem Gehäuse des Erdgasdetektors.

Zwischen einem der Verbindungsstifte und dem Gehäuse des automatischen Ventils ist mindestens 2 Sekunden lang eine Gleichspannung von 1 000 V anzulegen. Der Widerstand muss mindestens 10 MΩ betragen.
3. LNG-SPERRVENTIL
 - 3.1. Die Werkstoffe, aus denen das LNG-Sperrventil besteht und die beim Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Diese Kompatibilität ist nach dem in Anhang 5D beschriebenen Verfahren nachzuweisen.
 - 3.2. Betriebsbedingungen
 - 3.2.1. Das LNG-Sperrventil muss so konstruiert sein, dass es bei kryogener Temperatur dem 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) standhält, ohne undicht zu werden oder sich zu verformen.
 - 3.2.2. Das LNG-Sperrventil muss so konstruiert sein, dass es beim 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) bei den Temperaturen nach Anhang 5O (nach außen) dicht hält (siehe Anhang 5B).
 - 3.2.3. Das LNG-Sperrventil wird in der vom Hersteller angegebenen normalen Benutzungsstellung 7 000 Mal bei kryogener Temperatur (siehe Anhang 5O) betätigt, anschließend wird es abgeschaltet. Es muss weiterhin beim 1,5 fachen Arbeitsdruck (MPa) (nach außen) dicht halten (siehe Anhang 5B).
 - 3.2.4. Das LNG-Sperrventil muss so konstruiert sein, dass es bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 3.3. Das LNG-Sperrventil muss den Anforderungen der Prüfverfahren für die Klasse 5 genügen.

4. LNG-GASLEITUNGSÜBERDRUCKVENTIL
 - 4.1. Die Werkstoffe, aus denen das Überdruckventil besteht und die beim Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.
 - 4.2. Betriebsbedingungen
 - 4.2.1. Das LNG-Überdruckventil der Klasse 5 muss so konstruiert sein, dass es bei kryogener Temperatur und verschlossenem Auslass einem Druck standhält, der dem 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) entspricht.
 - 4.2.2. Überdruckventile und Druckentlastungsvorrichtungen der Klasse 5 müssen so konstruiert sein, dass sie bei verschlossenem Auslass und dem 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) dicht halten (siehe Anhang 5B).
 - 4.3. Das LNG-Überdruckventil muss so konstruiert sein, dass es bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 4.4. Das LNG-Überdruckventil muss den Anforderungen der Prüfverfahren für die Klasse 5 genügen.
5. LNG-ÜBERSTRÖMVENTIL
 - 5.1. Die Werkstoffe, aus denen das LNG-Überströmventil besteht und die beim Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.
 - 5.2. Betriebsbedingungen
 - 5.2.1. Ist das LNG-Überströmventil nicht im Inneren des Tanks angebracht, muss es so konstruiert sein, dass es bei kryogener Temperatur dem 1,5fachen Arbeitsdruck (MPa) standhält.
 - 5.2.2. Ist das LNG-Überströmventil nicht im Inneren des Tanks angebracht, muss es so konstruiert sein, dass es beim 1,5 fachen Arbeitsdruck (MPa) nach außen dichthält (Anhang 5B).
 - 5.2.3. Das LNG-Überströmventil muss so konstruiert sein, dass es bei den in Anhang 5O angegebenen Temperaturen funktionsfähig ist.
 - 5.3. Das LNG-Überströmventil muss mit einem Bypass (innere Leckage) ausgestattet sein, der den Druckausgleich ermöglicht.
 - 5.4. Der Arbeitsbereich eines Überströmventils darf höchstens 10 % über der vom Hersteller angegebenen Nenn-Massenflusskapazität angesiedelt sein, die das Schließen des Ventils auslöst, und darf nicht weiter als 20 % darunter liegen.
 - 5.4.1. Es sind drei Muster jeder Größe und Bauart des Ventils zu prüfen. Das nur zur Verwendung mit Flüssigkeit vorgesehene LNG-Ventil ist mit Wasser zu prüfen. Mit Ausnahme der Angaben in Absatz 5.4.3 ist jedes Muster gesondert in senkrechter, waagerechter und umgekehrter Einbaulage zu prüfen.
 - 5.4.2. Die Prüfung mit Wasser ist mit einem Durchflussmesser für Flüssigkeiten (oder einem gleichwertigen Gerät) vorzunehmen, das in einem Leitungsnetz mit ausreichendem Druck angeordnet ist, um die erforderliche Strömung zu erzeugen.

Das Leitungsnetz muss ein Einlasspiezometer haben oder mit einer Rohrleitung versehen, das bzw. die um eine Leitungsgröße größer ist als das zu prüfende Ventil; zwischen dem Durchflussmesser und dem Piezometer ist ein Durchflussregler anzuordnen. Zur Verringerung des Druckstoßes beim Schließen des Überströmventils kann ein Schlauch, ein hydrostatisches Sicherheitsventil oder beides dienen.
 - 5.4.3. Ein Ventil, das nur für eine Einbaulage vorgesehen ist, kann nur in dieser Einbaulage geprüft werden.
 - 5.5. Wenn sich das LNG-Überströmventil in Absperrstellung befindet, darf der Leckstrom durch das Ventil bei Arbeitsdruck den vom Hersteller in cm³/Minute angegebenen Luftdurchfluss nicht überschreiten.
 - 5.6. Die Einrichtung muss den Anforderungen der Prüfverfahren für Bauteile der Klasse 5 genügen.

6. HANDBETÄTIGTES LNG-VENTIL

6.1. Die Werkstoffe, aus denen das handbetätigte LNG-Ventil besteht und die beim Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.

6.2. Betriebsbedingungen

6.2.1. Das handbetätigte Ventil der Klasse 5 muss so konstruiert sein, dass es bei kryogener Temperatur dem 1,5fachen Arbeitsdruck standhält.

6.2.2. Handbetätigte LNG-Ventile der Klasse 5 müssen so konstruiert sein, dass sie bei Temperaturen von -162 °C bis 85 °C funktionsfähig sind.

6.3. Vorschriften für ein handbetätigtes LNG-Ventil

Ein Muster ist einer Ermüdungsprüfung zu unterziehen, bei der nicht mehr als vier Druckzyklen pro Minute unter folgenden Bedingungen durchzuführen sind:

bei -162 °C oder einer tieferen Temperatur mit 100 Druckzyklen, jeweils bei einem Druck zwischen 0 und dem Arbeitsdruck. Das am Ventil anliegende maximale Drehmoment muss dann dem doppelten Wert der Kraft nach Anhang 5L Tabelle 5.3 entsprechen. Nach der Prüfung muss das handbetätigte LNG-Ventil die Anforderungen der Prüfung auf äußere Leckage in Anhang 5B erfüllen.

Kommt es bei dieser Prüfung zu einer Vereisung, kann das handbetätigte LNG-Ventil enteist und getrocknet werden.

6.4. Das handbetätigte LNG-Ventil muss den Anforderungen der Prüfverfahren für das Bauteil der Klasse 5 genügen.

ANHANG 40

VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER LNG-KRAFTSTOFFPUMPE

1. IN DIESEM ANHANG WERDEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DER LNG-KRAFTSTOFFPUMPE FESTGELEGT.
2. ANFORDERUNGEN FÜR DIE LNG-KRAFTSTOFFPUMPE:
 - 2.1. Die Werkstoffe, aus denen die LNG-Kraftstoffpumpe besteht und die beim Betrieb mit dem LNG in Berührung kommen, müssen mit dem bei der Prüfung verwendeten LNG verträglich sein. Zur Nachprüfung dieser Kompatibilität ist das in Anhang 5D beschriebene Verfahren anzuwenden.
 - 2.2. Die LNG-Kraftstoffpumpe der Klasse 5 muss so konstruiert sein, dass sie bei einer Temperatur von -162 °C bis 85 °C funktionsfähig ist.
 - 2.3. Die Einrichtung muss den Anforderungen der Prüfverfahren für Bauteile der Klasse 5 genügen.
 - 2.4. Die LNG-Kraftstoffpumpe muss so gebaut sein, dass ein Einschluss von LNG vermieden wird.
 - 2.5. Es muss möglich sein, das LNG, das sich in der Pumpe befindet, wenn der Motor abgestellt wird, sicher zu verarbeiten, ohne dass der Druck über den Höchstwert des sicheren Arbeitsdrucks ansteigt.
 - 2.6. Die LNG-Kraftstoffpumpe muss mit einem Druckregler versehen sein, um den Druck im Bereich des Arbeitsdrucks zu halten.
 - 2.6.1. Anstelle eines Druckreglers ist die Beschränkung der Leistung des Betätigungsmechanismus zulässig.
 - 2.6.2. Ein elektronisches Steuersystem anstelle eines Druckreglers ist zulässig.
 - 2.6.3. Aus dem Druckregler darf im normalen Betrieb kein Erdgas in die Atmosphäre entweichen.
 - 2.7. Eine LNG-Kraftstoffpumpe muss mit einem Überdruckventil ausgestattet sein, das den Druck auf den Höchstwert des sicheren Arbeitsdrucks der Pumpe begrenzt.
 - 2.7.1. Das Überdruckventil der Kraftstoffanlage ist eine zulässige Alternative zum Pumpen-Überdruckventil, wenn bei der Druckentlastung des Systems auch die Pumpe druckentlastet wird.
 - 2.8. Die LNG-Kraftstoffpumpe kann bereits vor dem Starten des Motors arbeiten, um den erforderlichen Druck in der Kraftstoffanlage herzustellen. Dabei darf dem Motor, solange er nicht läuft, kein Kraftstoff zugeführt werden.
3. ANZUWENDENDE PRÜFVERFAHREN:
 - 3.1. LNG-Kraftstoffpumpe im Tank:

Prüfung auf LNG-Kompatibilität	Anhang 5D
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Anhang 5F
Alterung durch Ozoneinwirkung	Anhang 5G
Tieftemperaturprüfung	Anhang 5P
 - 3.2. LNG-Kraftstoffpumpe außerhalb des Tanks:

Überdruck oder Festigkeit	Anhang 5 A
Äußere Leckage	Anhang 5B
LNG-Kompatibilität	Anhang 5D
Korrosionsbeständigkeit	Anhang 5E
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Anhang 5F
Alterung durch Ozoneinwirkung	Anhang 5G

Temperaturzyklus	Anhang 5H
Schwingungsfestigkeit	Anhang 5N
Tieftemperaturprüfung	Anhang 5P

ANHANG 5

PRÜFVERFAHREN

1. KLASSIFIZIERUNG

- 1.1. CNG-Bauteile für die Verwendung in Fahrzeugen sind nach Absatz 2 dieser Regelung hinsichtlich des Arbeitsdrucks und der Funktion zu klassifizieren. LNG-Bauteile für die Verwendung in Fahrzeugen sind nach Absatz 3 dieser Regelung hinsichtlich der Mindesttemperatur zu klassifizieren.
- 1.2. Die Klassifizierung der Bauteile bestimmt die Prüfungen, die für die Typgenehmigung der Bauteile oder ihrer Teile durchzuführen sind.

2. ANZUWENDENDE PRÜFVERFAHREN

In der nachstehenden Tabelle 5.1 sind die je nach Klasse durchzuführenden Prüfungen aufgeführt.

Tabelle 5.1

Prüfung	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	ANHANG
Überdruck oder Festigkeit	X	X	X	X	O	X	5A
Äußere Leckage	X	X	X	X	O	X	5 B
Innere Leckage	A	A	A	A	O	A	5C
Haltbarkeitsprüfungen	A	A	A	A	O	A	5L
CNG-/LNG-Kompatibilität	A	A	A	A	A	A	5D
Korrosionsbeständigkeit	X	X	X	X	X	A	5E
Beständigkeit gegen trockene Hitze	A	A	A	A	A	A	5F
Alterung durch Ozonwirkung	A	A	A	A	A	A	5G
Berstprüfungen/Zerstörende Prüfungen	X	O	O	O	O	A	5M
Temperaturzyklus	A	A	A	A	O	A	5H
Druckzyklus	X	O	O	O	O	A	5I
Schwingungsfestigkeit	A	A	A	A	O	A	5N
Betriebstemperaturen	X	X	X	X	X	X	5O
LNG bei niedrigen Temperaturen	O	O	O	O	O	X	5P

X = Durchzuführen.

O = Nicht durchzuführen.

A = Gegebenenfalls durchzuführen.

Anmerkungen:

- a) Prüfung auf innere Leckage: Durchzuführen, wenn die Bauteilklasse aus innen liegenden Ventilen besteht, die bei abgestelltem Motor normalerweise geschlossen sind.
- b) Haltbarkeitsprüfung: Durchzuführen, wenn die Bauteilklasse aus Teilen besteht, die sich während des Motorbetriebs wiederholt bewegen.

- c) Prüfung auf CNG-Kompatibilität, Beständigkeit gegen trockene Hitze und Alterung durch Ozonwirkung: Durchzuführen, wenn die Bauteilklasse aus Teilen mit synthetischen/nichtmetallischen Werkstoffen besteht.
- d) Temperaturzyklusprüfung: Durchzuführen, wenn die Bauteilklasse aus Teilen mit synthetischen/nichtmetallischen Werkstoffen besteht.
- e) Prüfung der Schwingungsfestigkeit: Durchzuführen, wenn die Bauteilklasse aus Teilen besteht, die sich während des Motorbetriebs wiederholt bewegen.

Für die Werkstoffe, aus denen die Bauteile bestehen, müssen schriftliche Angaben vorliegen, aus denen hervorgeht, dass die (Prüf-)Anforderungen dieses Anhangs für folgende Merkmale erfüllt oder übertroffen werden:

- a) Temperatur,
- b) Druck,
- c) CNG-/LNG-Kompatibilität,
- d) Dauerhaltbarkeit.

3. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

- 3.1. Dichtigkeitsprüfungen für CNG sind mit komprimiertem Gas wie Luft oder Stickstoff durchzuführen. Für LNG ist eine kryogene Flüssigkeit zu verwenden.
 - 3.2. Für die hydrostatische Druckprüfung kann Wasser oder eine andere Flüssigkeit verwendet werden.
 - 3.3. Die Prüfdauer darf bei den Dichtigkeitsprüfungen und den hydrostatischen Druckprüfungen nicht weniger als 3 Minuten betragen.
-

ANHANG 5A

ÜBERDRUCKPRÜFUNG (FESTIGKEITSPRÜFUNG)

1. Ein Bauteil, das CNG/LNG führt, muss ohne erkennbaren Bruch oder erkennbare bleibende Verformung mindestens 3 Minuten bei Raumtemperatur einem hydrostatischen Druck standhalten, der dem 1,5- bis 2fachen des maximalen Arbeitsdrucks entspricht. Dabei muss der Auslass des Hochdruckteils verschlossen sein. Als Prüfmedium kann Wasser oder eine andere geeignete Flüssigkeit verwendet werden.
2. Die Muster, die vorher der Haltbarkeitsprüfung nach Anhang 5L unterzogen worden sind, sind an eine Quelle für hydrostatischen Druck anzuschließen. Ein formschlüssiges Rückschlagventil und ein Druckmessgerät für einen Druckbereich zwischen dem 1,5fachen und dem 2fachen des Prüfdrucks müssen in die hydrostatische Druckleitung eingebaut sein.
3. In der nachstehenden Tabelle 5.2 sind die Arbeitsdrücke und die Prüfdrücke für die Berstprüfung für die einzelnen Bauteilklassen nach Absatz 2 dieser Regelung angegeben.

Tabelle 5.2

Bauteileinstufung	Arbeitsdruck [kPa]	Überdruck [kPa]
Klasse 0	$3\ 000 < p < 26\ 000$	1,5facher Arbeitsdruck
Klasse 1	$450 < p < 3\ 000$	1,5facher Arbeitsdruck
Klasse 2	$20 < p < 450$	2facher Arbeitsdruck
Klasse 3	$450 < p < 3\ 000$	Doppelter Ansprechdruck des Überdruckventils
Klasse 5	Entsprechend der Angabe des Herstellers	1,5facher Arbeitsdruck

ANHANG 5B

PRÜFUNG AUF ÄUSSERE DICHTIGKEIT

1. Ein Bauteil darf bei einer Prüfung entsprechend den Absätzen 2 und 3 unter aerostatischen Drücken von 0 bis zu dem in Tabelle 5.2 von Anhang 5A aufgeführten Druck keine Leckage an Dichtungen von Ventilspindeln, Ventilkörpern oder anderen Verbindungsstellen und keine Anzeichen von Porosität an Gussteilen aufweisen.
2. Die Prüfung ist unter folgenden Bedingungen durchzuführen:
 - a) bei Raumtemperatur,
 - b) bei der niedrigsten Betriebstemperatur,
 - c) bei der höchsten Betriebstemperatur.

Die höchsten und niedrigsten Betriebstemperaturen sind in Anhang 5O angegeben.

3. Für CNG

Für diese Prüfung ist die zu prüfende Ausrüstung an eine Luftdruckquelle anzuschließen. Ein automatisches Ventil und ein Druckmessgerät für einen Druckbereich zwischen dem 1,5fachen und dem 2fachen des Prüfdrucks müssen in die Druckversorgungsleitung eingebaut sein. Das Druckmessgerät muss zwischen dem automatischen Ventil und dem Prüfling eingebaut sein. Während das Prüfstück mit dem Prüfdruck beaufschlagt wird, muss es zur Feststellung von Undichtheiten unter Wasser getaucht oder mit einem gleichwertigen Prüfverfahren geprüft werden (Durchflussmessung oder Druckabfall).

- 3.1. Für LNG

Für diese Prüfung ist der Einlass des Bauteils an eine Quelle für kryogene Flüssigkeit nach der Tabelle in Anhang 5O oder niedriger Temperatur mit dem Arbeitsdruck nach Angaben des Herstellers anzuschließen. Der Durchfluss ist für 0,5 Stunden aufrechtzuerhalten.

4. Die äußere Leckage muss unter den Werten liegen, die in den Anforderungen der Anhänge enthalten sind; fehlen solche Anforderungen, so muss sie weniger als 15 cm³/Stunde betragen.

5. Hochtemperaturprüfung

Für CNG

Bei einem Bauteil, das CNG führt, darf keine Leckrate über 15 cm³/Stunde auftreten, wenn es bei der höchsten Betriebstemperatur nach Anhang 5O bei verschlossenem Auslass einem Gasdruck ausgesetzt wird, der dem maximalen Arbeitsdruck entspricht. Das Bauteil muss mindestens 8 Stunden bei dieser Temperatur konditioniert werden.

- 5.1. Für LNG

Bei einem Bauteil, das LNG führt, darf bei dem in Absatz 3.1 genannten Durchfluss keine Leckrate über 15 cm³/Stunde auftreten, wenn es einer Außentemperatur, die den höchsten Betriebstemperaturen nach Anhang 5O entspricht, ausgesetzt wird.

6. Tieftemperaturprüfung

Für CNG

Bei einem Bauteil, das CNG führt, darf keine Leckrate über 15 cm³/Stunde auftreten, wenn es bei der niedrigsten Betriebstemperatur bei verschlossenem Auslass einem Gasdruck ausgesetzt wird, der dem maximalen Arbeitsdruck nach Angaben des Herstellers entspricht. Das Bauteil muss mindestens 8 Stunden bei dieser Temperatur konditioniert werden.

6.1. Für LNG

Bei einem Bauteil, das LNG führt, darf bei dem in Absatz 3.1 genannten Durchfluss keine Leckrate über 15 cm³/Stunde auftreten, wenn es einer Außentemperatur, die den niedrigsten Betriebstemperaturen nach Anhang 50 entspricht, ausgesetzt wird.

ANHANG 5C

PRÜFUNG AUF INNERE LECKAGE

1. Die folgenden Prüfungen sind an Mustern von Ventilen oder Einfüllleinrichtungen durchzuführen, die vorher der Prüfung auf äußere Leckage nach Anhang 5B unterzogen worden sind.
2. Wenn die Ventile geschlossen sind, darf an ihren Sitzen bei einem Luftdruck bis zum 1,5fachen des Arbeitsdrucks keine Leckage auftreten. Für LNG führende Bauteile ist die kryogene Temperatur zu verwenden (siehe Anhang 5O).
3. Ein CNG-Rückschlagventil mit elastischem Sitz (Gummi) darf in geschlossener Stellung nicht undicht werden, wenn es einem Luftdruck bis zum 1,5fachen des Arbeitsdrucks ausgesetzt wird.
4. Bei einem CNG-Rückschlagventil mit „Metall-auf-Metall“-Sitz darf in geschlossener Stellung eine Leckrate von 0,47 dm³/s nicht überschritten werden, wenn es einem effektiven Differenzluftdruck von 138 kPa ausgesetzt wird.
5. Am Sitz des oberen CNG-Rückschlagventils, das bei einer Einfüllleinrichtung verwendet wird, darf bei geschlossenem Ventil und einem Luftdruck bis zum 1,5fachen des Arbeitsdrucks keine Leckage auftreten.
6. Bei den Prüfungen auf innere Leckage ist der Einlass des zu prüfenden Ventils an eine Luftdruckquelle angeschlossen, das Ventil ist in geschlossener Stellung, und der Auslass offen. Ein automatisches Ventil und ein Druckmessgerät für einen Druckbereich zwischen dem 1,5fachen und dem 2fachen des Prüfdrucks müssen in die Druckversorgungsleitung eingebaut sein. Das Druckmessgerät muss zwischen dem automatischen Ventil und dem Prüfling eingebaut sein. Während der Prüfung unter Prüfdruck steht, ist zu beobachten, ob eine Leckage auftritt, wobei der offene Auslass in Wasser getaucht ist, sofern nichts anderes angegeben ist.
7. Die Übereinstimmung mit den Absätzen 2 bis 5 ist durch Anschluss einer Schlauchleitung an den Ventilauslass zu prüfen. Das offene Ende dieses Auslassschlauchs ist in einen umgedrehten Messzylinder mit cm³-Einteilung einzuführen. Der umgedrehte Zylinder ist mit einem wasserdichten Dichtelement zu verschließen. Die Einrichtung ist so anzuordnen, dass:
 - a) sich das Ende des Auslassrohrs ungefähr 13 mm über der Wasseroberfläche in dem umgedrehten Messzylinder befindet und
 - b) das Wasser innerhalb und außerhalb des Messzylinders auf gleichem Niveau steht. Danach ist der Wasserstand im Messzylinder aufzuzeichnen. Bei geschlossenem Ventil (angenommener normaler Betriebszustand) wird während mindestens 2 Minuten Luft oder Stickstoff mit dem angegebenen Prüfdruck in den Ventileinlass geblasen. Während dieser Zeit ist die vertikale Lage des Messzylinders gegebenenfalls so zu korrigieren, dass der Wasserstand innen und außen auf gleicher Höhe gehalten wird.

Am Ende der Prüfung wird bei gleichem Wasserstand innerhalb und außerhalb des Messzylinders der Wasserstand im Messzylinder erneut aufgezeichnet. Anhand der Volumenänderung im Messzylinder ist der Leckagewert mit Hilfe der nachstehenden Formel zu berechnen:

$$V_1 = V_t \cdot \frac{60}{t} \cdot \left(\frac{273}{T} \cdot \frac{P}{101,3} \right)$$

Dabei gilt:

V_1 = Leckrate in cm³ Luft oder Stickstoff pro Stunde,

V_t = Volumenzuwachs im Messzylinder während der Prüfung,

t = Prüfdauer in Minuten,

P = atmosphärischer Druck während der Prüfung in kPa,

T = Umgebungstemperatur während der Prüfung in K.

8. Anstelle des vorstehend beschriebenen Verfahrens kann für die Messung der Leckrate auch ein auf der Einlassseite des geprüften Ventils angebrachter Durchflussmesser verwendet werden. Dieser Durchflussmesser muss in der Lage sein, die maximal zulässigen Leckraten für die gewählte Prüfliquidität genau anzuzeigen.
-

ANHANG 5D

PRÜFUNG AUF CNG-/LNG-KOMPATIBILITÄT

1. Bei einem nichtmetallischen Teil das mit CNG/LNG in Berührung kommt, darf weder eine übermäßige Volumenänderung noch ein übermäßiger Masseverlust auftreten.

Beständigkeit gegen n-Pentan nach ISO 1817 unter folgenden Bedingungen:

- a) Mittel: n-Pentan,
 - b) Temperatur: 23 °C (Toleranz nach ISO 1817),
 - c) Einwirkungsdauer: 72 Stunden.
2. Anforderungen:

maximale Änderung des Volumens: 20 %.

Nachdem das Prüfstück 48 Stunden an Luft mit einer Temperatur von 40 °C gelagert worden ist, darf der Massewert nicht um mehr als 5 % unter dem Ausgangswert liegen.

ANHANG 5E

PRÜFUNG AUF KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

Verfahren zur Prüfung auf Korrosionsbeständigkeit:

1. Ein Metallbauteil, das CNG/LNG führt, muss die in Anhang 5B und 5C beschriebenen Dichtigkeitsprüfungen bestehen, nachdem es 144 Stunden einer Salzsprühprüfung nach ISO 15500-2 unterzogen worden ist, bei der alle Anschlüsse verschlossen waren.
2. Ein Bauteil aus Kupfer oder Messing, das CNG/LNG führt, muss die in Anhang 5B und 5C beschriebenen Dichtigkeitsprüfungen bestehen, nachdem es mit verschlossenen Anschlüssen nach ISO 15500-2 24 Stunden der Einwirkung von Ammoniak ausgesetzt worden ist.

ANHANG 5F

BESTÄNDIGKEIT GEGEN TROCKENE HITZE

1. Die Prüfung muss in Übereinstimmung mit ISO 188 durchgeführt werden. Das Prüfstück ist für 168 Stunden der Luft mit einer Temperatur, die der maximalen Betriebstemperatur gleich ist, auszusetzen.
2. Die maximal zulässige Veränderung der Zugfestigkeit beträgt + 25 %. Die zulässige Veränderung der Bruchdehnung darf folgende Werte nicht übersteigen:
 - a) Maximale Zunahme 10 %,
 - b) maximale Abnahme 30 %.

ANHANG 5G

ALTERUNG DURCH OZONEINWIRKUNG

1. Die Prüfung muss in Übereinstimmung mit ISO 1431/1 durchgeführt werden.

Das Prüfstück, das um 20 % gedehnt werden soll, ist für 72 Stunden der Luft mit einer Temperatur von 40 °C und einer Ozonkonzentration von 50 Teilen pro Einhundert Millionen auszusetzen.
2. An dem Prüfstück dürfen sich keine Risse bilden.

ANHANG 5H

TEMPERATURZYKLUSPRÜFUNG

Ein nichtmetallisches Teil, das CNG/LNG führt, muss die in Anhang 5B und 5C beschriebenen Dichtigkeitsprüfungen bestehen, nachdem es 96 Stunden einer Temperaturzyklusprüfung von der niedrigsten bis zur höchsten Betriebstemperatur mit einer Zyklusdauer von 120 Minuten bei maximalem Arbeitsdruck unterzogen worden ist.

ANHANG 5I

DRUCKZYKLUSPRÜFUNG NUR FÜR ZYLINDER

(siehe Anhang 3)

ANHÄNGE 5J UND 5K —

frei

ANHANG 5L

HALTBARKEITSPRÜFUNG (DAUERBETRIEB)

1. PRÜFVERFAHREN FÜR CNG-BAUTEILE

1.1. Das Bauteil ist mithilfe eines geeigneten Anschlussstücks an eine Versorgung mit trockener Druckluft oder Stickstoff anzuschließen und einer Prüfung mit der für dieses Bauteil vorgeschriebenen Zahl von Zyklen zu unterziehen. Ein Zyklus besteht aus einem Öffnungs- und Schließvorgang des Bauteils und dauert mindestens 10 ± 2 Sekunden.

a) Zyklusprüfung bei Raumtemperatur

Das Bauteil ist während 96 % der Gesamtzyklen bei Raumtemperatur und Nennbetriebsdruck zu betreiben. Während des Schließvorgangs sollte der Ausgangsdruck der Prüfanordnung auf 50 % des Prüfdrucks fallen. Danach muss das Bauteil die in Anhang 5B beschriebene Dichtigkeitsprüfung bei Raumtemperatur bestehen. Dieser Teil der Prüfung darf in 20 %-Intervallen unterbrochen werden, damit Dichtigkeitsprüfungen durchgeführt werden können.

b) Zyklusprüfung bei hoher Temperatur

Das Bauteil ist während 2 % der Gesamtzyklen bei der jeweils angegebenen Höchsttemperatur und Nennbetriebsdruck zu betreiben. Es muss bei Abschluss der Zyklusprüfung bei hoher Temperatur den Anforderungen der Dichtigkeitsprüfung nach Anhang 5B bei der jeweiligen Höchsttemperatur genügen.

c) Zyklusprüfung bei niedriger Temperatur

Das Bauteil ist während 2 % der Gesamtzyklen bei der jeweils angegebenen niedrigsten Temperatur und Nennbetriebsdruck zu betreiben. Es muss bei Abschluss der Zyklusprüfung bei niedriger Temperatur den Anforderungen der Dichtigkeitsprüfung nach Anhang 5B bei der jeweiligen Mindesttemperatur genügen.

Nach der Zyklusprüfung und einer erneuten Dichtigkeitsprüfung muss sich das Bauteil vollständig öffnen und schließen lassen, wenn auf das Bedienteil in Öffnungsrichtung und anschließend in entgegengesetzter Richtung ein Drehmoment aufgebracht wird, das den in Tabelle 5.3 jeweils angegebenen Wert nicht übersteigt.

Tabelle 5.3

Größe des Einlasses am Bauteil [mm]	Maximales Drehmoment [Nm]
6	1,7
8 oder 10	2,3
12	2,8

1.2. Diese Prüfung ist bei der jeweils angegebenen Höchsttemperatur durchzuführen und bei einer Temperatur von -40 °C zu wiederholen.

1.3. Die Prüfungen der Dauerhaltbarkeit von LNG-Erzeugnissen werden in den spezifischen Anhängen 4I bis 4O behandelt.

ANHANG 5M

BERSTPRÜFUNG/ZERSTÖRUNGSPRÜFUNG NUR FÜR CNG-ZYLINDER

(siehe Anhang 3A)

ANHANG 5N

PRÜFUNG DER SCHWINGUNGSFESTIGKEIT

1. Alle Bauteile mit beweglichen Teilen müssen ohne Schaden bleiben, weiterhin arbeiten und die Dichtigkeitsprüfungen bestehen, nachdem sie der nachstehend beschriebenen 6-stündigen Schwingungsprüfung unterzogen worden sind.
 2. Prüfverfahren
 - 2.1. Das Bauteil ist in einem Prüfgerät zu befestigen und in jeder der drei Koordinatenachsen je 2 Stunden Schwingungen mit einer Frequenz von 17 Hz und einer Amplitude von 1,5 mm (0,06 Zoll) auszusetzen. Nach Abschluss der Schwingungsprüfung von 6 Stunden muss das Bauteil die Anforderungen des Anhangs 5C erfüllen.
-

ANHANG 50

BETRIEBSTEMPERATUREN

Es gelten die folgenden Betriebstemperaturen:

	Motorraum	Am Motor angebracht	Innen-/Gepäckraum
Gemäßigt (G)	– 20 °C bis 105 °C	– 20 °C bis 120 °C	– 20 °C bis 85 °C
Kalt (K)	– 40 °C bis 105 °C	– 40 °C bis 120 °C	– 40 °C bis 85 °C
LNG (L)	– 162 °C bis 105 °C	– 162 °C bis 120 °C	– 162 °C bis 85 °C

Anmerkung — Die LNG-Temperatur (L) ist die Temperatur der Flüssigkeit im Inneren der Bauteile. Für Umgebungstemperaturen ist G oder K zu verwenden. Da für die Sättigung im Fall von LNG Temperatur und Druck in einem unmittelbaren Zusammenhang stehen, wie aus der nachstehenden Tabelle hervorgeht, sind für LNG-Bauteile höhere Mindesttemperaturen auf der Grundlage des beschriebenen Prüfdrucks zulässig.

Temperatur [°C]	Druck [bar]
– 161,6	0
– 152,5	1
– 146,4	2
– 141,7	3
– 137,8	4
– 134,4	5
– 131,4	6
– 128,7	7
– 126,3	8
– 124,0	9
– 121,9	10
– 119,9	11
– 118,1	12
– 116,3	13
– 114,6	14
– 113,0	15
– 111,5	16
– 110,0	17
– 108,6	18

Temperatur [°C]	Druck [bar]
- 107,3	19
- 106,0	20
- 104,7	21
- 103,5	22
- 102,3	23
- 101,2	24

Quelle: <http://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/Saturation>

ANHANG 5P

LNG — TIEFTEMPERATURPRÜFUNG

1. Das Bauteil ist in 96 % der Gesamtzyklen (im Anhang 4 des Produkts) bei weniger als -162 °C und Betriebsdruck zu betreiben.
2. Das Bauteil ist in 4 % der Gesamtzyklen bei der entsprechenden Höchsttemperatur (Anhang 5O) und Betriebsdruck zu betreiben und muss am Ende der Temperaturzyklen den Anhängen 5B und 5C genügen.
3. Diese Prüfung darf in 20 %-Intervallen unterbrochen werden, damit Dichtigkeitsprüfungen durchgeführt werden können.
4. Nach der Zyklusprüfung ist die hydrostatische Prüfung durchzuführen.

ANHANG 5Q

VERTRÄGLICHKEIT NICHTMETALLISCHER TEILE MIT WÄRMEAUSTAUSCHMEDIEN

1. Die Prüfmuster müssen 168 Stunden lang bei 90 °C in das Wärmeaustauschmedium getaucht sein; anschließend werden sie 48 Stunden lang bei einer Temperatur von 40 °C getrocknet. Das bei der Prüfung verwendete Wärmeaustauschmedium besteht jeweils zu 50 % aus Wasser und Äthylenglykol.
2. Die Prüfergebnisse gelten als zufriedenstellend, wenn die Volumenänderung weniger als 20 %, die Masseänderung weniger als 5 %, die Zugfestigkeitsänderung weniger als -25% und die Bruchdehnungsänderung zwischen -30% und $+10\%$ beträgt.

ANHANG 6

**BESTIMMUNGEN FÜR DIE CNG-KENNZEICHNUNG VON FAHRZEUGEN DER KLASSEN M₂ UND M₃, N₂
UND N₃**

(Absatz 18.1.8.1 dieser Regelung)

Das Zeichen besteht aus einem Aufkleber, der wetterfest sein muss.



Farbe und Abmessungen des Aufklebers müssen folgenden Vorschriften entsprechen:

Farben:

Hintergrund:	grün,
Rand:	weiß oder weiß retroreflektierend,
Beschriftung:	weiß oder weiß retroreflektierend.

Abmessungen:

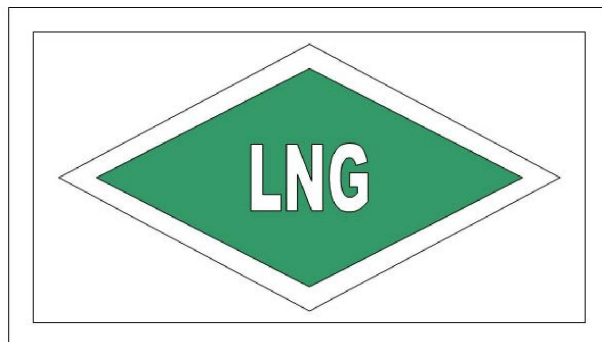
Randbreite:	4-6 mm,
Buchstabenhöhe:	≥ 25 mm,
Buchstabenstärke:	≥ 4 mm,
Aufkleberbreite:	110-150 mm,
Aufkleberhöhe:	80-110 mm.

Die Aufschrift „CNG“ ist mittig auf dem Aufkleber anzuordnen.

ANHANG 7

BESTIMMUNGEN FÜR DIE LNG-KENNZEICHNUNG VON FAHRZEUGEN DER KLASSEN M₂ UND M₃, N₂
UND N₃

(Absatz 18.1.8.2 dieser Regelung)



Das Zeichen besteht aus einem Aufkleber, der wetterfest sein muss.

Farbe und Abmessungen des Aufklebers müssen folgenden Vorschriften entsprechen:

Farben:

Hintergrund:	grün,
Rand:	weiß oder weiß retroreflektierend,
Beschriftung:	weiß oder weiß retroreflektierend.

Abmessungen:

Randbreite:	4-6 mm,
Buchstabenhöhe:	≥ 25 mm,
Buchstabenstärke:	≥ 4 mm,
Aufkleberbreite:	110-150 mm,
Aufkleberhöhe:	80-110 mm.

Die Aufschrift „LNG“ ist mittig auf dem Aufkleber anzuordnen.
