II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

VERORDNUNGEN

VERORDNUNG (EU) Nr. 406/2010 DER KOMMISSION

vom 26. April 2010

zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugen

(Text von Bedeutung für den EWR)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Verordnung (EG) Nr. 79/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Januar 2009 über die Typgenehmigung von wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG [1], insbesondere auf Artikel 12,

in Erwägung nachstehender Gründe:

(1) Bei der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 handelt es sich um eine Einzelverordnung für die Zwecke des gemeinschaftlichen Typgenehmigungsverfahrens gemäß der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge (Rahmenrichtlinie) [2].

(2) Mit der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 werden grundlegende Anforderungen an die Typgenehmigung von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb, an die Typgenehmigung von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen sowie an den Einbau solcher Bauteile und Systeme festgelegt.

(3) Ab Inkrafttreten dieser Verordnung sollte es für Hersteller möglich sein, für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge auf freiwilliger Basis die EG-Typgenehmigung für vollständige Fahrzeuge zu beantragen. Allerdings sollten einige Einzelrichtlinien im Rahmen des durch die Richtlinie 2007/46/EG geschaffenen gemeinschaftlichen Typgenehmigungssystems oder einige ihrer Anforderungen nicht für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge gelten, da die technischen Merkmale von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen erheblich von denen herkömmlicher Fahrzeuge abweichen, für die diese Typgenehmigungsrichtlinien im Wesentlichen entworfen wurden. Bis zur Änderung dieser Richtlinien durch Hereinnahme besonderer Vorschriften und Prüfverfahren für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge müssen Übergangsbestimmungen festgelegt werden, um wasserstoffbetriebene Fahrzeuge von diesen Richtlinien oder einigen ihrer Anforderungen auszunehmen.

(4) Es müssen harmonisierte Vorschriften für Einfülleinrichtungen, einschließlich der zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff bestimmten Einfülleinrichtungen, erlassen werden, um sicherzustellen, dass Wasserstofffahrzeuge in der gesamten Gemeinschaft sicher und zuverlässig betankt werden können.

(5) Die in dieser Verordnung vorgesehenen Maßnahmen entsprechen der Stellungnahme des Technischen Ausschusses „Kraftfahrzeuge“ —

HAT FOLGENDE VERORDNUNG ERLASSEN:

Artikel 1

Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieser Verordnung gelten folgende Begriffsbestimmungen:

1. „Wasserstoffsensor“: Sensor zur Erkennung von Wasserstoff in der Luft;

2. „Bauteile der Klasse 0“: Wasserstoff führende Hochdruckteile einschließlich Kraftstoffleitungen und Verbindungsteile, die Wasserstoff mit einem Nennbetriebsdruck von mehr als 3,0 MPa enthalten;

[1] ABl. L 35 vom 4.2.2009, S. 32.
[2] ABl. L 263 vom 9.10.2007, S. 1.

3. „Bauteile der Klasse 1“: Wasserstoff führende Mitteldruckteile einschließlich Kraftstoffleitungen und Verbindungsteile, die Wasserstoff mit einem Nennbetriebsdruck von mehr als 0,45 MPa bis einschließlich 3,0 MPa enthalten;

4. „Bauteile der Klasse 2“: Wasserstoff führende Niederdruckteile einschließlich Kraftstoffleitungen und Verbindungsteile, die Wasserstoff mit einem Nennbetriebsdruck bis einschließlich 0,45 MPa enthalten;

5. „vollständige Umwicklung“: eine Umwicklung, bei der die Verstärkungsfasern sowohl in Richtung des Umfangs als auch in Längsrichtung um die Innenschicht gewickelt sind;

6. „Umwicklung in Richtung des Umfangs“: eine Umwicklung, bei der die Verstärkungsfasern im Wesentlichen in Richtung des Umfangs um den zylindrischen Teil der Innenschicht gewickelt sind, sodass sie keine wesentliche Längskraft des Behälters aufnehmen;

7. „Nm^3“ bzw. „Ncm^3“: Menge an Trockengas, die bei einer Temperatur von 273,15 K (bei 0 °C) und einem absoluten Druck von 101,325 kPa (1 atm) ein Volumen von 1 m^3 bzw. 1 cm^3 einnimmt;

8. „Betriebsdauer“: die Zeit in Jahren, während der die Behälter unter normalen Betriebsbedingungen sicher verwendet werden können;

9. „Typ des Wasserstoffsystems“: eine Gruppe von Wasserstoffsystemen, die sich hinsichtlich ihres Handelsnamens oder der Marke ihres Herstellers oder hinsichtlich der enthaltenen Wasserstoff führenden Bauteile nicht unterscheiden;

10. „Fahrzeugtyp hinsichtlich des Wasserstoffantriebs“: eine Gruppe von Fahrzeugen, die sich hinsichtlich des Zustands des verwendeten Wasserstoff oder der Hauptmerkmale ihrer Wasserstoffsysteme nicht unterscheiden;

11. „Typ des Wasserstoff führenden Bauteils“ Gruppe von Wasserstoff führenden Bauteilen, die sich in keinem der folgenden Merkmale unterscheiden:

    a) Handelsnamen oder Marke ihres Herstellers;

    b) Einteilung;

    c) Hauptfunktion;

12. „elektronisches Steuersystem“: Kombination von Baueinheiten, die bei der genannten Fahrzeugsteuerfunktion mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung zusammenwirken sollen;

13. „komplexe elektronische Fahrzeugsteuersysteme“: elektronische Steuersysteme mit einer Steuerungshierarchie, bei der eine elektronisch gesteuerte Funktion durch ein übergeordnetes Steuersystem/eine übergeordnete Steuerfunktion übersteuert werden kann. Eine übersteuerte Funktion wird Teil des komplexen Systems;

14. „Behälter“: jegliches System zum Speichern von kryogenem Wasserstoff oder komprimiertem gasförmigem Wasserstoff, ohne sonstige Wasserstoff führenden Bauteile, die am Behälter befestigt oder in diesen eingebaut sein können;

15. „Behälterbaugruppe“: zwei oder mehr Behälter mit fest angebauten Verbindungsleitungen für Kraftstoff, die zum Schutz in einen Gehäusemantel oder eine Schutzeinfassung eingebaut sind;

16. „Arbeitszyklus“: ein Zyklus vom Starten bis zum Abschalten der Wasserstoffumwandlungsanlage(n);

17. „Füllzyklus“: Anstieg des Arbeitsdrucks im Behälter um mehr als 25 % aufgrund der Zufuhr aus einer äußeren Wasserstoffquelle;

18. „Druckregler“: Einrichtung, die den Förderdruck des zur Wasserstoffumwandlungsanlage strömenden gasförmigen Kraftstoffs steuert;

19. „Erster Druckregler“: Druckregler, dessen Eingangsdruck dem Behälterdruck entspricht;

20. „Rückschlagventil“: automatisches Ventil, das den Wasserstoff nur in eine Richtung fließen lässt;

21. „Druck“: der in MPa gemessene Manometerdruck im Verhältnis zum atmosphärischen Druck, sofern nichts anderes angegeben ist;

22. „Verbindungsteil“: eine Verbindung in einem Rohr- oder Schlauchleitungsnetz;

23. „Biegsame Kraftstoffleitungen“: biegsame Rohre oder Schläuche, durch die Wasserstoff fließt;

24. „Wärmetauscher“: Vorrichtung zur Erwärmung des Wasserstoffs;

25. „Wasserstofffilter“: Filter zur Trennung von Öl, Wasser und Schmutz vom Wasserstoff;

26. „automatisches Ventil“: ein Ventil, das nicht manuell betätigt wird, sondern durch ein Stellglied, mit Ausnahme der Rückschlagventile gemäß Ziffer 20;

27. „Druckentlastungsvorrichtung“: nicht wieder schließende Vorrichtung, die unter festgelegten Bedingungen betätigt wird und dazu dient, ein Fluid aus einer unter Druck stehenden Wasserstoffanlage entweichen zu lassen;

28. „Überdruckventil“: durch Druck ausgelöste, wieder schließende Vorrichtung, die unter festgelegten Bedingungen betätigt wird und dazu dient, ein Fluid aus einer unter Druck stehenden Wasserstoffanlage entweichen zu lassen;

29. „Einfülleinrichtung“: Vorrichtung, die dazu dient, den Behälter an der Tankstelle zu füllen;

30. „abnehmbarer Wasserstoffspeicher“: abnehmbare Anlage im Fahrzeug, in der ein oder mehrere Behälter oder eine Behälterbaugruppe geschützt untergebracht ist (sind);

31. „Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher“: Wasserstoff führende Verbindungsvorrichtung zwischen einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher und dem fest installierten Teil des Wasserstoffsystems;

32. „Autofrettage“: ein Verfahren unter Druckanwendung, das bei der Herstellung von Verbundbehältern mit metallener Innenschicht 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. Das führt dazu, dass der Innenbehälter bei einem Innendruck von Null auf Druck belastet wird und die Fasern der Außenhülle auf Zug belastet werden;

33. „Innenschicht“: Teil eines Behälters, der als gasdichtes Innengehäuse dient und mit Verstärkungsfasern umwickelt ist, damit die erforderliche Festigkeit erreicht wird;

34. „Umgebungstemperatur“: eine Temperatur im Bereich von 20 °C ± 10 °C;

35. „Baueinheiten“: die kleinsten Teile von Systembestandteilen, die in Anhang VI behandelt werden, da diese Kombinationen von Bauteilen bei der Kennzeichnung, der Auswertung oder dem Austausch als einzelne Einheiten betrachtet werden;

36. „Bodenfreiheit des Fahrzeugs“: Entfernung zwischen der Standebene und der Unterseite des Fahrzeugs;

37. „Sicherheitseinrichtung“: Einrichtung, die den sicheren Betrieb im normalen Betriebsbereich oder im zulässigen Fehlerbereich des Systems ermöglicht;

38. „Wasserstoffumwandlungsanlage“: System für die Umwandlung von Wasserstoff in elektrische, mechanische oder thermische Energie; umfasst das Antriebssystem (die Antriebssysteme), Hilfsaggregat(e) oder Ähnliches;

39. „unzulässiger Fehlerbereich“ einer Prozessvariablen: Bereich, innerhalb dessen mit einem unerwünschten Ereignis zu rechnen ist;

40. „Testgas für die Dichtheitsprüfung“: Wasserstoff, Helium oder ein Gemisch aus Edelgasen mit einem nachweisbaren Anteil an Helium oder Wasserstoffgas;

41. „normaler Betriebsbereich“ einer Prozessvariablen: Bereich, in den die Variablenwerte planmäßig fallen;

42. „Außendruck“: Druck von außen auf die gewölbte Seite des Innenbehälters oder der äußeren Umhüllung;

43. „äußere Umhüllung“: der Teil des Behälters, der den (die) Innenbehälter umgibt und sein Isoliersystem;

44. „starre Kraftstoffleitung“: Rohrleitung, die sich bei normalem Betrieb nicht biegen soll und durch die Wasserstoff fließt;

45. „Boil-off-Managementsystem“: System, das kontrolliert Gas ablässt, ohne eine Gefahr für das Umfeld;

46. „Sicherheitssysteme“ („Safety Instrumented Systems“): Prozesssteuerungssysteme, die durch automatische Interventionen in den Prozess verhindern, dass unzulässige Fehlerbereiche erreicht werden;

47. „Charge“: eine Menge an nacheinander hergestellten fertigen Behältern, die in Nennabmessungen, Ausführung, spezifiziertem Werkstoff, im Fertigungsverfahren, im Herstellungsverfahren sowie, gegebenenfalls, hinsichtlich der Bedingungen für die Dauer, Temperatur und Atmosphäre während der Wärmebehandlung gleich sind;

48. „Ausrüstung des Behälters“: alle Einrichtungen, die direkt am Innenbehälter oder an der äußeren Umhüllung des Behälters befestigt sind;

49. „fertiger Behälter“: ein Behälter, der für die normale Produktion repräsentativ ist und mit einer äußeren Beschichtung einschließlich der vom Hersteller angegebenen integrierten Isolierung versehen ist, aber über keine nicht integrierte Isolierung oder nicht integrierten Schutz verfügt;

50. „Berstdruck“: Druck, bei dem der Behälter platzt;

51. „zulässiger Fehlerbereich“ einer Prozessvariablen: Bereich zwischen dem normalen Betriebsbereich und dem unzulässigen Fehlerbereich;

52. „Boil-off-System“: System, das unter normalen Bedingungen dafür sorgt, dass das Gas entweicht, bevor sich die Druckentlastungsvorrichtung des (der) Behälter(s) öffnet;

53. „handbetätigtes Ventil“: manuell betätigtes Ventil;

54. „Sicherheitskonzept“: Maßnahmen, die den sicheren Betrieb gewährleisten sollen, selbst wenn es zu einem Versagen oder zu Zufallsfehlern kommt;

55. „System zur Überwachung und Steuerung der Wasserstoffzufuhr“: System, das die Füllzyklen zählt und die Weiterverwendung des Fahrzeugs verhindert, wenn eine zuvor festgelegte Anzahl von Zyklen überschritten wird;

56. „Kraftstoffleitung“: Leitung, die der (den) Wasserstoffumwandlungsanlage(n) Wasserstoff zuführt;

57. „Behälter in Verbundkonstruktion“: Behälter, der aus mehr als einem Werkstoff hergestellt ist;

58. „Umwicklung“: harzgetränkte EndChargefasern zur Verstärkung der Innenschicht;

59. „Autofrettagedruck“: der Druck in dem umwickelten Behälter, bei dem sich die gewünschte Verteilung der Spannung zwischen der Innenschicht und der Umwicklung einstellt;

60. „Systemgrenzen“: die Grenzen der externen physikalischen Faktoren, in denen das System die Steuerung aufrechterhalten kann;

61. „Steuerungsbereich“: der Bereich, in dem das System die Steuerung für eine bestimmte Ausgangsgröße sicherstellen sollte;

62. „Übertragungsverbindungen“: die Mittel, mit denen verteilte Einheiten für die Übertragung von Signalen, Betriebsdaten oder Energie miteinander verbunden werden;

63. „übergeordnete Steuersysteme/-funktionen“: Systeme bzw. Funktionen, bei denen mit zusätzlichen Verarbeitungs- und/oder Abtastvorgängen das Fahrzeugverhalten durch Veränderungen bei der normalen Funktion (den normalen Funktionen) des Fahrzeugsteuersystems verändert wird.

Artikel 2

Verwaltungsvorschriften für die EG-Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich des Wasserstoffantriebs

(1) Der Hersteller oder sein Vertreter legt der Genehmigungsbehörde einen Antrag auf EG-Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich des Wasserstoffantriebs vor.

(2) Der Antrag wird in Übereinstimmung mit dem Muster des Beschreibungsbogens in Anhang I Teil 1 erstellt.

Der Hersteller legt die gemäß Anhang I Teil 3 für die periodische Überwachung während der Betriebsdauer des Fahrzeugs erforderlichen Angaben vor.

(3) Sind die einschlägigen Vorschriften von Anhang III Teil 1 oder von Anhang IV Teil 1 und von den Anhängen V und VI erfüllt, erteilt die Genehmigungsbehörde eine EG-Typgenehmigung und teilt eine Typgenehmigungsnummer in Übereinstimmung mit dem Nummerierungssystem gemäß Anhang VII der Richtlinie 2007/46/EG zu.

Ein Mitgliedstaat darf die gleiche Nummer keinem anderen Fahrzeugtyp zuteilen.

(4) Für die Zwecke des Absatzes 3 stellt die Typgenehmigungsbehörde einen EG-Typgenehmigungsbogen gemäß dem Muster in Anhang I Teil 2 aus.

Artikel 3

Verwaltungsvorschriften für die EG-Bauteiltypgenehmigung von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen

(1) Der Hersteller oder sein Vertreter legt der Genehmigungsbehörde einen Antrag auf EG-Bauteiltypgenehmigung eines Wasserstoff führenden Bauteils oder eines Wasserstoffsystems vor.

Der Antrag wird in Übereinstimmung mit dem Muster des Beschreibungsbogens in Anhang II Teil 1 erstellt.

(2) Sind die einschlägigen Vorschriften der Anhänge III oder IV erfüllt, erteilt die Genehmigungsbehörde eine EG-Bauteiltypgenehmigung und teilt eine Typgenehmigungsnummer in Übereinstimmung mit dem Nummerierungssystem gemäß Anhang VII der Richtlinie 2007/46/EG zu.

Ein Mitgliedstaat darf die so zugeteilte Nummer keinem anderen Typ eines Wasserstoff führenden Bauteils oder eines Wasserstoffsystems zuteilen.

(3) Für die Zwecke des Absatzes 2 stellt die Typgenehmigungsbehörde einen EG-Typgenehmigungsbogen gemäß dem Muster in Anhang II Teil 2 aus.

Artikel 4

Für die Zwecke der EG-Typgenehmigung von vollständigen wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugen gemäß den Artikeln 6 und 9 der Richtlinie 2007/46/EG gelten die folgenden Bestimmungen nicht:

1. Richtlinie 80/1268/EWG des Rates [1];

2. Richtlinie 80/1269/EWG des Rates [2] hinsichtlich wasserstoffbetriebener Kraftfahrzeuge, die mit einem Verbrennungsmotor betrieben werden;

3. Anhang I der Richtlinie 70/221/EWG des Rates [3];

4. Abschnitt 3.3.5 des Anhangs II und Abschnitt 4.3.2 der Anlage 1 des Anhangs II der Richtlinie 96/27/EG des Europäischen Parlaments und des Rates [4];

5. Abschnitt 3.2.6 des Anhangs II und Abschnitt 1.4.2.2 der Anlage 1 des Anhangs II der Richtlinie 96/79/EG des Europäischen Parlaments und des Rates [5].

[1] ABl. L 375 vom 31.12.1980, S. 36.
[2] ABl. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.
[3] ABl. L 76 vom 6.4.1970, S. 23.
[4] ABl. L 169 vom 8.7.1996, S. 1.
[5] ABl. L 18 vom 21.1.1997, S. 7.

Artikel 5

EG-Bauteil-Typgenehmigungszeichen

Jedes Wasserstoff führende Bauteil oder Wasserstoffsystem, das einem Typ entspricht, für den die Typgenehmigung gemäß dieser Verordnung erteilt worden ist, muss ein EG-Bauteil-Typgenehmigungszeichen gemäß Anhang II Teil 3 tragen.

Artikel 6

Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am zwanzigsten Tag nach ihrer Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft.

Diese Verordnung ist in allen ihren Teilen verbindlich und gilt unmittelbar in jedem Mitgliedstaat.

Brüssel, den 26. April 2010

Für die Kommission
Der Präsident
José Manuel BARROSO

VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

ANHANG I	Verwaltungsunterlagen für die EG-Typgenehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich des Wasserstoffantriebs
Teil 1	Beschreibungsbogen
Teil 2	EG-Typgenehmigungsbogen
Teil 3	Bei der Inspektion vorzulegende Informationen
ANHANG II	Verwaltungsunterlagen für die EG-Bauteiltypgenehmigung von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen
Teil 1	Beschreibungsbogen
Teil 2	EG-Typgenehmigungsbogen
Teil 3	EG-Bauteil-Typgenehmigungszeichen
ANHANG III	Vorschriften für Wasserstoff führende Bauteile und Wasserstoffsysteme, in denen flüssiger Wasserstoff verwendet wird, sowie für deren Einbau in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge
Teil 1	Vorschriften für den Einbau von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen, in denen flüssiger Wasserstoff verwendet wird, in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge
Teil 2	Vorschriften für Behälter für flüssigen Wasserstoff
Teil 3	Vorschriften für sonstige flüssigen Wasserstoff führende Bauteile
ANHANG IV	Vorschriften für Wasserstoff führende Bauteile und Wasserstoffsysteme, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird, sowie für deren Einbau in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge
Teil 1	Vorschriften für den Einbau von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird, in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge
Teil 2	Vorschriften für Behälter für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff
Teil 3	Vorschriften für sonstige gasförmigen Wasserstoff führende Bauteile
ANHANG V	Vorschriften für die Identifizierung des Fahrzeugs
ANHANG VI	Sicherheitsanforderungen an komplexe elektronische Fahrzeugsteuersysteme
ANHANG VII	Normen, auf die in dieser Verordnung verwiesen wird

ANHANG I

Verwaltungsunterlagen für die EG-Typgenehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich des Wasserstoffantriebs

TEIL 1

MUSTER

BESCHREIBUNGSBOGEN Nr. …

Verwaltungsvorschriften für die EG-Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich des Wasserstoffantriebs

Die nachstehenden Angaben sind zusammen mit dem Verzeichnis der beiliegenden Unterlagen in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Beigefügte Zeichnungen müssen in geeignetem Maßstab gehalten und ausreichend detailliert sein und das Format A4 haben oder auf das Format A4 gefaltet sein. Liegen Fotografien bei, so müssen diese hinreichende Einzelheiten erkennen lassen.

Sind Funktionen der Systeme oder Bauteile elektronisch gesteuert, so sind Angaben zu den Leistungsmerkmalen der elektronischen Steuerungen zu machen.

0.	ALLGEMEINES	
0.1.	Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers): ……	
0.2.	Typ: ……	
0.2.1	Handelsname(n) (sofern vorhanden): ……	
0.3.	Merkmale zur Typidentifizierung, sofern am Fahrzeug vorhanden (1) ([b]): ……	
0.3.1.	Anbringungsstelle dieser Merkmale: ……	
0.4.	Fahrzeugklasse ([c]): ……	
0.5.	Name und Anschrift des Herstellers: ……	
0.8.	Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n): ……	
0.9.	(Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers: ……	
1.	ALLGEMEINE BAUMERKMALE DES FAHRZEUGS	
1.1.	Fotos und/oder Zeichnungen eines repräsentativen Fahrzeugs: ……	
1.3.3.	Antriebsachsen (Anzahl, Lage, gegenseitige Verbindung): ……	
1.4.	Fahrgestell (sofern vorhanden) (Übersichtszeichnung): ……	
3.	ANTRIEBSMASCHINE	
3.9.	**Wasserstoffantrieb**	
3.9.1.	Wasserstoffsystem zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff/Wasserstoffsystem zur Verwendung mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff (1)	
3.9.1.1.	Beschreibung und Zeichnung des Wasserstoffsystems: ……	
3.9.1.2.	Name und Anschrift des Herstellers (der Hersteller) des Wasserstoffsystems zum Antrieb des Fahrzeugs: ……	
3.9.1.3.	Systembezeichnung des Herstellers (entsprechend der Angabe am System oder durch andere Art der Kennzeichnung): ……	
3.9.1.4.	automatische(s) Absperrventil(e): ja/nein (1)	
3.9.1.4.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.4.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.4.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2)	MPa
3.9.1.4.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässiger Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.4.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.4.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.4.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.4.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.4.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.4.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	

3.9.1.5.	Prüfventil(e) oder Rückschlagventil(e): ja/nein (1)	
3.9.1.5.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.5.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.5.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.5.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässiger Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.5.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.5.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.5.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.5.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.5.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.5.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.6.	Behälter und Behälterbaugruppe: ja/nein (1)	
3.9.1.6.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.6.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.6.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.6.4.	Nennbetriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.6.5.	Anzahl der Füllzyklen (1): ……	
3.9.1.6.6.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.6.7.	Volumen: ……	Liter (Wasser)
3.9.1.6.8.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.6.9.	Werkstoff: ……	
3.9.1.6.10.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.6.11.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.7.	Verbindungsteile: ja/nein (1)	
3.9.1.7.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.7.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.7.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässiger Betriebsdruck (-drücke) (2): ……	MPa
3.9.1.7.4.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen: ……	
3.9.1.7.5.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.7.6.	Werkstoff: ……	
3.9.1.7.7.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.7.8.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.8.	Biegsame Kraftstoffleitung(en): ja/nein (1)	
3.9.1.8.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.8.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.8.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.8.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässiger Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.8.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.8.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.8.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.8.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.8.9.	Arbeitsprinzipien: ……	

3.9.1.8.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.9.	Wärmetauscher: ja/nein (1)	
3.9.1.9.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.9.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.9.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.9.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässiger Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.9.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.9.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.9.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.9.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.9.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.9.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.10.	Wasserstofffilter: ja/nein (1) ……	
3.9.1.10.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.10.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.10.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.10.4.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.10.5.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.10.6.	Werkstoff: ……	
3.9.1.10.7.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.10.8.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.11.	Sensoren zur Erkennung von Wasserstoffaustritt: ……	
3.9.1.11.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.11.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.11.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.11.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.11.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.11.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.11.7.	vorgegebene Werte: ……	
3.9.1.11.8.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.11.9.	Werkstoff: ……	
3.9.1.11.10.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.11.11.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.12.	handbetätigte(s) oder automatische(s) Ventil(e): ja/nein (1)……	
3.9.1.12.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.12.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.12.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.12.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.12.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.12.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.12.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.12.8.	Werkstoff: ……	

3.9.1.12.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.12.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.13.	Druck- und/oder Temperatur- und/oder Wasserstoff- und/oder Durchflusssensor(en) (1): ja/nein (1)……	
3.9.1.13.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.13.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.13.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.13.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.13.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.13.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.13.7.	vorgegebene Werte: ……	
3.9.1.13.8.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.13.9.	Werkstoff: ……	
3.9.1.13.10.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.13.11.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.14.	Druckregler: ja/nein (1) ……	
3.9.1.14.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.14.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.14.3.	Anzahl der Haupteinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.4.	Beschreibung des Einstellprinzips durch die Haupteinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.5.	Anzahl der Leerlaufeinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.6.	Beschreibung des Einstellprinzips durch die Leerlaufeinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.7.	Weitere Einstellmöglichkeiten: falls ja, welche? (Beschreibung und Zeichnungen): ……	
3.9.1.14.8.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.14.9.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.14.10.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.14.11.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.14.12.	Eingangs- und Ausgangsdruck: ……	
3.9.1.14.13.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.14.14.	Werkstoff: ……	
3.9.1.14.15.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.14.16.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.15.	Druckentlastungsvorrichtung: ja/nein (1)……	
3.9.1.15.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.15.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.15.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.15.4.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.15.5.	Einstelldruck (1): ……	
3.9.1.15.6.	Einstelltemperatur (1): ……	
3.9.1.15.7.	Abblaseleistung (1): ……	
3.9.1.15.8.	normale maximale Betriebstemperatur (1) (2): ……	°C
3.9.1.15.9.	Nennbetriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.15.10.	Anzahl der Füllzyklen (nur Bauteile der Klasse 0) (1): ……	
3.9.1.15.11.	Genehmigungsnummer: ……	

3.9.1.15.12.	Werkstoff:	
3.9.1.15.13.	Arbeitsprinzipien:	
3.9.1.15.14.	Beschreibung und Zeichnung:	
3.9.1.16.	Überdruckventil: ja/nein (1)	
3.9.1.16.1.	Fabrikmarke(n):	
3.9.1.16.2.	Typ(en):	
3.9.1.16.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2):	MPa
3.9.1.16.4.	Einstelldruck (1):	
3.9.1.16.5.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1):	
3.9.1.16.6.	Genehmigungsnummer:	
3.9.1.16.7.	Werkstoff:	
3.9.1.16.8.	Arbeitsprinzipien:	
3.9.1.16.9.	Beschreibung und Zeichnung:	
3.9.1.17.	Einfülleinrichtung: ja/nein (1)	
3.9.1.17.1.	Fabrikmarke(n):	
3.9.1.17.2.	Typ(en):	
3.9.1.17.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2):	MPa
3.9.1.17.4.	Betriebstemperatur (1):	
3.9.1.17.5.	Nennbetriebsdruck (-drücke) (1) (2):	MPa
3.9.1.17.6.	Anzahl der Füllzyklen (nur Bauteile der Klasse 0) (1):	
3.9.1.17.7.	Genehmigungsnummer:	
3.9.1.17.8.	Werkstoff:	
3.9.1.17.9.	Arbeitsprinzipien:	
3.9.1.17.10.	Beschreibung und Zeichnung:	
3.9.1.18.	Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher: ja/nein (1)	
3.9.1.18.1.	Fabrikmarke(n):	
3.9.1.18.2.	Typ(en):	
3.9.1.18.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (2):	MPa
3.9.1.18.4.	Anzahl der Arbeitszyklen:	
3.9.1.18.5.	Genehmigungsnummer:	
3.9.1.18.6.	Werkstoff:	
3.9.1.18.7.	Arbeitsprinzipien:	
3.9.1.18.8.	Beschreibung und Zeichnung:	
3.9.2.	Sonstige Unterlagen	
3.9.2.1.	Prozessdiagramm (Ablaufdiagramm) des Wasserstoffsystems	
3.9.2.2.	Systemplan einschließlich elektrischer Verbindungen und anderer externer Systeme (Eingänge und/oder Ausgänge usw.)	
3.9.2.3.	Erläuterung der in den Unterlagen verwendeten Symbole	
3.9.2.4.	Einstellwerte für die Druckentlastungsvorrichtungen und Druckregler	
3.9.2.5.	Übersichtsplan über die Kühl-/Heizanlage(n) einschließlich des Nennbetriebsdrucks/des höchstzulässigen Betriebsdrucks und der Betriebstemperaturen	
3.9.2.6.	Zeichnungen, aus denen die Einbau- und Betriebsvorschriften hervorgehen.	

Erläuterungen:

(1) Nichtzutreffendes streichen (falls mehr als eine Angabe zutrifft, kann es sein, dass nichts gestrichen werden muss).

(2) Einschließlich Toleranzangabe.

(b) Enthalten die Merkmale zur Typidentifizierung Zeichen, die für die Typbeschreibung des Fahrzeugs, des Bauteils oder der selbstständigen technischen Einheit gemäß diesem Beschreibungsbogen nicht wesentlich sind, so sind diese Schriftzeichen in den betreffenden Unterlagen durch das Symbol „?“ darzustellen (Beispiel: ABC??123??).

(c) Einstufung nach den Definitionen in Anhang II Teil A der Richtlinie 2007/46/EG.

Anlage zum Beschreibungsbogen

Betriebserklärung für Wasserstoffbehälter

Angaben zum Hersteller	Name des Herstellers:	
	Anschrift des Herstellers:	
Angaben zum Behälter	Behälteridentifizierung:	
	Nennbetriebsdruck:	MPa
	Art:	
	Durchmesser (1):	mm
	Länge (1):	mm
	Innenvolumen:	Liter
	Leergewicht:	kg
	Behältergewinde:	
Betriebsdauer des Behälters	Maximale Betriebsdauer:	Jahre
	Höchstzahl der Füllzyklen:	Zyklen
Feuerschutzsystem des Behälters	Hersteller der Druckentlastungsvorrichtung:	
	Identifizierung der Druckentlastungsvorrichtung:	
	Zeichnungsnummer(n) der Druckentlastungsvorrichtung:	
Art der Befestigung des Behälters	Art der Befestigung:	Befestigung am Hals/am Zylinder (2)
	Nummer(n) der Zeichnung(en) der Befestigungen:	
Behälter-Schutzüberzüge	Zweck des Schutzes:	
	Nummer(n) der Zeichnung(en) der Schutzüberzüge:	
Beschreibung der Behälterkonstruktion	Nummern der Behälterzeichnungen:	
	Die Behälterzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:	
	— Bezugnahme auf diese Verordnung und den Behältertyp;	
	— wichtigste geometrische Abmessungen einschließlich Toleranzen;	
	— Behälterwerkstoffe;	
	— Masse und Innenvolumen des Behälters einschließlich Toleranzen;	
	— Einzelheiten des äußeren Schutzüberzugs;	
	— Feuerschutzsystem des Behälters.	
Korrosionshemmer des Behälters	Wird ein Korrosionshemmer verwendet: ja/nein (2)	
	Hersteller des Korrosionshemmers:	
	Identifizierung des Korrosionshemmers:	
Zusätzliche Angaben	1. Herstellungsdaten einschließlich eventueller Toleranzen:	
	— Extrusion der Röhre, Kaltverformung, Zeichnung der Röhre, Endformung, Schweißen, Wärmebehandlung und Reinigungsprozesse bei der Verarbeitung des Metalls für alle Behälter für flüssigen Wasserstoff sowie Behälter der Typen 1, 2 und 3 für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff;	
	— Angabe des Herstellungsverfahrens;	
	— Annahmekriterien für zerstörungsfreie Prüfungen;	
	— Verfahren zur Herstellung von Verbundstoffen und Autofrettage gemäß Anhang IV Teil 2 Abschnitt 3.7.2 bei der Herstellung von Behältern der Typen 2, 3 und 4 für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff;	
	— abschließende Fertigungsinspektion der Oberflächenbehandlung, Gewindeeigenschaften und wichtigsten Abmessungen.	
	2. Übersichtstabelle mit den Ergebnissen der Spannungsberechnung	

Betriebserklärung für den Behälter	Der Hersteller erklärt hiermit, dass sich die Behälterkonstruktion während der spezifizierten Betriebsdauer zu den in Anhang IV Abschnitt 2.7 der Verordnung (EU) Nr. 406/2010 genannten Betriebsbedingungen für die Verwendung eignet. Hersteller: Name, Funktion und Unterschrift: Ort, Datum:

Erläuterungen:

(1) Kann durch andere Abmessungen zur Beschreibung der Form des Behälters ersetzt werden.

(2) Nichtzutreffendes streichen.

TEIL 2

MUSTER

Größtformat: A4 (210 × 297 mm)

EG-TYPGENEHMIGUNGSBOGEN

Stempel der Typgenehmigungsbehörde

Benachrichtigung über:

— die EG-Typgenehmigung (1)

— die Erweiterung der EG-Typgenehmigung (1)

— die Versagung der EG-Typgenehmigung (1)

— den Entzug der EG-Typgenehmigung (1)

} eines Fahrzeugtyps hinsichtlich des Wasserstoffantriebs (1)

in Bezug auf die Verordnung (EG) Nr. 79/2009, nach Maßgabe der Verordnung (EU) Nr. 406/2010.

EG-Typgenehmigungsnummer:

Grund der Erweiterung:

ABSCHNITT I

0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers):

0.2. Typ:

0.2.1. Handelsname(n) (sofern vorhanden):

0.3. Merkmale zur Typidentifizierung, sofern am Fahrzeug vorhanden (2):

0.3.1. Anbringungsstelle dieser Merkmale:

0.4. Fahrzeugklasse (3):

0.5. Name und Anschrift des Herstellers:

0.8. Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n):

0.9. (Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

ABSCHNITT II

1. Zusätzliche Angaben (soweit erforderlich): siehe Beiblatt

2. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt:

(1) Nichtzutreffendes streichen.

(2) Enthalten die Merkmale zur Typidentifizierung Zeichen, die für die Typbeschreibung des Fahrzeugs, des Bauteils oder der selbstständigen technischen Einheit gemäß diesem Beschreibungsbogen nicht wesentlich sind, so sind diese Schriftzeichen in den betreffenden Unterlagen durch das Symbol „?“ darzustellen (Beispiel: ABC??123??).

(3) Entsprechend Anhang II Abschnitt A der Richtlinie 2007/46/EG.

3. Datum des Prüfberichts des Technischen Dienstes:

4. Nummer des Prüfberichts des Technischen Dienstes:

5. Bemerkungen (gegebenenfalls): siehe Beiblatt

6. Ort:

7. Datum:

8. Unterschrift:

Anlagen: Beschreibungsmappe.
Prüfbericht.

Beiblatt

zum EG-Typgenehmigungsbogen Nr. …

über die EG-Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich des Wasserstoffantriebs

1. Zusätzliche Angaben

1.1. Fahrzeug mit Wasserstoffsystem zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff/mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff [1]

2. Typgenehmigungsnummer jedes Wasserstoff führenden Bauteils oder Wasserstoffsystems, das an dem Fahrzeugtyp angebracht ist und dieser der Verordnung entsprechen soll

2.1. Wasserstoffsystem(e):

2.2. automatische(s) Absperrventil(e):

2.3. Prüfventil(e) oder Rückschlagventil(e):

2.4. Behälter und Behälterbaugruppe:

2.5. Verbindungsteile:

2.6. Biegsame Kraftstoffleitung(en):

2.7. Wärmetauscher:

2.8. Wasserstofffilter:

2.9. Sensoren zur Erkennung von Wasserstoffaustritt:

2.10. handbetätigte(s) oder automatische(s) Ventil(e):

2.11. Druck- und/oder Temperatur- und/oder Wasserstoff- und/oder Durchflusssensor(en) [1]:

2.12. Druckregler:

2.13. Druckentlastungsvorrichtung:

2.14. Überdruckventil:

2.15. Einfülleinrichtung:

2.16. Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher:

3. Bemerkungen:

[1] Nichtzutreffendes streichen.

TEIL 3

Bei der Inspektion vorzulegende Informationen

1. Die Hersteller müssen folgende Informationen bereitstellen:

   a) Empfehlungen für die Inspektion und Prüfung des Wasserstoffsystems während dessen Betriebsdauer;

   b) Angaben zu notwendigen Untersuchungen während der periodischen Überwachung und deren Häufigkeit im Fahrzeughandbuch oder durch eine Aufschrift in der Nähe des Anbringungsorts des gemäß der Richtlinie 76/114/EWG des Rates vorgeschriebenen Schildes [1].

2. Die Hersteller müssen die in Abschnitt 1 erwähnten Informationen den Genehmigungsbehörden und den Behörden der Mitgliedstaaten, die für die regelmäßige Inspektion von Fahrzeugen zuständig sind, in Form von Handbüchern oder als elektronische Medien (z. B. CD-ROM oder Onlineservices) zur Verfügung stellen.

[1] ABl. L 24 vom 30.1.1976, S. 1.

ANHANG II

Verwaltungsunterlagen für die EG-Bauteiltypgenehmigung von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen

TEIL 1

MUSTER

BESCHREIBUNGSBOGEN Nr.

zur EG-Bauteil-Typgenehmigung von Wasserstoff führenden Bauteilen oder Wasserstoffsystemen

Die nachstehenden Angaben sind zusammen mit dem Verzeichnis der beiliegenden Unterlagen in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Beigefügte Zeichnungen müssen in geeignetem Maßstab gehalten und ausreichend detailliert sein und das Format A4 haben oder auf das Format A4 gefaltet sein. Liegen Fotografien bei, so müssen diese hinreichende Einzelheiten erkennen lassen.

Sind Funktionen der Systeme oder Bauteile elektronisch gesteuert, so sind Angaben zu den Leistungsmerkmalen der elektronischen Steuerungen zu machen.

0.	ALLGEMEINES	
0.1.	Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers): ……	
0.2.	Typ: ……	
0.2.1	Handelsname(n), sofern vorhanden: ……	
0.2.2	Kennnummer des Bauteils (1): ……	
0.2.3	Kennnummer(n) des Bauteils (der Bauteile) des Systems (1):	
0.2.4	Kennnummer des Systems (1): ……	
0.5.	Name(n) und Anschrift(en) des Herstellers: ……	
0.7.	Anbringungsstelle und Anbringungsart des (der) EG-Typgenehmigungszeichen(s):	
0.8.	Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n): ……	
0.9.	(ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers: ……	
3.9.	Wasserstoffantrieb (1): ……	
3.9.1.	Wasserstoffsystem zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff/Wasserstoffsystem zur Verwendung mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff/Bauteil zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff/Bauteil zur Verwendung mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff (1): ….	
3.9.1.1.	Beschreibung und Zeichnung des Wasserstoffsystems (1): ……	
3.9.1.2.	Name und Anschrift des Herstellers (der Hersteller) des Wasserstoffsystems (1): ……	
3.9.1.3.	Systembezeichnung(en) des Herstellers (entsprechend der Angabe am System oder durch andere Art der Kennzeichnung) (1): ……	
3.9.1.4.	Automatische(s) Absperrventil(e): ja/nein (1)……	
3.9.1.4.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.4.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.4.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.4.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.4.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.4.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.4.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.4.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.4.9.	Arbeitsprinzip: ……	
3.9.1.4.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.5.	Prüfventil(e) oder Rückschlagventil(e): ja/nein (1) ……	
3.9.1.5.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.5.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.5.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa

3.9.1.5.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) [1] [2]: ……	MPa
3.9.1.5.5.	Betriebstemperatur [1]: ……	
3.9.1.5.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen [1]: ……	
3.9.1.5.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.5.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.5.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.5.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.6.	Behälter und Behälterbaugruppe: ja/nein [1] ……	
3.9.1.6.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.6.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.6.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck [1] [2]: ……	MPa
3.9.1.6.4.	Nennbetriebsdruck [1] [2]: ……	MPa
3.9.1.6.5.	Anzahl der Füllzyklen [1]: ……	
3.9.1.6.6.	Betriebstemperatur [1]: ……	
3.9.1.6.7.	Volumen: ……	Liter (Wasser)
3.9.1.6.8.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.6.9.	Werkstoff: ……	
3.9.1.6.10.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.6.11.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.7.	Verbindungsteile: ja/nein [1] ……	
3.9.1.7.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.7.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.7.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) [2]: ……	MPa
3.9.1.7.4.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen: ……	
3.9.1.7.5.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.7.6.	Werkstoff: ……	
3.9.1.7.7.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.7.8.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.8.	Biegsame Kraftstoffleitung(en): ja/nein [1] ……	
3.9.1.8.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.8.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.8.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck [1] [2]: ……	MPa
3.9.1.8.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) [1] [2]: ……	MPa
3.9.1.8.5.	Betriebstemperatur [1]: ……	
3.9.1.8.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen [1]: ……	
3.9.1.8.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.8.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.8.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.8.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.9.	Wärmetauscher: ja/nein [1] ……	
3.9.1.9.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.9.2.	Typ(en): ……	

3.9.1.9.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.9.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2):	MPa
3.9.1.9.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.9.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.9.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.9.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.9.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.9.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.10.	Wasserstofffilter: ja/nein (1)	
3.9.1.10.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.10.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.10.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2):	MPa
3.9.1.10.4.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.10.5.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.10.6.	Werkstoff: ……	
3.9.1.10.7.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.10.8.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.11.	Sensoren zur Erkennung von Wasserstoffaustritten:: ……	
3.9.1.11.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.11.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.11.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.11.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.11.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.11.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.11.7.	vorgegebene Werte: ……	
3.9.1.11.8.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.11.9.	Werkstoff: ……	
3.9.1.11.10.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.11.11.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.12.	handbetätigte(s) oder automatische(s) Ventil(e) ja/nein (1) ……	
3.9.1.12.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.12.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.12.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.12.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.12.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.12.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.12.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.12.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.12.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.12.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	

3.9.1.13.	Druck- und/oder Temperatur- und/oder Wasserstoff- und/oder Durchflusssensor(en) (1): ja/nein (1)……	
3.9.1.13.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.13.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.13.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.13.4.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.13.5.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.13.6.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.13.7.	vorgegebene Werte: ……	
3.9.1.13.8.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.13.9.	Werkstoff: ……	
3.9.1.13.10.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.13.11.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.14.	Druckregler: ja/nein (1) ……	
3.9.1.14.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.14.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.14.3.	Anzahl der Haupteinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.4.	Beschreibung des Einstellprinzips durch die Haupteinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.5.	Anzahl der Leerlaufeinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.6.	Beschreibung des Einstellprinzips durch die Leerlaufeinstellpunkte: ……	
3.9.1.14.7.	Weitere Einstellmöglichkeiten: falls ja, welche? (Beschreibung und Zeichnungen): ……	
3.9.1.14.8.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.14.9.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.14.10.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.14.11.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.14.12.	Eingangs- und Ausgangsdruck: ……	
3.9.1.14.13.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.14.14.	Werkstoff: ……	
3.9.1.14.15.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.14.16.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.15.	Druckentlastungsvorrichtung: ja/nein (1)……	
3.9.1.15.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.15.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.15.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.15.4.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.15.5.	Einstelldruck (1): ……	
3.9.1.15.6.	Einstelltemperatur (1): ……	
3.9.1.15.7.	Abblaseleistung (1): ……	
3.9.1.15.8.	Betriebstemperatur (1):	
3.9.1.15.9.	normale maximale Betriebstemperatur (1) (2): ……	°C
3.9.1.15.10.	Nennbetriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.15.11.	Anzahl der Füllzyklen (nur Bauteile der Klasse 0) (1): ……	
3.9.1.15.12.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.15.13.	Werkstoff: ……	

3.9.1.15.14.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.15.15.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.16.	Überdruckventil: ja/nein (1) ……	
3.9.1.16.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.16.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.16.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und, falls hinter dem ersten Druckregler, höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.16.4.	Einstelldruck (1): ……	
3.9.1.16.5.	Anzahl der Füllzyklen bzw. der Arbeitszyklen (1): ……	
3.9.1.16.6.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.16.7.	Werkstoff: ……	
3.9.1.16.8.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.16.9.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.17.	Einfülleinrichtung: ja/nein (1) ……	
3.9.1.17.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.17.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.17.3.	höchstzulässiger Betriebsdruck (1) (2): ……	MPa
3.9.1.17.4.	Betriebstemperatur (1): ……	
3.9.1.17.5.	Nennbetriebsdruck (-drücke) (1) (2): ……	MPa
3.9.1.17.6.	Anzahl der Füllzyklen (nur Bauteile der Klasse 0) (1): ……	
3.9.1.17.7.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.17.8.	Werkstoff: ……	
3.9.1.17.9.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.17.10.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.1.18.	Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher: ja/nein (1) ……	
3.9.1.18.1.	Fabrikmarke(n): ……	
3.9.1.18.2.	Typ(en): ……	
3.9.1.18.3.	Nennbetriebsdruck (-drücke) und höchstzulässige(r) Betriebsdruck (-drücke) (2): ……	MPa
3.9.1.18.4.	Anzahl der Arbeitszyklen: ……	
3.9.1.18.5.	Genehmigungsnummer: ……	
3.9.1.18.6.	Werkstoff: ……	
3.9.1.18.7.	Arbeitsprinzipien: ……	
3.9.1.18.8.	Beschreibung und Zeichnung: ……	
3.9.2.	Sonstige Unterlagen: ……	
3.9.2.1.	Prozessdiagramm (Ablaufdiagramm) des Wasserstoffsystems: ……	
3.9.2.2.	Systemplan einschließlich elektrischer Verbindungen und anderer externer Systeme (Eingänge und/oder Ausgänge usw.): ……	
3.9.2.3.	Erläuterung der in den Unterlagen verwendeten Symbole: ……	
3.9.2.4.	Einstellwerte für die Druckentlastungsvorrichtungen und Druckregler: ……	
3.9.2.5.	Übersichtsplan über die Kühl-/Heizanlage(n) einschließlich des Nennbetriebsdrucks/des höchstzulässigen Betriebsdrucks und der Betriebstemperaturen: ……	
3.9.2.6.	Zeichnungen, aus denen die Einbau- und Betriebsvorschriften hervorgehen.	

Erläuterungen:

(1) Nichtzutreffendes streichen (falls mehr als eine Angabe zutrifft, kann es sein, dass nichts gestrichen werden muss).

(2) Einschließlich Toleranzangabe.

Anlage zum Beschreibungsbogen

Betriebserklärung für Wasserstoffbehälter

Angaben zum Hersteller	Name des Herstellers:	
	Anschrift des Herstellers:	
Angaben zum Behälter	Behälteridentifizierung:	
	Nennbetriebsdruck:	MPa
	Typ:	
	Durchmesser (1):	mm
	Länge (1):	mm
	Innenvolumen:	Liter
	Leergewicht:	kg
	Behältergewinde:	
Betriebsdauer des Behälters	Maximale Betriebsdauer:	Jahre
	Höchstzahl der Füllzyklen:	Zyklen
Feuerschutzsystem des Behälters	Hersteller der Druckentlastungsvorrichtung:	
	Identifizierung der Druckentlastungsvorrichtung:	
	Zeichnungsnummer(n) der Druckentlastungsvorrichtung:	
Art der Halterung des Behälters	Art der Befestigung:	Befestigung am Hals/am Zylinder (2)
	Nummer(n) der Zeichnung(en) der Befestigungen:	
Behälter-Schutzüberzüge	Zweck des Schutzes:	
	Nummer(n) der Zeichnung(en) der Schutzüberzüge:	
Beschreibung der Behälterkonstruktion	Nummern der Behälterzeichnungen:	
	Die Behälterzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:	
	— Bezugnahme auf diese Verordnung und den Behältertyp;	
	— wichtigste geometrische Abmessungen einschließlich Toleranzen;	
	— Behälterwerkstoffe;	
	— Masse und Innenvolumen des Behälters einschließlich Toleranzen;	
	— Einzelheiten des äußeren Schutzüberzugs;	
	— Feuerschutzsystem des Behälters.	
Korrosionshemmer des Behälters	Wird ein Korrosionshemmer verwendet: ja/nein (2)	
	Hersteller des Korrosionshemmers:	
	Identifizierung des Korrosionshemmers:	
Zusätzliche Angaben	1. Herstellungsdaten einschließlich eventueller Toleranzen:	
	— Extrusion der Röhre, Kaltverformung, Zeichnung der Röhre, Endformung, Schweißen, Wärmebehandlung und Reinigungsprozesse bei der Verarbeitung des Metalls für alle Behälter für flüssigen Wasserstoff sowie Behälter der Typen 1, 2 und 3 für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff;	
	— Angabe des Herstellungsverfahrens;	
	— Annahmekriterien für zerstörungsfreie Prüfungen;	
	— Verfahren zur Herstellung von Verbundstoffen und Autofrettage gemäß Anhang IV Teil 2 Abschnitt 3.7.2 bei der Herstellung von Behältern der Typen 2, 3 und 4 für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff;	
	— abschließende Fertigungskontrolle der Oberflächenbehandlung, Gewindeeigenschaften und wichtigsten Abmessungen.	
	2. Übersichtstabelle mit den Ergebnissen der Spannungsberechnung	

Betriebserklärung für den Behälter	Der Hersteller erklärt hiermit, dass die Behälterkonstruktion für die Verwendung während der in den Betriebsbedingungen gemäß Anhang IV Abschnitt 2.7 der Verordnung (EU) Nr. 406/2010 genannten Betriebsdauer geeignet ist. Hersteller: Name, Funktion und Unterschrift: Ort, Datum:

Erläuterungen:

(1) Kann durch andere Abmessungen zur Beschreibung der Form des Behälters ersetzt werden.

(2) Nichtzutreffendes streichen

Vorgaben für Behälter für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff

Werkstoffangabe		Gilt für den Werkstoff						Einzelheiten
		Stahl	Aluminiumlegie-rung	Kunststoffinnenbehälter	Faser	Harz	Überzug	
	Werkstoffhersteller	✓	✓	✓	✓	✓		
	Art des Werkstoffs	✓	✓	✓	✓	✓		
	Kennzeichnung des Werkstoffs	✓	✓	✓	✓	✓		
	Beschreibung der Wärmebehandlung	✓	✓					
	Chemische Zusammensetzung	✓	✓					
	Verfahren der Kalt- oder Kryoformgebung	✓						
	Beschreibung des Schweißverfahrens	✓	✓					

Vorschriften für Werkstoffprüfungen		Gilt für den Werkstoff						Vorgeschriebener Werkstoffwert
		Stahl	Aluminiumlegie-rung	Kunststoffinnenbehälter	Faser	Harz	Überzug	
	Zugprüfung	✓	✓	✓				
	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy	✓						
	Biegeprüfung	✓	✓					
	Makrostrukturprüfung	✓						
	Korrosionsprüfung		✓					
	Prüfung der Rissbildung bei Dauerbelastung		✓					
	Erweichungstemperatur-Prüfung			✓				
	Verglasungstemperatur-Prüfung					✓		
	Prüfung der Scherfestigkeit der Harzwerkstoffe					✓		
	Prüfung des Überzugs						✓	
	Prüfung auf Wasserstoffver-träglichkeit	✓	✓	✓	✓	✓		

Vorschriften für die Behälterprüfungen		Vorgeschriebener Konstruktionswert
	Berstprüfung	
	Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur	
	Prüfung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens	
	Feuersicherheitsprüfung	
	Prüfung auf Durchschlagfestigkeit	
	Prüfung auf Beständigkeit gegen Chemikalien	
	Risstoleranzprüfung am Verbundwerkstoff	
	Prüfung mit beschleunigtem Spannungsbruch	
	Druckzyklusprüfung bei extremen Temperaturen	
	Fallprüfung	
	Dichtheitsprüfung	
	Permeationsprüfung	
	Verdrehfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen	
	Wasserstoff-Zyklusprüfung	

TEIL 2

MUSTER

Größtformat: A4 (210 × 297 mm)

EG-TYPGENEHMIGUNGSBOGEN

Stempel der Typgenehmigungsbehörde

Benachrichtigung über:

— die EG-Typgenehmigung (1)
— die Erweiterung der EG-Typgenehmigung (1)

} für einen Typ eines Wasserstoff führenden Bauteils

— die Versagung der EG-Typgenehmigung (1)
— den Entzug der EG-Typgenehmigung (1)

in Bezug auf die Verordnung (EG) Nr. 79/2009, nach Maßgabe der Verordnung (EU) Nr. 406/2010.

EG-Typgenehmigungsnummer:

Grund der Erweiterung:

ABSCHNITT I

0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers):

0.2. Typ:

0.3. Kennzeichen zur Typidentifizierung, sofern am Bauteil vorhanden (2):

0.3.1. Anbringungsstelle dieser Merkmale:

0.5. Name und Anschrift des Herstellers:

0.7. Bei Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten: Anbringungsstelle und Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens:

0.8. Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n):

0.9. (Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

ABSCHNITT II

1. Zusätzliche Angaben (soweit erforderlich): siehe Beiblatt

2. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt:

(1) Nichtzutreffendes streichen.

(2) Enthalten die Merkmale zur Typidentifizierung Zeichen, die für die Typbeschreibung des Fahrzeugs, des Bauteils oder der selbstständigen technischen Einheit gemäß diesem Beschreibungsbogen nicht wesentlich sind, so sind diese Schriftzeichen in den betreffenden Unterlagen durch das Symbol „?“ darzustellen (Beispiel ABC??123??).

3. Datum des Prüfberichts des Technischen Dienstes:

4. Nummer des Prüfberichts des Technischen Dienstes:

5. (Gegebenenfalls) Bemerkungen: siehe Beiblatt

6. Ort:

7. Datum:

8. Unterschrift:

Anlagen: Beschreibungsmappe
Prüfbericht.

Beiblatt

zum EG-Typgenehmigungsbogen Nr. …

zur EG-Bauteil-Typgenehmigung von Wasserstoff führenden Bauteilen oder Wasserstoffsystemen

1. Zusätzliche Angaben

1.1. Wasserstoffsystem zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff/Wasserstoffsystem zur Verwendung mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff/Bauteil zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff/Bauteil zur Verwendung mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff [1]

2. Vorschriften und Prüfergebnisse

2.1. Behälter für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff:

2.1.1. Werkstoffangaben für die Behälter

Werkstoffangabe		Gilt für den Werkstoff						Einzelheiten
		Stahl	Aluminiumlegie-rung.	Kunststoffinnenbehälter	Faser	Harz	Überzug	
	Werkstoffhersteller	✓	✓	✓	✓	✓		
	Art des Werkstoffs	✓	✓	✓	✓	✓		
	Kennzeichnung des Werkstoffs	✓	✓	✓	✓	✓		
	Beschreibung der Wärmebehandlung	✓	✓					
	Chemische Zusammensetzung	✓	✓					
	Verfahren der Kalt- oder Kryoformgebung	✓						
	Beschreibung des Schweißverfahrens	✓	✓					

2.1.2. Ergebnisse der Prüfungen des Behälterwerkstoffs

Werkstoffprüfungen		Gilt für den Werkstoff						Vorge-schriebener Werkstoff-wert	Prüfwert
		Stahl	Aluminiumlegie-rung.	Kunststoffinnenbehälter	Faser	Harz	Überzug		
	Zugprüfung	✓	✓	✓					
	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy	✓							
	Biegeprüfung	✓	✓						
	Makrostrukturprüfung	✓							

[1] Unzutreffendes streichen.

	Werkstoffprüfungen	Gilt für den Werkstoff						Vorgeschriebener Werkstoffwert	Prüfwert
		Stahl	Aluminiumlegie-rung.	Kunststoffinnenbehälter	Faser	Harz	Überzug		
	Korrosionsprüfung		✓						
	Prüfung der Rissbildung bei Dauerbelastung		✓						
	Erweichungstemperatur-Prüfung			✓					
	Verglasungstemperatur-Prüfung					✓			
	Prüfung der Scherfestigkeit der Harzwerkstoffe					✓			
	Prüfung des Überzugs						✓		
	Prüfung auf Wasserstoffverträglichkeit	✓	✓	✓	✓	✓			

2.1.3. Ergebnisse der Behälterprüfungen

	Behälterprüfung	Vorgeschriebener Konstruktionswert	Prüfergebnis
	Berstprüfung		
	Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur		
	Prüfung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens		
	Feuersicherheitsprüfung		
	Prüfung auf Durchschlagfestigkeit		
	Prüfung auf Beständigkeit gegen Chemikalien		
	Risstoleranzprüfung am Verbundwerkstoff		
	Prüfung mit beschleunigtem Spannungsbruch		
	Druckzyklusprüfung bei extremen Temperaturen		
	Fallprüfung		
	Dichtheitsprüfung		
	Permeationsprüfung		
	Verdrehfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen		
	Wasserstoff-Zyklusprüfung		

3. Einschränkung der Verwendung der Einrichtung (soweit zutreffend):

4. Bemerkungen:

TEIL 3

EG-Bauteil-Typgenehmigungszeichen

1. Das EG-Bauteil-Typgenehmigungszeichen besteht aus

1.1. einem Rechteck, das den Kleinbuchstaben „e“ umgibt, gefolgt von dem/den Kennbuchstaben oder der Kennziffer des Mitgliedstaats, der die EG-Typgenehmigung für Bauteile erteilt hat:

1	für Deutschland	19	für Rumänien
2	für Frankreich	20	für Polen
3	für Italien	21	für Portugal
4	für die Niederlande	23	für Griechenland
5	für Schweden	24	für Irland
6	für Belgien	26	für Slowenien
7	für Ungarn	27	für die Slowakei
8	für die Tschechische Republik	29	für Estland
9	für Spanien	32	für Lettland
11	für das Vereinigte Königreich	34	für Bulgarien
12	für Österreich	36	für Litauen
13	für Luxemburg	49	für Zypern
17	für Finnland	50	für Malta
18	für Dänemark		

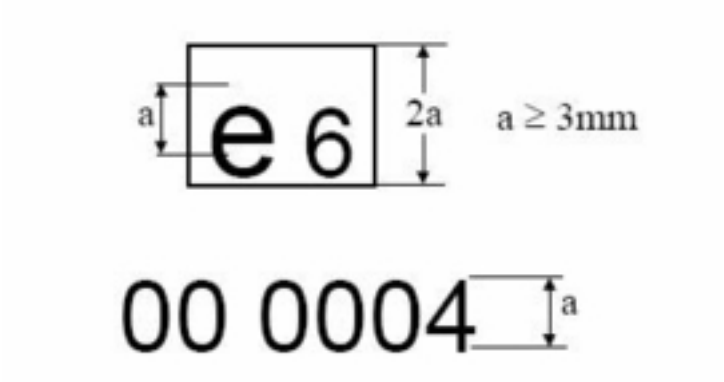
1.2. der „Basis-Typgenehmigungsnummer“ (Teil 4 der Typgenehmigungsnummer) in der Nähe des Rechtecks; davor steht die zweistellige laufende Nummer, die die jeweils letzte wesentliche technische Änderung der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 oder der vorliegenden Verordnung bezeichnet. Die laufende Nummer für die vorliegende Verordnung ist 00.

2. Das Typgenehmigungszeichen für ein Bauteil ist auf dem Bauteil bzw. dem System dauerhaft und deutlich lesbar anzubringen.

3. Ein Beispiel für ein Bauteil-Typgenehmigungszeichen ist aus dem Beiblatt ersichtlich.

Beiblatt zur Anlage 1

Beispiel für ein Bauteil-Typgenehmigungszeichen



Zeichenerklärung: Das oben dargestellte Typgenehmigungszeichen für ein Bauteil wurde in Belgien unter der Nummer 0004 vergeben. Die ersten beiden Ziffern (00) geben an, dass das Bauteil nach der vorliegenden Verordnung genehmigt wurde.

ANHANG III

Vorschriften für Wasserstoff führende Bauteile und Wasserstoffsysteme, in denen flüssiger Wasserstoff verwendet wird, sowie für deren Einbau in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge

1. EINLEITUNG

Dieser Anhang enthält die Anforderungen und Prüfverfahren für Wasserstoff führende Bauteile und Wasserstoffsysteme, in denen flüssiger Wasserstoff verwendet wird, sowie für deren Einbau in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge.

2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

2.1. Die in Wasserstoff führenden Bauteilen oder Systemen verwendeten Werkstoffe müssen gemäß Anhang III Teil 3 Abschnitt 4.11 mit Wasserstoff in flüssigem und/oder gasförmigem Zustand verträglich sein.

TEIL 1

Vorschriften für den Einbau von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen, in denen flüssiger Wasserstoff verwendet wird, sowie für deren Einbau in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge

1. **Allgemeine Anforderungen**

1.1. Alle Wasserstoff führenden Bauteile und Wasserstoffsysteme müssen im Einklang mit bewährten Verfahren in das Fahrzeug eingebaut und angeschlossen werden.

1.2. Das Wasserstoffsystem (die Wasserstoffsysteme) darf (dürfen) keine Leckagen aufweisen außer dem Ablassen von Gas bei höchstzulässigem Betriebsdruck, d. h. es dürfen sich bei der Verwendung von Lecksuchspray keine Blasen bilden.

1.3. Die Betriebstemperaturen sollten wie folgt sein:

Bei Verbrennungsmotoren: im Motorraum	im Innenraum (alle Arten von Antriebssystemen)
– 40 °C bis + 120 °C	– 40 °C bis + 85 °C

1.4. In Abstimmung mit der Tankstelle müssen geeignete Vorkehrungen gegen ein unkontrolliertes Freisetzen von Wasserstoff während des Tankvorgangs getroffen werden.

1.5. Im Falle des Austretens von Wasserstoff oder bei einer Druckentlastung darf sich Wasserstoff im Fahrzeug weder in geschlossenen noch teilgeschlossenen Räumen ansammeln können.

2. **Einbau des Wasserstoffbehälters in das Fahrzeug**

2.1. Der Behälter kann so in die Fahrzeugkonzeption integriert sein, dass zusätzliche Funktionen geboten werden. In solchen Fällen muss der Behälter so konstruiert sein, dass dadurch die Anforderungen an eine integrierte Funktion sowie die Anforderungen an Behälter gemäß Teil 2 erfüllt werden.

2.2. Bei betriebsbereitem Fahrzeug darf der unterste Teil des Wasserstoffbehälters die Bodenfreiheit des Fahrzeugs nicht verringern. Dies gilt nicht, wenn der Behälter vorn und an den Seiten ausreichend geschützt ist und keiner seiner Teile tiefer liegt als diese Schutzvorrichtung.

2.3. Der (die) Wasserstoffbehälter einschließlich der daran befestigten Sicherheitseinrichtungen sind so einzubauen und zu befestigen, dass folgende Beschleunigungen ohne Bruch der Befestigung oder Lockerung des (der) Behälter überstanden werden (Nachweis durch Prüfung oder Berechnung). Die verwendete Masse muss einem (einer) vollständig ausgerüsteten und gefüllten Behälter (Behältergruppe) entsprechen.

Fahrzeuge der Klassen M_1 und N_1:

a) 20 g in Fahrtrichtung,

b) 8 g waagerecht, rechtwinklig zur Fahrtrichtung.

Fahrzeuge der Klassen M_2 und N_2:

a) 10 g in Fahrtrichtung,

b) 5 g waagerecht, rechtwinklig zur Fahrtrichtung.

Fahrzeuge der Klassen M_3 und N_3:

a) 6,6 g in Fahrtrichtung,

b) 5 g waagerecht, rechtwinklig zur Fahrtrichtung.

2.4. Die Bestimmungen von Abschnitt 2.3 gelten nicht, wenn das Fahrzeug gemäß der Richtlinie 96/27/EG des Europäischen Parlaments und des Rates [1] sowie der Richtlinie 96/79/EG des Europäischen Parlaments und des Rates [2] genehmigt ist.

[1] ABl. L 169 vom 8.7.1996, S. 1.
[2] ABl. L 18 vom 21.1.1997, S. 7.

3. **Am Wasserstoffbehälter angebrachte Zubehörteile**

3.1. *Automatische Absperrventile oder Rückschlagventile*

3.1.1. Automatische Absperrventile müssen Anhang VI Abschnitt 6 der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 entsprechen (dies gilt nicht für das Boil-Off-Managementsystem) und müssen normalerweise geschlossen sein.

3.1.2. Einfülleinrichtungen müssen Anhang VI Abschnitt 4 der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 entsprechen.

3.1.3. Falls der Behälter versetzt wird, muss die erste Absperreinrichtung und gegebenenfalls die Leitung, die sie mit dem Behälter verbindet, so geschützt werden, dass die Absperrfunktion betriebsbereit bleibt und die Verbindung zwischen der Einrichtung und dem Behälter nicht unterbrochen werden kann.

3.1.4. Die automatischen Ventile müssen normalerweise geschlossen sein (störungssicher).

3.1.5. Wenn eine andere Wasserstoffumwandlungsanlage abgeschaltet wird, muss die Kraftstoffzufuhr dieser Wasserstoffumwandlungsanlage unabhängig von der Position des Aktivierungsschalters abgeschaltet werden und geschlossen bleiben, bis die Wasserstoffumwandlungsanlage wieder in Gang gesetzt wird.

3.2. *Druckentlastungsvorrichtung*

3.2.1. Die Druckentlastungsvorrichtungen (druckgesteuert) müssen so an dem (den) Wasserstoffbehälter(n) angebracht sein, dass der Wasserstoff in eine atmosphärische Austrittsleitung abgeführt und aus dem Fahrzeug herausgeleitet wird. Jedoch darf die Auslassöffnung nicht auf eine Wärmequelle, z. B. den Auspuff, gerichtet sein. Ferner müssen sie den Wasserstoff so austreten lassen, dass er nicht in das Fahrzeuginnere gelangen und/oder sich in einem geschlossenen Raum ansammeln kann. Außerdem darf die erste Druckentlastungsvorrichtung auch nicht in einen teilweise geschlossenen Raum ausleiten. Handelt es sich bei der sekundären Druckentlastungsvorrichtung um eine Berstscheibe, die im Innenbehälter eingebaut ist, so muss eine geeignete Druckentlastungsöffnung in der äußeren Umhüllung vorhanden sein.

3.2.2. Bei Innenbehältern liegt der normale Betriebsbereich des Drucks im Innenbehälter zwischen 0 MPa und dem Einstelldruck der primären Druckentlastungsvorrichtung, der höchstens so groß ist wie der höchstzulässige Betriebsdruck des Innenbehälters.

3.2.3. Bei Innenbehältern aus Stahl entspricht der untere Grenzwert des unzulässigen Fehlerbereichs einem Druck, der höher ist als 136 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung ein Sicherheitsventil verwendet wird. Bei Innenbehältern aus Stahl entspricht der untere Grenzwert des unzulässigen Fehlerbereichs einem Druck, der höher ist als 150 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung eine Berstscheibe verwendet wird. Bei anderen Werkstoffen muss ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreicht werden. Der unzulässige Fehlerbereich ist der Druck, bei dem es zu einer plastischen Verformung oder zum Bersten des Innenbehälters kommt, wie in Schaubild 3.2 gezeigt.

Schaubild 3.2.

Betriebsbereiche für Innenbehälter aus Stahl



3.3. *Gasdichtes Gehäuse am Behälter/an den Behältern*

3.3.1. Alle im Fahrgastraum, dem Gepäckraum oder sonstigen unbelüfteten Räumen im Fahrzeug eingebauten nicht verschweißten Verbindungen von Wasserstoff führenden Bauteilen und die Wasserstoffbauteile, die undicht sein können, müssen in einem gasdichten Gehäuse untergebracht werden.

3.3.2. Das gasdichte Gehäuse muss in die Außenluft entlüftet werden.

3.3.3. Die Auslassöffnung des gasdichten Gehäuses muss sich an dessen oberstem Punkt befinden; sie darf nicht auf eine Wärmequelle, z. B. den Auspuff, gerichtet sein. Ferner muss sie den Wasserstoff so austreten lassen, dass er nicht in das Fahrzeuginnere gelangen und/oder sich in einem geschlossenen oder teilweise geschlossenen Raum ansammeln kann.

3.3.4. Im Inneren des gasdichten Gehäuses dürfen sich keine ungeschützten Zündquellen befinden.

3.3.5. Sämtliche Verbindungssysteme und Durchführungen im Fahrzeugaufbau, die zum Auslassen von Gas aus dem gasdichten Gehäuse dienen, müssen mindestens dieselbe Querschnittsfläche aufweisen wie das Rohr der Druckentlastungsvorrichtung.

3.3.6. Das Gehäuse muss für Prüfzwecke hermetisch versiegelt werden und muss bei einem Druck von 0,5 kPa gasdicht sein, d. h. es muss eine Minute lang blasenfrei bleiben und darf sich nicht dauerhaft verformen.

3.3.7. Alle etwaigen Verbindungssysteme müssen mit Klemmschellen oder anderen Befestigungsmitteln an dem gasdichten Gehäuse und der Durchführung fest angebracht sein, damit ein gasdichter Anschluss erreicht wird.

4. **Starre und biegsame Kraftstoffleitungen**

4.1. Starre Kraftstoffleitungen müssen so befestigt sein, das sie keinem Abrieb, keiner kritischen Schwingung oder mechanischen Beanspruchung ausgesetzt sind.

4.2. Biegsame Kraftstoffleitungen müssen so befestigt sein, dass sie keiner Torsionsspannung unterliegen, Abrieb vermieden wird und sie im Normalbetrieb nicht gequetscht werden können.

4.3. An den Befestigungspunkten müssen flexible oder starre Kraftstoffleitungen so angebracht sein, dass kein Metallkontakt besteht, damit es nicht zu galvanischer oder Spaltkorrosion kommt.

4.4. Starre und biegsame Kraftstoffleitungen sind so zu verlegen, dass das Risiko unbeabsichtigter Beschädigungen innerhalb des Fahrzeugs — etwa durch das Unterbringen oder Verlagern von Gepäck oder anderer Lasten — und außerhalb des Fahrzeugs — etwa durch Fahren in unwegsamem Gelände oder durch Wagenheber — so gering wie möglich gehalten wird.

4.5. An den Stellen, wo Kraftstoffleitungen in den Fahrzeugaufbau oder andere Wasserstoff führende Bauteile eindringen, müssen sie mit Durchführungsdichtungen oder anderem Schutzmaterial versehen werden.

5. **Verbindungsteile oder Gasanschlussstücke zwischen den Bauteilen**

5.1. Für Rohre aus rostfreiem Stahl dürfen nur rostfreie Verbindungselemente eingesetzt werden.

5.2. Die Zahl der Verbindungen ist auf ein Mindestmaß zu beschränken.

5.3. Alle Verbindungen müssen sich an Stellen befinden, an denen sie einer Inspektion und einer Dichtheitsprüfung unterzogen werden können.

5.4. Im Fahrgastraum oder im geschlossenen Gepäckraum dürfen die Kraftstoffleitungen nicht länger als notwendig sein.

6. **Einfülleinrichtung**

6.1. Die Einfülleinrichtung muss gegen falsches Anschließen gesichert und vor Schmutz und Wasser geschützt sein. Sie muss gegen Bedienfehler abgesichert sein.

6.2. Die Einfülleinrichtung darf nicht im Motorraum, Fahrgastraum oder einem anderen unbelüfteten Raum des Fahrzeugs eingebaut sein.

6.3. Die Kraftstoffleitung muss wie in Abschnitt 3.1.1 beschrieben am Behälter befestigt werden.

6.4. Die Einfülleinrichtung muss mit einer Absperreinrichtung gemäß Abschnitt 3.1.2 versehen sein.

6.5. Es muss sichergestellt werden, dass das Antriebssystem nicht betätigt und das Fahrzeug nicht in Bewegung gesetzt werden kann, während die Einfülleinrichtung an die Tankstelle angeschlossen ist.

7. **Elektrische Anlage**

7.1. Die elektrischen Bauteile des Wasserstoffsystems müssen gegen Überlastung geschützt sein.

7.2. Stromversorgungsanschlüsse müssen an Stellen, an denen sich Wasserstoff führende Bauteile befinden oder Wasserstoff austreten kann, gegen das Eindringen von Wasserstoff dicht sein.

8. **Ablassen von Gas unter normalen Bedingungen**

8.1. Ablassen von Gas muss durch die Anwendung eines Boil-Off-Managementsystems gefahrlos für das Umfeld sein.

8.2. Das Boil-Off-Managementsystem muss auf die Abdampfrate des Behälters (der Behälter) unter normalen Betriebsbedingungen ausgelegt sein.

8.3. Beim Anlassen und während des Betriebs des Fahrzeugs muss ein Warnsystem aktiviert sein, das den Fahrer bei einem Fehler des Boil-Off-Managementsystems warnt.

9. **Sonstige Vorschriften**

9.1. Alle Druckentlastungsvorrichtungen und Druckentlastungsleitungen sind, soweit dies praktisch durchführbar ist, vor mutwilliger Beschädigung zu schützen.

9.2. Der Fahrgastraum, der Gepäckraum und alle sicherheitsrelevanten Bauteile des Fahrzeugs (z. B. die Bremsanlage und die elektrische Isolierung) müssen vor den ungünstigen Temperaturauswirkungen von Kryokraftstoff geschützt sein. Bei der Beurteilung des erforderlichen Schutzes ist ein mögliches Austreten des Kryokraftstoffs zu berücksichtigen.

9.3. Im Fahrzeug verwendete brennbare Werkstoffe müssen vor verflüssigter Luft geschützt werden, die sich auf nicht isolierten Teilen der Kraftstoffanlage niederschlagen kann.

9.4. Ein Ausfall des Heizkreislaufs des Wärmetauschers darf nicht zu einer Undichtigkeit des Wasserstoffsystems führen.

10. **Sicherheitssysteme**

10.1. Sicherheitssysteme müssen störungssicher, redundant oder selbstüberwachend sein.

10.2. Handelt es sich bei den Sicherheitssystemen gemäß Absatz 10.1 um störungssichere oder selbstüberwachende elektronische Systeme, so gelten die besonderen Anforderungen von Anhang VI dieser Verordnung.

11. **Vorschriften für die Inspektion des Wasserstoffsystems**

11.1. Jedes Wasserstoffsystem ist spätestens alle 48 Monate nach dem Datum seiner Inbetriebnahme und bei jedem Wiedereinbau zu überprüfen.

11.2. Die Inspektion ist von einem Technischen Dienst in Übereinstimmung mit den Spezifikationen des Herstellers gemäß Anhang I Teil 3 durchzuführen.

TEIL 2

Vorschriften für Behälter für flüssigen Wasserstoff

1. EINLEITUNG

Dieser Teil enthält die Anforderungen und Prüfverfahren für Behälter zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff.

2. TECHNISCHE VORSCHRIFTEN

2.1. Die rechnerische Abnahme der Behälterkonstruktion erfolgt gemäß der Norm EN 1251-2.

2.2. **Mechanische Beanspruchung**

Die Teile des Behälters müssen folgenden mechanischen Beanspruchungen standhalten:

2.2.1. *Innenbehälter*

2.2.1.1. Prüfdruck

Der Innenbehälter muss folgendem Prüfdruck (P_{test}) standhalten:

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

Hierbei steht MAWP für den höchstzulässigen Betriebsdruck des Innenbehälters in MPa.

2.2.1.2. Außendruck

Können der Innenbehälter und seine Ausrüstungsgegenstände unter Vakuum betrieben werden, so müssen sie einem Außendruck von 0,1 MPa standhalten.

2.2.2. *Äußere Umhüllung*

2.2.2.1. Die äußere Umhüllung muss dem höchstzulässigen Betriebsdruck standhalten, auf den ihre Sicherheitseinrichtung eingestellt ist.

2.2.2.2. Die äußere Umhüllung muss einem Außendruck von 0,1 MPa standhalten.

2.2.3. *Äußere Halterungen*

Die äußeren Halterungen des vollen Behälters müssen den in Teil 1 Absatz 2.3 genannten Beschleunigungen ohne Bruch standhalten können; dabei darf die zulässige Belastung der Halterungsteile den folgenden, gemäß dem Modell der linearen Belastung ermittelten, Wert nicht überschreiten:

$$\sigma \leq 0,5 \text{ Rm}$$

2.2.4. *Innere Halterungen*

Die inneren Halterungen des vollen Behälters müssen den in Teil 1 Absatz 2.3 genannten Beschleunigungen ohne Bruch standhalten können; dabei darf die zulässige Belastung der Halterungsteile den folgenden, gemäß dem Modell der linearen Belastung ermittelten, Wert nicht überschreiten:

$$\sigma \leq 0,5 \text{ Rm}$$

2.2.5. Die Anforderungen der Abschnitte 2.2.3 und 2.2.4 brauchen nicht erfüllt zu werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass der Behälter den in Teil 1 Abschnitt 2.3 genannten Beschleunigungen standhalten kann, ohne dass es zu Undichtigkeiten am Innenbehälter und den verschiedenen Rohren kommt, die sich vor den automatischen Sicherheitseinrichtungen, Absperrventilen und/oder Rückschlagventilen befinden.

2.2.6. Der Nachweis der Dimensionierung der Halterungen des Behälters kann entweder rechnerisch oder experimentell erbracht werden.

2.3. **Auslegungstemperatur**

2.3.1. *Innenbehälter und äußere Umhüllung*

Die Auslegungstemperatur des Innenbehälters und der äußeren Umhüllung ist 20° C.

2.3.2. *Sonstige Ausrüstung*

Für alle sonstigen, nicht in Abschnitt 2.3.1 genannten Ausrüstungsteile gilt als Auslegungstemperatur die niedrigste bzw. die höchste mögliche Betriebstemperatur gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3.

2.3.3. Die thermische Beanspruchung, die durch Betriebsbedingungen wie das Füllen oder die Entnahme oder während des Abkühlvorgangs entsteht, ist zu berücksichtigen.

2.4. **Chemische Verträglichkeit**

2.4.1. Die Werkstoffe des Behälters und seiner Ausrüstungsteile müssen mit Folgendem verträglich sein:

a) Wasserstoff, sofern die Teile damit in Berührung kommen;

b) der Umgebungsluft, sofern die Teile damit in Berührung kommen;

c) sämtlichen anderen Medien, mit denen sie in Berührung kommen (Kühlflüssigkeit usw.).

3. WERKSTOFFE

3.1. Die Werkstoffe müssen so zusammengesetzt, hergestellt und weiterbehandelt sein, dass:

a) die Fertigerzeugnisse die erforderlichen mechanischen Eigenschaften aufweisen;

b) die Fertigerzeugnisse, die für unter Druck stehende Bauteile verwendet werden und mit Wasserstoff in Berührung kommen, die gegebenenfalls auf sie einwirkenden thermischen, chemischen und mechanischen Belastungen aushalten. Insbesondere muss bei Werkstoffen von Bauteilen, die kryogenen Temperaturen ausgesetzt sind, die Verträglichkeit mit kryogenen Temperaturen gemäß der Norm EN 1252-1 gewährleistet sein.

3.2. **Eigenschaften**

3.2.1. Bei niedrigen Temperaturen verwendete Werkstoffe müssen den Anforderungen von EN 1252-1 an die Zähigkeit genügen. Bei nichtmetallischen Werkstoffen ist die Tieftemperaturtauglichkeit anhand eines experimentellen Verfahrens nachzuweisen, wobei die Betriebsbedingungen zu berücksichtigen sind.

3.2.2. Die für die äußere Umhüllung verwendeten Werkstoffe müssen gewährleisten, dass das Isoliersystem intakt bleibt; in der Zugprüfung müssen sie sich bei der Temperatur von Flüssigstickstoff um mindestens 12 % dehnen, bevor sie brechen.

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

3.3. **Bescheinigungen und Nachweise der Werkstoffeigenschaften**

3.3.1. Die Schweißzusatzwerkstoffe müssen mit dem Grundwerkstoff verträglich sein, damit die Schweißnähte bei allen Temperaturen, denen der Werkstoff ausgesetzt sein kann, die für den Grundwerkstoff angegebenen Eigenschaften aufweisen.

3.3.2. Der Hersteller muss für die Stähle oder andere Werkstoffe, die bei der Herstellung der dem Druck ausgesetzten Teile verwendet wurden, Bescheinigungen über eine chemische Gussanalyse und die mechanischen Eigenschaften einholen und vorlegen. Bei metallischen Werkstoffen muss es sich mindestens um ein Zeugnis von Typ 3.1 gemäß EN 10204 oder eine gleichwertige Bescheinigung handeln. Bei nichtmetallischen Werkstoffen ist eine gleichwertige Bescheinigung erforderlich.

3.3.3. Der Technische Dienst kann Analysen und Prüfungen vornehmen. Diese Prüfungen müssen entweder an Proben der an den Behälterhersteller gelieferten Werkstoffe oder an fertigen Behältern vorgenommen werden.

3.3.4. Der Hersteller muss dem Technischen Dienst die Ergebnisse metallurgischer und mechanischer Prüfungen und Analysen des Grund- und Füllmaterials von Schweißnähten zugänglich machen.

3.3.5. Auf Werkstoffdatenblättern muss wenigstens Folgendes vermerkt sein:

— Zeichen des Herstellers,

— Werkstoff-Identifizierungsnummer,

— Nummer der Charge,

— Zeichen des Prüfpersonals.

3.4. **Konstruktionsberechnung**

3.4.1. Bestimmungen hinsichtlich des Innenbehälters:

Für die Konstruktion des Innenbehälters sind die Konstruktionsvorschriften von EN 1251-2 maßgeblich.

3.4.2. Bestimmungen hinsichtlich der äußeren Umhüllung:

Für die Konstruktion der äußeren Umhüllung sind die Konstruktionsvorschriften von EN 1251-2 maßgeblich.

3.4.3. Es gelten die allgemeinen Toleranzen gemäß ISO 2768-1.

4. HERSTELLUNG UND MONTAGE DES BEHÄLTERS

4.1. Hersteller von geschweißten Behältern müssen ein Qualitätsmanagementsystem betreiben, das sich auf die Qualitätsanforderungen der Normen EN 729-2:1994 oder EN 729-3:1994 an das Schweißen bezieht.

4.2. Das Schweißverfahren ist vom Technischen Dienst gemäß den Normen EN 288-3:1992/A1:1997, EN 288-4:1992/A1:1997 und EN 288-8:1995 zu genehmigen.

4.3. Schweißer sind vom Technischen Dienst gemäß den Normen EN 287 1:1992/A1:1997 und EN 287-2:1992/A1:1997 und Maschinenschweißer gemäß EN 1418:1997 zuzulassen.

4.4. Für Herstellungsprozesse (z. B. Formgebung und Wärmebehandlung, Schweißen) ist EN 1251-2 maßgebend.

4.5. Inspektionen und Prüfungen der Rohrleitungen zwischen dem Innenbehälter und der äußeren Umhüllung: Alle Schweißverbindungen der Rohrleitungen müssen einer zerstörungsfreien Hundertprozentprüfung unterzogen werden, und zwar wann immer möglich durch Durchstrahlungsprüfung, oder alternativ durch Ultraschallprüfung, Rissprüfung nach dem Eindringverfahren, Helium-Dichtheitsprüfung usw.

4.6. Die Zahl der Verbindungen sollte möglichst gering gehalten werden. Verbindungen im Hohlraum zwischen dem Innenbehälter und der äußeren Umhüllung sind nicht zulässig, es sei denn sie sind geschweißt oder geklebt.

4.7. Die Ausrüstungsteile des Behälters müssen so montiert sein, dass das System und seine Bauteile ordnungsgemäß und sicher funktionieren und gasdicht sind.

4.8. Der Behälter ist vor dem Betrieb gemäß EN 12300 zu reinigen und zu trocknen.

5. SONSTIGE VORSCHRIFTEN

5.1. **Schutz der äußeren Umhüllung**

Die äußere Umhüllung muss durch eine Einrichtung geschützt werden, die ein Bersten der äußeren Umhüllung oder ein Kollabieren des Innenbehälters verhindert.

5.2. **Bestimmungen hinsichtlich der Isolierung**

5.2.1. An der Außenwand des Behälters darf sich bei normalen Betriebsbedingungen unter keinen Umständen Eis bilden. Im Bereich des Überdruckrohrs darf es zu einer begrenzten Eisbildung außen am Rohr kommen.

5.3. **Füllmengenanzeiger**

5.3.1. Der Flüssigkeitsstand im Behälter muss von einem Anzeigeinstrument im Führerhaus mit einer Genauigkeit von +/-10 % angezeigt werden.

5.3.2. Umfasst das System einen Schwimmer, so muss dieser einem Außendruck standhalten, der größer als der höchstzulässige Betriebsdruck des Innenbehälters ist, und dabei einen Sicherheitskoeffizienten von 2 hinsichtlich der Kriterien für das Versagen durch Verbeulen aufweisen.

5.4. **Höchster Füllstand**

5.4.1. Ein System ist vorzusehen, das dafür sorgt, dass der Behälter nicht überfüllt wird. Dieses System kann mit der Tankstelle abgestimmt werden. Das System muss eine dauerhafte Kennzeichnung tragen, auf der der Behältertyp, für den es ausgelegt ist und gegebenenfalls die Einbaustellung und -richtung angegeben sind.

5.4.2. Der Füllvorgang darf nicht dazu führen, dass irgendeine Druckentlastungsvorrichtung aktiviert wird, unabhängig von der Dauer des Füllvorgangs oder der danach verstrichenen Zeit. Der Füllvorgang darf nicht zu Betriebsbedingungen führen, für die das Boil-Off-Managementsystem nicht ausgelegt ist und mit denen es folglich nicht zurechtkommt.

5.5. **Kennzeichnung**

5.5.1. Zusätzlich zu dem in Anhang II Teil 3 beschriebenen EG-Bauteil-Typgenehmigungszeichen muss jeder Behälter eine Kennzeichnung tragen, auf der die folgenden Angaben deutlich lesbar sind:

5.5.1.1. Innenbehälter:

a) Name und Anschrift des Herstellers des Innenbehälters;

b) Seriennummer.

5.5.1.2. Äußere Umhüllung:

a) ein Kennzeichen gemäß Anhang V Abschnitt 3.1;

b) Verbot zusätzlichen Schweißens, Fräsens und Stanzens,

c) zulässige Ausrichtung des Behälters im Fahrzeug;

d) Bezeichnungsschild mit folgenden Angaben:

i) Name des Herstellers

ii) Seriennummer

iii) Wasservolumen in Litern

iv) höchstzulässiger Betriebsdruck [in MPa]

v) Jahr und Monat der Herstellung (z. B. 2009/01)

vi) Betriebstemperaturbereich

Das Bezeichnungsschild muss, solange es angebracht ist, lesbar sein.

5.5.2. Das Kennzeichnungsverfahren darf nicht zu lokal begrenzten Belastungsspitzen an der Struktur des Innenbehälters oder der äußeren Umhüllung führen.

5.6. **Prüföffnungen**

Prüföffnungen sind weder am Behälter noch an der äußeren Umhüllung erforderlich.

6. PRÜFUNGEN UND INSPEKTION

6.1. **Prüfungen und Inspektion zur Genehmigung**

Für die Genehmigung führt der Technische Dienst die Prüfungen und Inspektionen gemäß den Abschnitten 6.3.1 bis 6.3.6 an zwei Behälterstichproben durch. Die Stichproben müssen in dem jeweils für die Inspektionen geeigneten Zustand zur Verfügung gestellt werden. Für die Genehmigung sind Stichproben des Behälters unter Aufsicht des Technischen Dienstes den Prüfungen gemäß der Abschnitte 6.3.7 bis 6.3.9 zu unterziehen.

6.2. **Prüfungen und Inspektion während der Herstellung**

An jedem Behälter sind Prüfungen und Inspektionen gemäß der Abschnitte 6.3.1 bis 6.3.6 durchzuführen.

6.3. **Prüfverfahren**

6.3.1. *Druckprüfung*

6.3.1.1. Der Innenbehälter und die Rohrleitungen zwischen dem Innenbehälter und der äußeren Umhüllung müssen eine Innendruckprüfung bei Raumtemperatur mit sämtlichen geeigneten Medien bestehen, wobei folgende Anforderungen gelten:

Der Prüfdruck p_{test} ist:

$$p_{test} = 1,3 \text{ (MAWP + 0,1 MPa)}.$$

Hierbei steht MAWP für den höchstzulässigen Betriebsdruck des Innenbehälters in MPa.

6.3.1.2. Die Druckprüfung muss durchgeführt werden, bevor die äußere Umhüllung montiert wird.

6.3.1.3. Der Druck im Innenbehälter ist gleichmäßig zu erhöhen, bis der Prüfdruck erreicht ist.

6.3.1.4. Der Prüfdruck im Innenbehälter muss mindestens 10 Minuten lang aufrechterhalten werden, um eindeutig feststellen zu können, dass sich der Druck nicht verringert.

6.3.1.5. Nach der Prüfung darf der Innenbehälter keine erkennbaren bleibenden Verformungen oder Undichtheiten aufweisen.

6.3.1.6. Jeder Innenbehälter, der die Prüfung nicht besteht, weil er sich dauerhaft verformt, wird aussortiert und nicht repariert.

6.3.1.7. Innenbehälter, die die Prüfung wegen Undichtigkeit nicht bestanden haben, können nach Reparatur und Widerholung der Prüfung genehmigt werden.

6.3.1.8. Nach einer hydraulischen Prüfung muss der Behälter entleert und getrocknet werden, bis der Taupunkt im Behälter bei – 40 °C gemäß EN 12300 liegt.

6.3.1.9. Ein Prüfbericht ist zu erstellen, und der Innenbehälter muss, sofern er genehmigt wird, von den inspizierenden Stellen gekennzeichnet werden.

6.3.2. *Dichtheitsprüfung*

Nach der Endmontage muss der Wasserstoffbehälter mit einem Gasgemisch, das mindestens 10 % Helium enthält, auf Dichtheit geprüft werden.

6.3.3. *Überprüfung der Abmessungen*

Folgende Abmessungen sind zu überprüfen:

— bei zylindrischen Behältern: Rundheit des Innenbehälters gemäß EN 1251-2:2000, 5.4;

— Abweichung des Innenbehälters und der äußeren Umhüllung von der Geraden gemäß EN 1251-2, 5.4.

6.3.4. *Zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen von Schweißnähten*

Die Prüfungen sind gemäß EN 1251-2 durchzuführen.

6.3.5. *Sichtinspektion*

Die Schweißnähte sowie die Innen- und Außenflächen des Innenbehälters und der äußeren Umhüllung des Behälters müssen einer Sichtinspektion unterzogen werden. Diese Oberflächen dürfen keine kritischen Beschädigungen oder Mängel aufweisen.

6.3.6. *Kennzeichnung*

Die Kennzeichnung ist gemäß Abschnitt 5.5 zu überprüfen.

6.3.7. *Berstprüfung*

Die Berstprüfung ist an einer Stichprobe von Innenbehältern durchzuführen, die nicht in die äußere Umhüllung eingebaut und nicht isoliert sind.

6.3.7.1. Kriterien

6.3.7.1.1. Der Prüfdruck muss mindestens so hoch sein wie der Prüfdruck, der den mechanischen Berechnungen zugrunde gelegt wird: Bei Stahlbehältern handelt es sich um

a) entweder den höchstzulässigen Betriebsdruck (in MPa), plus 0,1 MPa multipliziert mit 3,25;

b) oder den höchstzulässigen Betriebsdruck (in MPa), plus 0,1 MPa multipliziert mit 1,5 und multipliziert mit Rm/Rp (Rm bedeutet Mindestzugfestigkeit, und Rp Mindeststreckgrenze).

6.3.7.1.2. Bei Wasserstoffbehältern aus anderen Werkstoffen als Stahl muss nachgewiesen werden, dass sie ebenso sicher funktionieren wie Behälter, die den Anforderungen der Abschnitte 6.3.7.1.1 und 6.3.7.1.2 entsprechen.

6.3.7.2. Verfahren

6.3.7.2.1. Der geprüfte Behälter muss repräsentativ für die Konstruktion und Herstellung des zu genehmigenden Typs sein.

6.3.7.2.2. Bei der Prüfung muss es sich um eine Wasserdruckprüfung handeln.

6.3.7.2.3. Die Röhre und die Rohrleitungen können so geändert werden, dass die Prüfung durchgeführt werden kann (Spülung des Totvolumens, Einfüllen der Flüssigkeit, Schließen von nicht verwendeten Rohrleitungen usw.).

6.3.7.2.4. Der Behälter wird mit Wasser gefüllt. Der Druck wird gleichmäßig um nicht mehr als 0,5 MPa/min erhöht, bis es zum Bersten kommt. Ist der höchstzulässige Arbeitsdruck erreicht, folgt eine mindestens 10 Minuten lange Wartezeit bei konstantem Druck, so dass geprüft werden kann, ob sich der Behälter verformt hat.

6.3.7.2.5. Es muss ein System zur Untersuchung möglicher Verformungen vorhanden sein.

6.3.7.2.6. Der Druck muss während der gesamten Prüfung aufgezeichnet oder notiert werden.

6.3.7.3. Ergebnisse

Die Prüfbedingungen und der Berstdruck müssen in einer Prüfbescheinigung niedergeschrieben werden, und diese muss vom Hersteller und vom Technischen Dienst unterschrieben werden.

6.3.8. *Feuersicherheitsprüfung*

6.3.8.1. Kriterien

6.3.8.1.1. Der Behälter darf nicht bersten und der Druck im Innenbehälter darf den zulässigen Fehlerbereich des Innenbehälters nicht überschreiten. Bei Innenbehältern aus Stahl muss die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung den Behälter-Innendruck auf 136 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters begrenzen, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung ein Sicherheitsventil verwendet wird.

Bei Innenbehältern aus Stahl muss die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung den Behälter-Innendruck auf 150 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters begrenzen, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung eine Berstscheibe außerhalb des Vakuums verwendet wird.

Bei Innenbehältern aus Stahl muss die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung den Behälter-Innendruck auf 150 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks plus 0,1 MPa (MAWP + 0,1 MPa) des Innenbehälters begrenzen, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung eine Berstscheibe innerhalb des Vakuums verwendet wird.

Für andere Werkstoffe muss ein gleichwertiges Sicherheitsniveau nachgewiesen werden.

Die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung darf nicht bei einem Druck von weniger als 110 % des Einstelldrucks der primären Druckentlastungsvorrichtung ausgelöst werden.

6.3.8.2. Verfahren

6.3.8.2.1. Der geprüfte Behälter muss repräsentativ für die Konstruktion und Herstellung des zu genehmigenden Typs sein.

6.3.8.2.2. Seine Herstellung muss vollständig abgeschlossen sein, und er muss mit all seinen Bauteilen ausgestattet sein.

6.3.8.2.3. Der Behälter muss bereits abgekühlt sein, und der Innenbehälter muss die gleiche Temperatur aufweisen wie der flüssige Wasserstoff. In den 24 vorangegangenen Stunden muss der Behälter mit einem Volumen Flüssigwasserstoff gefüllt sein, das mindestens der Hälfte des Wasservolumens des Innenbehälters entspricht.

6.3.8.2.3.1. Der Behälter muss mit flüssigem Wasserstoff so gefüllt sein, dass die Menge des flüssigen Wasserstoffs, die das System zur Massenmessung ermittelt hat, der Hälfte der höchstzulässigen Menge entspricht, die der Innenbehälter enthalten darf.

6.3.8.2.3.2. 0,1 m unter dem Behälter muss ein Feuer brennen. Das Feuer muss in seiner Länge und Breite die planmäßigen Abmessungen des Behälters um 0,1 m überschreiten. Seine Temperatur muss mindestens 590 °C betragen. Das Feuer muss während der gesamten Dauer der Prüfung weiter brennen.

6.3.8.2.3.3. Der Druck im Behälter muss zu Beginn der Prüfung zwischen 0 MPa und 0,01 MPa beim Siedepunkt des Wasserstoffs im Innenbehälter betragen.

6.3.8.2.3.4. Wenn sich die Sicherheitseinrichtung öffnet, muss die Prüfung fortgesetzt werden, bis das Abblasen aus der Sicherheitseinrichtung aufgehört hat. Während der Prüfung darf der Behälter nicht bersten, und der Druck im Innenbehälter darf den zulässigen Fehlerbereich des Innenbehälters nicht überschreiten. Bei Innenbehältern aus Stahl darf der Behälterdruck 136 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters nicht überschreiten. Für andere Werkstoffe muss ein gleichwertiges Sicherheitsniveau gelten.

6.3.8.3. Ergebnisse

Die Prüfbedingungen und der höchste während der Prüfung im Behälter erreichte Druck müssen in einer Prüfbescheinigung aufgezeichnet werden, und diese muss vom Hersteller und vom Technischen Dienst unterschrieben werden.

6.3.9. *Prüfung des höchsten Füllstands*

6.3.9.1. Kriterien

Während aller für die Genehmigung erforderlichen Prüfungen darf der Füllvorgang nicht dazu führen, dass irgendeine Druckentlastungsvorrichtung aktiviert wird, unabhängig von der Dauer des Füllvorgangs oder der danach verstrichenen Zeit. Der Füllvorgang darf nicht zu Betriebsbedingungen führen, für die das Boil-Off-Managementsystem nicht ausgelegt ist und mit denen es folglich nicht zurechtkommt.

6.3.9.2. Verfahren

6.3.9.2.1. Der geprüfte Behälter muss repräsentativ für die Konstruktion und Herstellung des zu genehmigenden Typs sein.

6.3.9.2.2. Seine Herstellung muss vollständig abgeschlossen sein, und er muss mit all seinen Bauteilen, insbesondere dem Füllmengenanzeiger, ausgestattet sein.

6.3.9.2.3. Der Behälter muss bereits abgekühlt sein, und der Innenbehälter muss die gleiche Temperatur aufweisen wie der flüssige Wasserstoff. In den 24 vorangegangenen Stunden muss der Behälter mit einem Volumen Flüssigwasserstoff gefüllt sein, das mindestens der Hälfte des Wasservolumens des Innenbehälters entspricht.

6.3.9.2.4. Die Masse des Wasserstoffs oder der Massendurchsatz an der Einlass- und der Austrittsöffnung des Behälters müssen mit einer Genauigkeit von besser als 1 % der Höchstfüllmasse des geprüften Behälters gemessen werden.

6.3.9.2.5. Der Behälter wird 10-mal mit flüssigem Wasserstoff im Gleichgewicht mit seinem Dampf gefüllt. Zwischen jedem Befüllen muss mindestens ein Viertel des Flüssigwasserstoffs im Behälter erneuert werden.

6.3.9.3. Ergebnisse

Die Prüfbedingungen und die zehn von dem zusätzlichen System gemessenen Höchststände müssen in einer Prüfbescheinigung niedergeschrieben werden, und diese muss vom Hersteller und vom Technischen Dienst unterschrieben werden.

TEIL 3

Vorschriften für flüssigen Wasserstoff führende Bauteile mit Ausnahme von Behältern

1. EINLEITUNG

Dieser Teil enthält die Anforderungen und Prüfverfahren für sonstige Bauteile zur Verwendung mit flüssigem Wasserstoff.

2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

2.1. Werkstoffe, die in Wasserstoff führenden Bauteilen verwendet werden, müssen gemäß Abschnitt 4.1.1 wasserstoffverträglich sein.

2.2. In dem Wasserstoffsystem vor dem ersten Druckregler (außer dem Wasserstoffbehälter) muss der höchstzulässige Betriebsdruck gleich hoch sein wie der höchste Druck, dem das Bauteil ausgesetzt ist, jedoch mindestens 1,5 mal so hoch wie der Einstelldruck der primären Druckentlastungsvorrichtung des Innenbehälters; der Sicherheitskoeffizient darf nicht unter dem des Innenbehälters liegen.

2.3. Bauteile, die dem (den) Druckregler(n) nachgelagert sind, müssen gegen Überdruck gesichert sein und konstruktionsgemäß mindestens den 1,5-fachen Austrittsdruck (höchstzulässiger Betriebsdruck) des erstgelegenen Druckreglers aushalten.

2.4. Die Isolierung der Bauteile muss verhindern, dass die Luft, die mit den Außenflächen in Berührung kommt, sich verflüssigt, es sei denn, ein System zur Sammlung und Verdampfung der verflüssigten Luft ist vorhanden. Ist dies der Fall, so müssen die Werkstoffe, aus denen die in der Nähe gelegenen Bauteile bestehen, gemäß EN 1797 mit einer mit Sauerstoff angereicherten Atmosphäre verträglich sein.

3. TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

3.1. **Druckentlastungsvorrichtungen**

3.1.1. *Druckentlastungsvorrichtungen für den Innenbehälter*

3.1.1.1. Die primäre Druckentlastungsvorrichtung des Innenbehälters muss — selbst im Falle eines plötzlichen Vakuumverlusts — den Druck im Behälter auf maximal 110 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks begrenzen. Bei dieser Vorrichtung muss es sich um ein Sicherheitsventil oder etwas Gleichwertiges handeln, und sie muss unter normalen Betriebsbedingungen direkt mit dem Gas enthaltenden Teil verbunden sein.

3.1.1.2. Die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung für den Innenbehälter muss eingebaut sein, um zu gewährleisten, dass der Druck im Behälter unter keinen Umständen den zulässigen Fehlerbereich des Innenbehälters überschreiten kann. Bei Innenbehältern aus Stahl muss die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung den Behälter-Innendruck auf 136 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters begrenzen, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung ein Sicherheitsventil verwendet wird. Bei Innenbehältern aus Stahl muss die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung den Behälter-Innendruck auf 150 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters begrenzen, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung eine Berstscheibe außerhalb des Vakuums verwendet wird. Bei Innenbehältern aus Stahl muss die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung den Behälter-Innendruck auf 150 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks plus 0,1 MPa (MAWP + 0,1 MPa) des Innenbehälters begrenzen, wenn als sekundäre Druckentlastungsvorrichtung eine Berstscheibe innerhalb des Vakuums verwendet wird. Für andere Werkstoffe muss ein gleichwertiges Sicherheitsniveau nachgewiesen werden. Die sekundäre Druckentlastungsvorrichtung darf nicht bei einem Druck von weniger als 110 % des Einstelldrucks der primären Druckentlastungsvorrichtung ausgelöst werden.

3.1.1.3. Die Größenbemessung der Sicherheitseinrichtung muss gemäß der Norm EN 13648-3 erfolgen.

3.1.1.4. Die zwei in den Abschnitten 3.1.1.1 und 3.1.1.2. genannten Einrichtungen können durch dieselbe Kraftstoffleitung mit dem Innenbehälter verbunden sein.

3.1.1.5. Der Einstellwert der Druckentlastungsvorrichtungen muss deutlich gekennzeichnet sein. Sie sind durch eine Bleiplombe oder auf eine gleichwertige Weise vor unsachgemäßem Gebrauch zu schützen.

3.1.1.6. Überdruckventile müssen nach dem Abblasen bei einem Druck von über 90 % ihres Einstelldrucks schließen. Sie müssen bei allen niedrigeren Drücken geschlossen bleiben.

3.1.1.7. Überdruckventile müssen in dem Bereich des Wasserstoffbehälters installiert werden, in dem sich die gasförmige Fraktion befindet.

3.1.2. *Druckentlastungsvorrichtungen für andere Bauteile*

3.1.2.1. An allen Stellen, an denen die Gefahr besteht, dass kryogene Flüssigkeit oder Dampf zwischen zwei Ausrüstungsteilen an einer Leitung eingeschlossen werden kann, muss eine Druckentlastungsvorrichtung oder eine andere Maßnahme, die einen gleichwertigen Schutz bietet, vorhanden sein.

3.1.2.2. Vor dem ersten Druckregler darf der Einstelldruck der Sicherheitseinrichtung zur Vermeidung von Überdruck den höchstzulässigen Betriebsdruck der Leitungen nicht überschreiten. Dabei muss er mindestens 120 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Behälters betragen, damit vermieden wird, dass sich solche Ventile anstelle der Druckentlastungsvorrichtungen für den Innenbehälter öffnen.

3.1.2.3. Der Einstellwert der Druckentlastungsvorrichtungen nach dem Druckregler (den Druckreglern) darf den höchstzulässigen Betriebsdruck der Bauteile nach dem Druckregler nicht überschreiten.

3.1.2.4. Überdruckventile müssen nach dem Abblasen bei einem Druck von über 90 % ihres Einstelldrucks schließen. Sie müssen bei allen niedrigeren Drücken geschlossen bleiben.

3.1.3. *Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigung von Druckentlastungsvorrichtungen*

3.1.3.1. Die Konstruktion, Herstellung und Prüfung von Druckentlastungsvorrichtungen müssen gemäß den Normen EN 13648-1 und EN 13648-2 erfolgen.

3.1.3.2. Ist parallel zur primären Sicherheitseinrichtung ein Boil-off-System vorhanden, so muss es sich bei dem Sicherheitsventil um eine Sicherheitseinrichtung der Kategorie B gemäß EN 13648, ansonsten um eine Sicherheitseinrichtung der Kategorie A gemäß EN 13648 handeln.

3.1.3.3. Höchstzulässiger Betriebsdruck: das 1,5-fache des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters oder der Höchstdruck, dem das Bauteil ausgesetzt wird.

3.1.3.4. Einstelldruck

3.1.3.4.1. Primäre Einrichtungen des Innenbehälters: gemäß Abschnitt 3.1.1.1.

3.1.3.4.2. Sekundäre Einrichtung des Innenbehälters: gemäß Abschnitt 3.1.1.2.

3.1.3.4.3. Druckentlastungsvorrichtungen für andere Bauteile als den Behälter: gemäß Abschnitt 3.1.2

3.1.3.5. Auslegungstemperaturen

3.1.3.5.1. Außentemperatur: gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3

3.1.3.5.2. Innentemperatur: – 253 °C bis + 85 °C.

3.1.3.6. Anzuwendende Prüfverfahren:

Druckprüfung	Abschnitt 4.2
Prüfung auf äußere Dichtheit	Abschnitt 4.3
Funktionsprüfung	Abschnitt 4.5
Korrosionsbeständigkeit	Abschnitt 4.6, nur für metallische Teile, nur für Ausrüstung außerhalb des gasdichten Gehäuses
Temperaturzyklusprüfung	Abschnitt 4.9, nur für nichtmetallische Teile

3.1.4. *Leitungen mit Druckentlastungsvorrichtungen*

3.1.4.1. Zwischen dem geschützten Bauteil und der Druckentlastungsvorrichtung darf keine Absperreinrichtung installiert werden.

3.1.4.2. Die vor und nach den Druckentlastungsvorrichtungen gelegenen Leitungen dürfen deren Arbeitsweise nicht beeinträchtigen und müssen den in den Abschnitten 3.1.1 bis 3.1.3 genannten Kriterien entsprechen.

3.2. **Ventile**

3.2.1. *Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigung von Wasserstoffventilen*

3.2.1.1. Die Konstruktion, Herstellung und Prüfung von Ventilen für kryogenen Wasserstoff müssen gemäß den Normen EN 13648-1 und EN 13648-2 erfolgen.

3.2.1.2. Höchstzulässiger Betriebsdruck: das 1,5-fache des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters oder der Höchstdruck, dem das Ventil ausgesetzt wird.

3.2.1.3. Auslegungstemperaturen

3.2.1.3.1. Außentemperatur: gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3

3.2.1.3.2. Innentemperatur:

– 253 °C bis + 85 °C für Ventile vor dem Wärmetauscher

– 40 °C bis + 85 °C für Ventile nach dem Wärmetauscher

3.2.1.4. Anzuwendende Prüfverfahren:

Druckprüfung	Abschnitt 4.2
Prüfung auf äußere Dichtheit	Abschnitt 4.3
Dauerprüfung	Abschnitt 4.4 (mit 6 000 Arbeitszyklen bei handbetätigten Ventilen und mit 20 000 Arbeitszyklen bei automatischen Ventilen)
Korrosionsbeständigkeit	Abschnitt 4.6, nur für metallische Teile, nur für Ausrüstung außerhalb des gasdichten Gehäuses
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Abschnitt 4.7, nur für nichtmetallische Teile
Alterung durch Ozoneinwirkung	Abschnitt 4.8, nur für nichtmetallische Teile
Temperaturzyklusprüfung	Abschnitt 4.9, nur für nichtmetallische Teile
Prüfung auf Dichtheit des Sitzes	Abschnitt 4.12

3.3. **Wärmetauscher**

3.3.1. Ungeachtet der Bestimmung von Abschnitt 2.1 muss der höchstzulässige Betriebsdruck des Wärmetauschers dem höchstzulässigen Betriebsdruck der verschiedenen Kreisläufe entsprechen.

3.3.2. Die Abgase aus dem Antriebssystem dürfen unter keinen Umständen direkt dem Wärmetauscher zugeführt werden.

3.3.3. Es ist ein Sicherheitssystem vorzusehen, das dafür sorgt, dass der Wärmetauscher nicht versagen kann; ferner muss es dafür sorgen, dass keine kryogene Flüssigkeit oder kryogenes Gas in den anderen Kreislauf und das dahinter gelegene System gelangt, falls dies nicht dafür ausgelegt worden ist.

3.3.4. *Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigung von Wasserstoffventilen*

3.3.4.1. Höchstzulässiger Betriebsdruck: das 1,5-fache des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters oder der Höchstdruck, dem das Bauteil ausgesetzt wird.

3.3.4.2. Auslegungstemperaturen

3.3.4.2.1. Außentemperatur: gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3

3.3.4.2.2. Innentemperatur: – 253 °C bis + 85 °C.

3.3.4.3. Anzuwendende Prüfverfahren

Druckprüfung	Abschnitt 4.2
Prüfung auf äußere Dichtheit	Abschnitt 4.3
Korrosionsbeständigkeit	Abschnitt 4.6, nur für metallische Teile
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Abschnitt 4.7, nur für nichtmetallische Teile
Alterung durch Ozoneinwirkung	Abschnitt 4.8, nur für nichtmetallische Teile
Temperaturzyklusprüfung	Abschnitt 4.9, nur für nichtmetallische Teile

3.3.4.4. Herstellung und Montage des Wärmetauschers sind gemäß Teil 2 Abschnitte 4.3 bis 4.5 zu zertifizieren.

3.4. **Einfülleinrichtungen**

3.4.1. Die Einfülleinrichtungen sind vor Verschmutzung zu schützen.

3.4.2. *Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigung von Einfülleinrichtungen*

3.4.2.1. Höchstzulässiger Betriebsdruck: das 1,5-fache des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters oder der Höchstdruck, dem das Bauteil ausgesetzt wird.

3.4.2.2. Auslegungstemperaturen

3.4.2.2.1. Außentemperatur: gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3

3.4.2.2.2. Innentemperatur: – 253 °C bis 85 °C

3.4.2.3. Anzuwendende Prüfverfahren

Druckprüfung	Abschnitt 4.2
Prüfung auf äußere Dichtheit	Abschnitt 4.3
Dauerprüfung	Abschnitt 4.4 (mit 3 000 Arbeitszyklen)
Korrosionsbeständigkeit	Abschnitt 4.6, nur für metallische Teile
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Abschnitt 4.7, nur für nichtmetallische Teile
Alterung durch Ozoneinwirkung	Abschnitt 4.8, nur für nichtmetallische Teile
Temperaturzyklusprüfung	Abschnitt 4.9, nur für nichtmetallische Teile
Prüfung auf Dichtheit des Sitzes	Abschnitt 4.12

3.5. **Druckregler**

3.5.1. *Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigung von Druckreglern*

3.5.1.1. Höchstzulässiger Betriebsdruck: das 1,5-fache des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters oder der Höchstdruck, dem das Bauteil ausgesetzt wird.

3.5.1.2. Auslegungstemperaturen

3.5.1.2.1. Außentemperatur: gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3

3.5.1.2.2. Innentemperatur: mindestens wie in Teil 1 Abschnitt 1.3 angegeben

3.5.1.3. Anzuwendende Prüfverfahren

Druckprüfung	Abschnitt 4.2
Prüfung auf äußere Dichtheit	Abschnitt 4.3
Dauerprüfung	Abschnitt 4.4
	(mit 20 000 Arbeitszyklen)
Korrosionsbeständigkeit	Abschnitt 4.6, nur für metallische Teile, nur für Ausrüstung außerhalb des gasdichten Gehäuses
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Abschnitt 4.7, nur für nichtmetallische Teile
Alterung durch Ozoneinwirkung	Abschnitt 4.8, nur für nichtmetallische Teile
Temperaturzyklusprüfung	Abschnitt 4.9, nur für nichtmetallische Teile
Prüfung auf Dichtheit des Sitzes	Abschnitt 4.12

3.6. **Sensoren**

3.6.1. *Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigung von Sensoren*

3.6.1.1. Höchstzulässiger Betriebsdruck: das 1,5-fache des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters oder der Höchstdruck, dem das Bauteil ausgesetzt wird.

3.6.1.2. Auslegungstemperaturen

3.6.1.2.1. Bei Betrieb bei Umgebungstemperatur: gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3

3.6.1.2.2. Bei Betrieb bei kryogener Temperatur: niedrigste Betriebstemperatur: – 253 °C, Höchsttemperatur: + 85 °C oder + 120 °C, wie in Teil 1 Abschnitt 1.3 angegeben

3.6.1.3. Anzuwendende Prüfverfahren

Druckprüfung	Abschnitt 4.2, nur für Ausrüstung in direktem Kontakt mit Wasserstoff
Prüfung auf äußere Dichtheit	Abschnitt 4.3, nur für Ausrüstung in direktem Kontakt mit Wasserstoff
Korrosionsbeständigkeit	Abschnitt 4.6, nur für metallische Teile, nur für Ausrüstung außerhalb des gasdichten Gehäuses
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Abschnitt 4.7
Alterung durch Ozoneinwirkung	Abschnitt 4.8, nur für nichtmetallische Teile
Temperaturzyklusprüfung	Abschnitt 4.9, nur für nichtmetallische Teile

3.7. **Biegsame Kraftstoffleitungen**

3.7.1. *Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigung von biegsamen Kraftstoffleitungen*

3.7.1.1. Die Konstruktion, Herstellung und Prüfung von biegsamen Leitungen für kryogenen Kraftstoff müssen gemäß der Norm EN 12434 erfolgen.

3.7.1.2. Höchstzulässiger Betriebsdruck: das 1,5-fache des höchstzulässigen Betriebsdrucks des Innenbehälters oder der Höchstdruck, dem das Bauteil ausgesetzt wird.

3.7.1.3. Auslegungstemperaturen

3.7.1.3.1. Bei Betrieb bei Umgebungstemperatur: gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3

3.7.1.3.2. Bei Betrieb bei kryogener Temperatur: niedrigste Betriebstemperatur: – 253 °C, Höchsttemperatur: + 85 °C oder + 120 °C, wie in Teil 1 Abschnitt 1.3 angegeben

3.7.1.4. Anzuwendende Prüfverfahren

Druckprüfung	Abschnitt 4.2
Prüfung auf äußere Dichtheit	Abschnitt 4.3
Korrosionsbeständigkeit	Abschnitt 4.6, nur für metallische Teile, nur für Ausrüstung außerhalb des gasdichten Gehäuses
Beständigkeit gegen trockene Hitze	Abschnitt 4.7, nur für nichtmetallische Teile
Alterung durch Ozoneinwirkung	Abschnitt 4.8, nur für nichtmetallische Teile
Temperaturzyklusprüfung	Abschnitt 4.9, nur für nichtmetallische Teile
Druckzyklus	Abschnitt 4.10

3.8. **Bestimmungen hinsichtlich elektrischer Bauteile des Wasserstoffsystems**

3.8.1. Zur Vermeidung elektrischer Funken gilt Folgendes:

a) Wasserstoff führende elektrische Einrichtungen sind so zu isolieren, dass kein Strom durch Wasserstoff enthaltende Teile geleitet wird;

b) die elektrische Anlage des elektrischen Bauteils muss gegen den Aufbau des Fahrzeugs isoliert sein;

c) der Isolationswiderstand des Stromkreises (ohne Batterien und Brennstoffzellen) muss für jedes Volt Nennspannung über 1 kΩ liegen.

3.8.2. Die Stromversorgungsdurchführung zur Herstellung einer isolierten und festen elektrischen Verbindung muss hermetisch abschließen.

4. PRÜFVERFAHREN

4.1. **Allgemeine Bestimmungen**

4.1.1. Dichtheitsprüfungen sind mit Druckgas wie Luft oder Stickstoff mit einem Heliumanteil von mindestens 10 % durchzuführen.

4.1.2. Zur Erreichung des für die Druckprüfung erforderlichen Drucks kann Wasser oder ein anderes Fluid verwendet werden.

4.1.3. Gegebenenfalls ist in allen Prüfprotokollen die Art des verwendeten Prüfmediums anzugeben.

4.1.4. Die Prüfdauer muss bei Dichtheits- und Druckprüfungen mindestens 3 Minuten länger als die Ansprechzeit des Sensors sein.

4.1.5. Alle Prüfungen sind bei Umgebungstemperatur durchzuführen, sofern nichts anderes angegeben ist.

4.1.6. Vor der Dichtheitsprüfung müssen die verschiedenen Bauteile korrekt getrocknet werden.

4.2. **Druckprüfung**

4.2.1. Ein Wasserstoff führendes Bauteil muss ohne erkennbare Undichtigkeiten oder Verformungen einem Prüfdruck standhalten, der seinem 1,5-fachen höchstzulässigen Betriebsdruck entspricht, wobei die Austrittsöffnungen des Hochdruckteils verschlossen sind. Der Druck ist dann vom 1,5-fachen bis zum 3-fachen höchstzulässigen Betriebsdruck zu erhöhen. Das Bauteil darf dabei keine erkennbaren Brüche oder Risse aufweisen.

4.2.2. Die Druckzuführungsanlage muss mit einem vollständig schließenden Ventil und einem Druckmesser versehen sein und einen Druckbereich von mindestens dem 1,5-fachen und höchstens dem zweifachen Prüfdruck aufweisen; die Genauigkeit des Druckmessers muss bei 1 % des Druckbereichs liegen.

4.2.3. Ist für Bauteile eine Dichtheitsprüfung erforderlich, so muss diese vor der Druckprüfung durchgeführt werden.

4.3. **Prüfung auf äußere Dichtheit**

4.3.1. Ein Bauteil darf bei einer Prüfung entsprechend Absatz 4.4.3 bei einem Gasdruck zwischen 0 und seinem höchstzulässigen Betriebsdruck keine Leckagen an Sockel- oder Gehäusedichtungen oder an sonstigen Anschlussstellen und keine Anzeichen von Porosität von Gussteilen aufweisen.

4.3.2. Die Prüfung ist an derselben Ausrüstung unter folgenden Bedingungen durchzuführen:

4.3.2.1. bei Umgebungstemperatur;

4.3.2.2. bei der niedrigsten Betriebstemperatur oder bei der Temperatur von Flüssigstickstoff, nachdem das Bauteil eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde;

4.3.2.3. bei der höchsten Betriebstemperatur, nachdem es eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde.

4.3.3. Während dieser Prüfung ist die zu prüfende Ausrüstung an eine Gasdruckquelle anzuschließen. In der Druckzuführleitung müssen ein vollständig schließendes Ventil und ein Druckmesser mit einem Druckbereich von mindestens dem 1,5-fachen und höchstens dem zweifachen des Prüfdrucks eingebaut sein; die Genauigkeit des Druckmessers muss bei 1 % des Druckbereichs liegen. Der Druckmesser muss zwischen dem vollständig schließenden Ventil und dem Prüfstück angeordnet sein.

4.3.4. Während der gesamten Prüfung wird das Prüfstück auf Dichtheit geprüft; es wird geprüft, ob sich an einem oberflächenaktiven Stoff keine Blasen bilden oder ob die Leckrate unter 10 cm^3 pro Stunde beträgt.

4.4. **Dauerhaltbarkeitsprüfung**

4.4.1. Ein Wasserstoff führendes Bauteil muss, nachdem es der gemäß Teil 3 Abschnitte 3.1-3.7 für dieses Bauteil geltenden Anzahl der Arbeitszyklen unterzogen worden ist, die Anforderungen der Dichtheitsprüfungen gemäß den Absätzen 4.3. und 4.12. erfüllen.

4.4.2. Die vorgeschriebenen Prüfungen auf äußere Dichtheit und auf Dichtheit des Sitzes gemäß den Abschnitten 4.3 und 4.12 sind unmittelbar nach Abschluss der Dauerprüfung durchzuführen.

4.4.3. Das Bauteil ist sicher an eine Trockenluft- oder Druckstickstoffquelle anzuschließen und der Anzahl von Zyklen zu unterwerfen, die gemäß Teil 3 Abschnitte 3.1-3.7 für dieses Bauteil vorgeschrieben sind. Ein Zyklus besteht aus einem Öffnungs- und Schließvorgang des Bauteils und dauert mindestens 10 ± 2 Sekunden.

4.4.4. Das Bauteil ist 96 % der Anzahl der vorgeschriebenen Zyklen bei Umgebungstemperatur und bei dem für es geltenden höchstzulässigen Betriebsdruck zu unterziehen. Während des Schließvorgangs/passiven Abschnitts ist darauf zu achten, dass der Druck der nachgeschalteten Prüfvorrichtung auf 50 % des höchstzulässigen Betriebsdrucks zurückgeht.

4.4.5. Das Bauteil ist 2 % der Gesamtzahl der Zyklen bei der maximalen Werkstofftemperatur (gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3) zu unterziehen, nachdem es bei dieser Temperatur und dem höchstzulässigen Betriebsdruck lange genug konditioniert wurde, um die thermische Stabilität zu gewährleisten. Nach Abschluss der Hochtemperaturzyklen muss das Bauteil bei der entsprechenden maximalen Werkstofftemperatur (gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3) den Abschnitten 4.3 und 4.12 entsprechen.

4.4.6. Das Bauteil ist 2 % der Gesamtzahl der Zyklen bei der minimalen Werkstofftemperatur (gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3), jedoch mindestens bei der Temperatur von flüssigem Stickstoff, zu unterziehen, nachdem es bei dieser Temperatur und dem für das Bauteil höchstzulässigen Betriebsdruck lange genug konditioniert wurde, um die thermische Stabilität zu gewährleisten. Nach Abschluss der Tieftemperaturzyklen muss das Bauteil bei der entsprechenden minimalen Werkstofftemperatur (gemäß Teil 1 Abschnitt 1.3) den Abschnitten 4.3 und 4.12 entsprechen.

4.5. **Funktionsprüfung**

4.5.1. Die Funktionsprüfung ist gemäß Normen EN 13648-1 oder EN 13648-2 durchzuführen. Es gelten die besonderen Vorschriften der Norm.

4.6. **Prüfung der Korrosionsbeständigkeit**

4.6.1. Wasserstoff führende Bauteile aus Metall müssen die Dichtheitsprüfungen nach den Absätzen 4.3 und 4.12 bestehen, nachdem sie mit geschlossenen Anschlüssen 144 Stunden lang einer Salzsprühnebelprüfung gemäß ISO 9227 ausgesetzt wurden.

4.6.2. Ein Wasserstoff führendes Bauteil aus Kupfer oder Messing muss die Dichtheitsprüfung nach den Absätzen 4.3 und 4.12 bestehen, nachdem es gemäß ISO 6957 mit geschlossenen Anschlüssen 24 Stunden lang in Ammoniak getaucht wurde.

4.7. **Beständigkeit gegen trockene Hitze**

Diese Prüfung ist nach ISO 188 durchzuführen. Das Prüfstück ist 168 Stunden Luft auszusetzen, deren Temperatur der höchsten Betriebstemperatur entspricht. Die Änderung der Zugfestigkeit darf nicht mehr als + 25 % betragen. Die Änderung der Bruchdehnung darf folgende Werte nicht überschreiten:

— maximale Zunahme: 10 %,

— maximale Abnahme: 30 %.

4.8. **Prüfung auf Alterung durch Ozoneinwirkung**

4.8.1. Die Prüfung muss mit der Norm ISO 1431-1 übereinstimmen. Das Prüfstück ist um 20 % zu strecken und 120 Stunden lang Luft mit einer Temperatur von 40 °C und einem Ozongehalt von 50 Teilen pro 100 Millionen Teile auszusetzen.

4.8.2. Am Prüfstück dürfen sich keine Risse bilden.

4.9. **Temperaturzyklusprüfung**

Ein nichtmetallisches Teil, das Wasserstoff führt, muss die in den Abschnitten 4.3 und 4.12 beschriebenen Dichtheitsprüfungen bestehen, nachdem es 96 Stunden einer Temperaturzyklusprüfung von der niedrigsten bis zur höchsten Betriebstemperatur mit einer Zyklusdauer von 120 Minuten bei höchstzulässigen Betriebsdruck unterzogen worden ist.

4.10. **Druckzyklusprüfung**

4.10.1. Alle biegsamen Kraftstoffleitungen müssen die Anforderungen der Dichtheitsprüfungen gemäß Abschnitt 4.3 erfüllen, nachdem sie 6 000 Druckzyklen unterzogen worden sind.

4.10.2. Der Druck muss binnen weniger als fünf Sekunden vom atmosphärischen Druck auf den höchstzulässigen Betriebsdruck des Behälters erhöht werden, welcher mindestens fünf Sekunden aufrechterhalten werden muss, und danach wieder binnen weniger als fünf Sekunden auf den atmosphärischen Druck abgesenkt werden.

4.10.3. Die vorgeschriebene Prüfung auf äußere Dichtheit gemäß Abschnitt 4.3 ist unmittelbar nach Abschluss der Dauerprüfung durchzuführen.

4.11. **Prüfung auf Wasserstoffverträglichkeit**

4.11.1. Die Wasserstoffverträglichkeit ist gemäß ISO 11114-4 nachzuweisen.

4.11.2. Bei Werkstoffen von Bauteilen, die kryogenen Temperaturen ausgesetzt sind, muss die Verträglichkeit mit kryogenen Temperaturen gemäß der Norm EN 1252-1 gewährleistet sein.

4.12. **Prüfung auf Dichtheit des Sitzes**

4.12.1. Die Prüfungen auf Dichtheit des Sitzes müssen an Musterstücken ausgeführt werden, die zuvor der in Abschnitt 4.3 genanten Prüfung auf äußere Dichtheit unterzogen worden sind.

4.12.2. Bei Prüfungen auf Dichtheit des Sitzes muss der Einlass des zu prüfenden Ventils an eine Gasdruckquelle angeschlossen sein, wobei das Ventil geschlossen und die Austrittsöffnung geöffnet ist. In der Druckzuführleitung müssen ein vollständig schließendes Ventil und ein Druckmesser mit einem Druckbereich von mindestens dem 1,5-fachen und höchstens dem zweifachen des Prüfdrucks eingebaut sein; die Genauigkeit des Druckmessers muss bei 1 % des Druckbereichs liegen. Der Druckmesser muss zwischen dem vollständig schließenden Ventil und dem Prüfstück angeordnet sein. Während der Beaufschlagung mit dem Prüfdruck, der dem höchstzulässigen Betriebsdruck entspricht, wird nach Undichtigkeiten gesucht; dazu wird entweder der offene Austritt in Wasser getaucht oder ein Durchflussmesser verwendet, der an der Einlassseite des geprüften Ventils angebracht ist. Dabei muss der Durchflussmesser die maximal zulässigen Leckagebeträge für die verwendete Prüfflüssigkeit auf +/–1 % genau angeben können.

4.12.3. Der Sitz des geschlossenen Absperrventils darf bei keinem Gasdruck zwischen null und dem höchstzulässigen Betriebsdruck eine Leckrate von über 10 cm^3/h aufweisen.

4.12.4. Ein Rückschlagventil darf in geschlossener Stellung nicht undicht werden, wenn es einem aerostatischen Druck zwischen 50 kPa und dem höchstzulässigen Betriebsdruck ausgesetzt wird.

4.12.5. Rückschlagventile, die als Sicherheitseinrichtung von Einfülleinrichtungen verwendet werden, dürfen während der Prüfung keine Leckrate von über 10 cm^3/h aufweisen.

4.12.6. Druckentlastungsvorrichtungen dürfen bei keinem Gasdruck zwischen null und dem Einstelldruck minus 10 % eine Leckrate von über 10 cm^3/h aufweisen.

ANHANG IV

Vorschriften für Wasserstoff führende Bauteile und Wasserstoffsysteme, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird sowie für deren Einbau in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge

1. EINFÜHRUNG

Dieser Anhang enthält die Anforderungen und Prüfverfahren für Wasserstoff führende Bauteile und Wasserstoffsysteme, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird.

2. ALLGEMEINE VORSCHRIFTEN

2.1. Die Anzahl der Wasserstoff führenden Bauteile und der Verbindungen sowie die Länge der Leitungen ist auf das für die Sicherheit und das einwandfreie Funktionieren des Wasserstoffsystems erforderliche Mindestmaß zu beschränken.

2.2. Der Hersteller muss sicherstellen, dass die in den Wasserstoff führenden Bauteilen oder im Wasserstoffsystem verwendeten Werkstoffe sowohl für Wasserstoff und für die zu erwartenden Zusatzstoffe und Kontaminanten als auch für die zu erwartenden Temperaturen und Drücke geeignet sind.

2.3. Die Verträglichkeit der Werkstoffe in Bezug auf die in Abschnitt 2.7 beschriebenen Betriebsbedingungen ist durch die Werkstoffprüfungen in Teil 2 und 3 nachzuweisen.

2.4. **Klassifizierung der Drücke**

Wasserstoff führende Bauteile sind hinsichtlich ihres Nennbetriebsdrucks und ihrer Funktion gemäß Artikel 1 Ziffern 2, 3 und 4 zu klassifizieren.

2.5. Der Hersteller stellt sicher, dass der Temperaturbereich den Bestimmungen von Abschnitt 2.7.5 genügt.

2.6. Die Unterlagen und Prüfberichte müssen genügend Einzelheiten enthalten, um es einer neutralen, unabhängigen Prüfeinrichtung zu ermöglichen, die entsprechenden Typgenehmigungsprüfungen und Prüfergebnisse zu reproduzieren.

2.7. **Betriebsbedingungen**

Sofern nicht anders angegeben, gelten in diesem Anhang die nachfolgenden Betriebsbedingungen.

2.7.1. *Betriebsdauer*

Die Betriebsdauer von Wasserstoffbehältern ist vom Hersteller anzugeben; sie ist von der jeweiligen Verwendung abhängig, beträgt jedoch nicht mehr als 20 Jahre.

2.7.2. *Betriebsdruck*

Der Fahrzeughersteller gibt den (die) Nennbetriebsdruck (-drücke) der Wasserstoff führenden Bauteile und des Wasserstoffsystems an. Für die Bauteile unterhalb des ersten Druckreglers ist (sind) auch der (die) höchstzulässige(n) Betriebsdruck (-drücke) anzugeben.

Der (die) höchstzulässige(n) Betriebsdruck (-drücke) muss (müssen) dem in Teil 1 Abschnitt 1.8 angegebenen Einstelldruck des Systems zur Überdrucksicherung entsprechen oder diesen übersteigen.

2.7.3. *Außenflächen*

Folgende äußere Einflüsse auf die Außenflächen von Wasserstoff führenden Bauteilen in ihrer Einbaulage sind zu berücksichtigen:

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 und Hitzestrahlung des Sonnenlichts;

d) Steinschlag;

e) Lösungsmittel, Säuren und Laugen, Dünger;

f) Betriebsflüssigkeiten von Kraftfahrzeugen wie Benzin/Ottokraftstoff, Hydraulikflüssigkeit, Batteriesäure, Glykol und Öle;

g) Abgase.

2.7.4. *Gaszusammensetzung*

Komprimiertes Wasserstoffgas, das für Prüfzwecke verwendet wird, muss in Bezug auf seine Reinheit der in ISO/TS 14687-2 angegebenen Gaszusammensetzung vom Typ 1 Klasse A entsprechen oder diese übertreffen.

2.7.5. *Temperaturen*

2.7.5.1. Werkstofftemperaturen

Der normale Betriebstemperaturbereich für Werkstoffe, die in Wasserstoff führenden Bauteilen verwendet werden, muss zwischen – 40 °C und + 85 °C liegen, außer in folgenden Fällen:

a) vom Fahrzeughersteller ist eine niedrigere Temperatur als – 40 °C angegeben;

b) Wasserstoff führende Bauteile befinden sich entweder im Motorraum eines Verbrennungsmotors oder sind der Betriebstemperatur eines Verbrennungsmotors unmittelbar ausgesetzt; in diesem Fall muss der Temperaturbereich zwischen – 40 °C und + 120 °C liegen.

2.7.5.2. Gastemperaturen

Die durchschnittliche Gastemperatur muss unter normalen Bedingungen einschließlich der Füll- und Entleerungsvorgänge zwischen – 40 °C und + 85 °C liegen, es sei denn, vom Fahrzeughersteller ist eine niedrigere Temperatur als – 40 °C angegeben.

2.7.6. *Füllzyklen*

Dieser Abschnitt bezieht sich nur auf Wasserstoff führende Bauteile der Klasse 0.

2.7.6.1. Allgemeines

Die Anzahl der Füllzyklen für Wasserstoff führende Bauteile beträgt 5 000 vorbehaltlich der Bestimmungen der Abschnitte 2.7.6.2 und 2.7.6.3.

2.7.6.2. Anzahl der Füllzyklen bei Verwendung eines Systems zur Überwachung und Steuerung der Wasserstoffzufuhr

Kommt innerhalb des Wasserstoffsystems ein System zur Überwachung und Steuerung der Wasserstoffzufuhr zum Einsatz, ist die Anzahl der Füllzyklen für Wasserstoff führende Bauteile vom Fahrzeughersteller anzugeben und kann zwischen 5 000 und mindestens 1 000 Zyklen betragen; diese Anzahl ist von der jeweiligen Verwendung abhängig und richtet sich nach der bauartspezifischen Gesamtkilometerleistung des Fahrzeugs und der Reichweite bei maximalem Tankinhalt.

Das System zur Überwachung und Steuerung der Wasserstoffzufuhr dient dazu, die Weiterverwendung des Fahrzeugs zu verhindern, wenn die festgelegte Anzahl von Füllzyklen überschritten wird, bis die Wasserstoff führenden Bauteile, für die dieser Wert überschritten wurde, durch neue Wasserstoff führende Bauteile ersetzt worden sind.

Die Genehmigung des Sicherheitskonzepts für das System zur Überwachung und Steuerung erfolgt in Einklang mit Anhang VI.

2.7.6.3. Verringerte Anzahl von Füllzyklen

Der Fahrzeughersteller kann eine verringerte Anzahl von Füllzyklen für Wasserstoff führende Bauteile nach Berechnung gemäß folgender Formel angeben:

Anzahl von Füllzyklen nach zwanzigjähriger Betriebsdauer: 5 000

Bauartspezifische Betriebsdauer: x Jahre; $x \geq 1$

Verringerte Anzahl von Füllzyklen: 1 000 + 200*x

Die Wasserstoff führenden Bauteile sind vor Überschreiten ihrer angegebenen Betriebsdauer zu ersetzen.

2.7.7. *Arbeitszyklen*

2.7.7.1. Allgemeines

Die Anzahl der Arbeitszyklen für Wasserstoff führende Bauteile beträgt 50 000 Zyklen vorbehaltlich der Bestimmungen der Abschnitte 2.7.7.2 und 2.7.7.3.

2.7.7.2. Anzahl der Arbeitszyklen bei Verwendung eines Systems zur Überwachung und Steuerung der Wasserstoffzufuhr

Kommt innerhalb des Wasserstoffsystems ein System zur Überwachung und Steuerung der Wasserstoffzufuhr zum Einsatz, kann die Anzahl der Arbeitszyklen für Wasserstoff führende Bauteile vom Fahrzeughersteller auf Werte zwischen 50 000 und mindestens 10 000 Zyklen verringert werden; diese Anzahl ist von der bauartspezifischen Betriebsdauer des Bauteils abhängig.

Das System zur Überwachung und Steuerung der Wasserstoffzufuhr dient dazu, die Weiterverwendung des Fahrzeugs zu verhindern, wenn die festgelegte Anzahl von Arbeitszyklen überschritten wird, bis die Wasserstoff führenden Bauteile, für die dieser Wert überschritten wurde, durch neue Wasserstoff führende Bauteile ersetzt worden sind.

Die Genehmigung des Sicherheitskonzepts für das System zur Überwachung und Steuerung erfolgt in Einklang mit Anhang VI.

2.7.7.3. Verringerte Anzahl der Arbeitszyklen

Der Fahrzeughersteller kann eine verringerte Anzahl von Arbeitszyklen für jedes Wasserstoff führende Bauteil nach Berechnung gemäß folgender Formel angeben:

Anzahl von Arbeitszyklen nach zwanzigjähriger Betriebsdauer: 50 000

Bauartspezifische Betriebsdauer: x Jahre; $x \geq 1$

Verringerte Anzahl der Arbeitszyklen:

$10\,000 + 2\,000*x$

Die Wasserstoff führenden Bauteile sind vor Überschreiten ihrer angegebenen Betriebsdauer zu ersetzen.

TEIL 1

Vorschriften für den Einbau von Wasserstoff führenden Bauteilen und Wasserstoffsystemen, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird, in wasserstoffbetriebene Fahrzeuge

1. ALLGEMEINE VORSCHRIFTEN

1.1. Es sind angemessene Vorkehrungen zu treffen, um ein Versagen anderer, das Wasserstoffsystem betreffender Kreisläufe zu vermeiden.

1.2. Mit Ausnahme des Behälters ist das Wasserstoffsystem mit 100 % Wasserstoff unter Nennbetriebsdruck zu setzen und auf das Entweichen von Gas zu prüfen, wobei unter Verwendung eines oberflächenaktiven Stoffes drei Minuten lang keine Blasenbildung auftreten darf; wahlweise kann auch ein anderes, erwiesenermaßen gleichwertiges Verfahren angewendet werden.

1.3. Im Falle des Austretens von Wasserstoff oder bei einer Druckentlastung darf sich Wasserstoff weder in geschlossenen noch teilgeschlossenen Räumen ansammeln können.

1.4. Wasserstoff führende Bauteile, aus denen Wasserstoff in den Fahrgastraum, den Gepäckraum oder einen sonstigen unbelüfteten Raum im Fahrzeug austreten kann, sind in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 in einem gasdichten Gehäuse unterzubringen; wahlweise kann auch ein anderes, gleichwertiges Verfahren angewendet werden.

1.5. Im Behälter oder der Behälterbaugruppe ist ein Mindestdruck von 0,2 MPa bei Umgebungstemperatur aufrechtzuerhalten.

1.6. Alle Druckentlastungsvorrichtungen, sonstigen Sicherheitsbauteile und Entlüftungsleitungen sind, soweit dies praktisch durchführbar ist, vor unbefugten Eingriffen zu schützen.

1.7. Bleibt die Aktivierung des automatischen Ventils ergebnislos, muss das Ventil in die für die jeweilige Verwendungsart sicherste Betriebsart schalten.

1.8. Für den Fall des Versagens eines Druckreglers ist das Wasserstoffsystem unterhalb des Druckreglers vor Überdruck zu schützen. Wird eine Vorrichtung zur Überdrucksicherung verwendet, muss der Einstelldruck dieser Vorrichtung niedriger als oder gleich hoch wie der höchstzulässige Betriebsdruck des entsprechenden Teils des Wasserstoffsystems sein.

1.9. Es muss ein System vorhanden sein, mit dem Störungen der Kreisläufe eines Wärmetauschers erkannt werden und sichergestellt wird, dass kein Wasserstoff in den (die) anderen Kreislauf (Kreisläufe) eindringt, falls die Anschlussstelle(n) dem Druckverlust in den Kreisläufen nicht standhalten kann (können).

2. EINBAU EINES BEHÄLTERS IN EIN FAHRZEUG

2.1. Ein Behälter oder eine Behälterbaugruppe kann integrierte Funktionen des Fahrzeugs erfüllen. Ein Behälter oder eine Behälterbaugruppe muss so konstruiert sein, dass dadurch die Anforderungen an eine integrierte Funktion sowie die Anforderungen an Behälter gemäß Teil 2 erfüllt werden.

2.2. Ein Behälter oder eine Behälterbaugruppe einschließlich der Sicherheitseinrichtungen sind so einzubauen und zu befestigen, dass folgende Beschleunigungen ohne Bruch der Befestigung oder Lockerung des Behälters/der Behälter überstanden werden (Nachweis durch Prüfung oder Berechnung). Die verwendete Masse muss einem/einer vollständig ausgerüsteten und gefüllten Behälter oder Behältergruppe entsprechen.

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

2.3. Die Bestimmungen von Abschnitt 2.2 gelten nicht, wenn das Fahrzeug gemäß der Richtlinie 96/27/EG sowie der Richtlinie 96/79/EG genehmigt ist.

2.4. Druckentlastungsvorrichtungen, die den Bestimmungen von Abschnitt 5 entsprechen müssen, haben die Funktion des Feuerschutzsystems für den Behälter oder die Behälterbaugruppe, und dienen dazu, einen Bruch zu vermeiden. Die Wärmeisolierung oder sonstigen Schutzmaßnahmen dürfen die Ansprechzeit und Leistung der Druckentlastungsvorrichtung(en) nicht beeinflussen.

2.5. Ein Behälter oder eine Behälterbaugruppe mit nichtmetallischem Innenbehälter/nichtmetallischen Innenbehältern darf/dürfen nicht im Fahrgastraum, Gepäckraum oder an sonstigen Stellen eingebaut werden, die über keine ausreichende Belüftung verfügen, es sei denn, sie sind Teil eines Systems, das gewährleistet, dass ausgetretener Wasserstoff aus dem Fahrzeug nach draußen geleitet wird; dies kann beispielsweise durch den Einbau in ein gasdichtes Gehäuse in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 erfolgen.

3. ABNEHMBARER WASSERSTOFFSPEICHER

3.1. Die innerhalb eines abnehmbaren Wasserstoffspeichers befindlichen Bauteile eines Wasserstoffsystems müssen allen Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen, die so gelten, als ob das Wasserstoffsystem dauerhaft im Fahrzeug eingebaut wäre.

3.2. Ein abnehmbarer Wasserstoffspeicher kann zum Nachfüllen aus dem Fahrzeug entnommen werden. Der/Die Behälter oder die Behälterbaugruppe und die Wasserstoff führenden Bauteile, aus denen der abnehmbare Wasserstoffspeicher besteht, müssen dauerhaft in den abnehmbaren Wasserstoffspeicher eingebaut sein.

3.3. In einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher müssen der (die) Behälter oder die Behälterbaugruppe und die Wasserstoff führenden Bauteile, aus denen der Speicher besteht, vor Schäden geschützt sein, die bei den notwendigen Arbeiten zum Einbau, Ausbau, zur Lagerung und zur Handhabung entstehen können.

3.4. Es müssen wirksame Vorkehrungen gegen einen unbefugten Ausbau des abnehmbaren Speichers getroffen werden.

3.5. Zwischen dem abnehmbaren Speicher und demjenigen Teil des Wasserstoffsystems, das dauerhaft im Fahrzeug eingebaut ist, darf es nur eine Anschlussstelle für den Durchfluss von Wasserstoff geben. An dieser Anschlussstelle darf der Nennbetriebsdruck des Wasserstoffsystems höchstens 3,0 MPa betragen.

3.6. Beim Einbau des abnehmbaren Wasserstoffspeichers im Fahrzeug muss der Anschluss an den dauerhaft in das Fahrzeug eingebauten Teil des Wasserstoffsystems ohne Verwendung von Werkzeugen vorgenommen werden; dabei müssen die Anforderungen der Abschnitte 1.2. und 2.2. eingehalten werden.

3.7. Beim Abtrennen des abnehmbaren Wasserstoffspeichers darf das Volumen des entweichenden Wasserstoffs höchstens 200 Ncm^3 betragen; es darf kein Wasserstoff neben einer möglichen Zündquelle entweichen. Es muss verhindert werden, dass sich Wasserstoff aufgrund aufeinanderfolgender Abtrennvorgänge ansammelt.

3.8. Derjenige Teil der Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher, der dauerhaft am Fahrzeug angebracht ist, muss von der Konstruktion her genau auf den jeweiligen Fahrzeugtyp zugeschnitten sein und darf nicht zu standardmäßig verwendeten Füllstutzen für Wasserstoff oder andere gasförmige Kraftstoffe passen.

3.9. Falls ein abnehmbarer Wasserstoffspeicher zur Verwendung kommt, dessen höchstzulässiger Betriebsdruck größer ist als der des dauerhaft am Fahrzeug angebrachten Wasserstoffsystems, muss verhindert werden, dass Wasserstoff aus diesem abnehmbaren Speicher abfließt.

3.10. Wenn der abnehmbare Wasserstoffspeicher nicht korrekt an den fest im Fahrzeug eingebauten Abschnitt des Wasserstoffsystems angeschlossen ist, darf es nicht dazu kommen, dass sich eines oder mehrere automatische Ventile an einem oder mehreren Behältern oder einer Behälterbaugruppe öffnen. Durch ein Fahrzeugschnittstellensystem muss überprüft werden, ob das abnehmbare Behältersystem und das Fahrzeug ordnungsgemäß verbunden sind, bevor ein Öffnen des oder der automatischen Ventile ermöglicht wird. Das Fahrzeugschnittstellensystem überprüft ferner, ob der abnehmbare Speicher mit dem Wasserstoffsystem des Fahrzeugs übereinstimmt, bevor ein Öffnen des oder der automatischen Ventile ermöglicht wird.

3.11. Eine Abtrennung oder ein Ausbau des abnehmbaren Speichers darf nur möglich sein, wenn das an einem oder mehreren Behältern oder einer Behälterbaugruppe montierte automatische Ventil sich in geschlossener Stellung befindet und keine Verbrennungsquellen in Betrieb sind, z. B. Heizungen am Fahrzeug.

3.12. Die Benutzung des Wasserstoffsystems muss verhindert werden, wenn die Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher oder die elektrischen Verbindungen zwischen dem abnehmbaren Speicher und dem Fahrzeug ganz oder teilweise ausfallen und die Sicherheit des Wasserstoffsystems dadurch beeinträchtigt sein könnte.

3.13. Die Arbeiten zum Ein- und Ausbau des abnehmbaren Wasserstoffspeichers müssen auf einem Schild dargestellt sein, das am Fahrzeug in der Nähe des Befestigungspunkts angebracht ist. Auf diesem Schild ist auch der Nennbetriebsdruck des Behälters (der Behälter) bzw. der Behälterbaugruppe und der Verbindung zum abnehmbaren Wasserstoffspeicher anzugeben.

3.14. Am abnehmbaren Wasserstoffspeicher ist ein Schild mit der Angabe des Nennbetriebsdrucks des Behälters (der Behälter) bzw. der Behälterbaugruppe und der Verbindung zum abnehmbaren Wasserstoffspeicher zu befestigen.

3.15. Die EG-Typgenehmigungsnummer des Fahrzeugs muss auf dem abnehmbaren Wasserstoffspeicher wiedergegeben werden.

4. AUTOMATISCHE(S) VENTIL(E) ODER RÜCKSCHLAGVENTIL(E) ZUR ABSPERRUNG EINES BEHÄLTERS ODER EINER BEHÄLTERBAUGRUPPE ODER DES ANTRIEBSSYSTEMS

4.1. Automatische Absperrventile müssen Anhang VI Abschnitt 6 der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 entsprechen und müssen in inaktivem Zustand geschlossen sein. Bei Verwendung einer Behälterbaugruppe muss das Ventil direkt an oder in einem Behälter montiert sein.

4.2. Einfülleinrichtungen müssen Anhang VI Abschnitt 4 der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 entsprechen. Bei Verwendung einer Behälterbaugruppe muss das Ventil direkt an oder in einem Behälter montiert sein.

4.3. Dient eine einzige in den Behälter oder die Behälterbaugruppe führende Leitung sowohl zum Betanken als auch zur Kraftstoffzufuhr, so muss diese gemäß Abschnitt 4.2 über die Betankungsleitung an der Verbindung zwischen der Betankungsleitung und der Kraftstoffleitung gesichert sein.

4.4. Bei einem Bruch der Betankungsleitungen oder der Kraftstoffleitung(en) dürfen die in den Abschnitten 4.1 und 4.2 genannten Absperrventile nicht vom Behälter oder der Behälterbaugruppe getrennt werden.

4.5. Das automatische Ventil (die automatischen Ventile), das (die) jeden Behälter oder jede Behältergruppe absperrt (absperren), muss (müssen) sich schließen, falls es entweder zu einer Störung des Wasserstoffsystems kommt, die zu einem Entweichen von Wasserstoff führt, oder falls es zu einer massiven Leckage zwischen dem Behälter bzw. der Behälterbaugruppe und der (den) Wasserstoffumwandlungsanlage(n) kommt.

4.6. Der Kraftstoffffluss zum Antriebssystem muss durch ein automatisches Ventil gesichert werden. Dieses automatische Ventil muss so arbeiten, dass die Wasserstoffzufuhr zum Antriebssystem unterbrochen wird, wenn das Antriebssystem — unabhängig von der Position des Aktivierungsschalters — abgestellt wird; diese Unterbrechung muss so lange andauern, bis das Antriebssystem wieder in Gang gesetzt wird.

4.7. Der Kraftstoffffluss zu der (den) anderen Wasserstoffumwandlungsanlage(n) muss durch ein automatisches Ventil gesichert werden. Dieses automatische Ventil muss so arbeiten, dass die Wasserstoffzufuhr zu der (den) anderen Wasserstoffumwandlungsanlage(n) unterbrochen wird, wenn das (die) jeweilige(n) Wasserstoffumwandlungsanlage(n) — unabhängig von der Position des Aktivierungsschalters — abgestellt wird (werden); diese Unterbrechung muss so lange andauern, bis die Wasserstoffumwandlungsanlage wieder in Gang gesetzt wird.

5. DRUCKENTLASTUNGSVORRICHTUNG(EN)

5.1. Bei Behältern für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff muss es sich bei der Druckentlastungsvorrichtung um eine thermisch aktivierte, nicht wieder schließende Vorrichtung zum Schutz eines Behälters vor dem Bersten aufgrund der Auswirkungen eines Feuers handeln.

5.2. Eine Druckentlastungsvorrichtung muss direkt in die Öffnung des Behälters oder mindestens eines Behälters in einer Behälterbaugruppe installiert werden, oder aber in eine Öffnung eines in einen Behälter eingebauten Ventils, und zwar in einer solchen Weise, dass der Wasserstoff in eine atmosphärische Auslassleitung abgeführt und aus dem Fahrzeug herausgeleitet wird.

5.3. Es darf nicht möglich sein, die Druckentlastungsvorrichtung von dem durch sie geschützten Behälter zu trennen, weder durch den normalen Betrieb noch durch eine Störung eines anderen Bauteils.

5.4. Das aus der Druckentlastungsvorrichtung ausströmende Wasserstoffgas darf nicht auf Folgendes gerichtet sein:

a) ungeschützte elektrische Anschlüsse oder Schalter oder sonstige Zündquellen;

b) in Richtung des Fahrgastraums oder Gepäckraums oder in diese hinein;

c) in Richtung eines Radkastens des Fahrzeugs oder in einen solchen hinein;

d) in Richtung eines Bauteils der Klasse 0;

e) vom Fahrzeug aus nach vorn, oder waagerecht zum Heck oder den Seiten des Fahrzeugs.

5.5. Die Innenabmessungen der Druckentlastungsleitung dürfen die Funktion der Druckentlastungsvorrichtung nicht beeinträchtigen.

5.6. Die Druckentlastungsleitung der Druckentlastungsvorrichtung muss vor Blockierung, z. B. durch Schmutz, Eis und eindringendes Wasser, soweit dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist, geschützt werden.

5.7. Die Druckentlastungsöffnung der Druckentlastungsvorrichtung muss so ausgerichtet sein, dass im Falle des Sichablösens der Druckentlastungsleitung von der Druckentlastungsvorrichtung der daraus resultierende Gasfluss nicht unmittelbar negativ auf andere Behälter oder Behältergruppen einwirkt, es sei denn, diese sind geschützt.

6. ÜBERDRUCKVENTIL(E)

6.1. Wird ein Überdruckventil verwendet, so ist es so zu installieren, dass es den Wasserstoff in eine atmosphärische Auslassleitung abführt, die diesen dann aus dem Fahrzeug herausleitet.

6.2. Es darf nicht möglich sein, das Überdruckventil von den Wasserstoff führenden Bauteilen oder dem Abschnitt des Wasserstoffsystems, den es schützt, zu trennen, weder durch den normalen Betrieb noch durch eine Störung eines anderen Bauteils.

6.3. Das aus den Überdruckventilen ausströmende Wasserstoffgas darf nicht auf Folgendes gerichtet sein:

a) ungeschützte elektrische Anschlüsse oder Schalter oder sonstige Zündquellen;

b) in Richtung des Fahrgastraums oder Gepäckraums oder in diese hinein;

c) in Richtung eines Radkastens des Fahrzeugs oder in einen solchen hinein;

d) in Richtung eines Bauteils der Klasse 0.

6.4. Die Druckentlastungsöffnung des Überdruckventils muss vor Blockierung, z. B durch Schmutz, Eis und eindringendes Wasser, soweit dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist, geschützt werden.

7. STARRE UND BIEGSAME KRAFTSTOFFLEITUNGEN

7.1. Starre Kraftstoffleitungen müssen so befestigt sein, dass sie weder kritischen Schwingungen noch sonstigen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

7.2. Biegsame Kraftstoffleitungen müssen so befestigt sein, dass sie weder Torsionsspannung noch Abrieb ausgesetzt sind.

7.3. Starre und biegsame Kraftstoffleitungen müssen so beschaffen sein, dass bei Ein- oder Ausbau von anzuschließenden Wasserstoff führenden Bauteilen die Beanspruchungen der Leitungen so gering wie möglich gehalten werden.

7.4. An den Befestigungspunkten müssen starre und biegsame Kraftstoffleitungen so angebracht sein, dass es nicht zu galvanischer oder Spaltkorrosion kommt.

7.5. Starre und biegsame Kraftstoffleitungen sind so zu verlegen, dass das Risiko unbeabsichtigter Beschädigungen innerhalb des Fahrzeugs — etwa durch das Unterbringen oder Verlagern von Gepäck oder anderer Lasten — und außerhalb des Fahrzeugs — etwa durch Fahren in unwegsamem Gelände oder durch Wagenheber — so gering wie möglich gehalten wird.

7.6. An den Stellen, wo Kraftstoffleitungen in den Fahrzeugaufbau oder andere Wasserstoff führende Bauteile eindringen, müssen sie mit Dichtungen oder anderem Schutzmaterial versehen werden.

7.7. Sind Verbindungsteile im Fahrgastraum oder in einem geschlossenen Gepäckraum eingebaut, so müssen Kraftstoffleitungen und Verbindungsteile von einem Mantelrohr umgeben sein, das den Anforderungen an gasdichte Gehäuse in Abschnitt 10 genügt.

8. VERBINDUNGSTEILE ZWISCHEN WASSERSTOFF FÜHRENDEN BAUTEILEN

8.1. Der Hersteller gewährleistet, dass für die Verwendung in Verbindungsteilen solche Werkstoffe gewählt werden, die keine galvanische oder Spaltkorrosion verursachen.

8.2. Die Zahl der Verbindungen muss möglichst gering sein.

8.3. Vom Hersteller sind die Mittel anzugeben, mit denen die Verbindungen einer Dichtheitsprüfung zu Kontrollzwecken unterzogen werden können. Ist eine Dichtheitsprüfung mit einem oberflächenaktiven Stoff vorgesehen, so müssen sich alle Verbindungen an zugänglichen Stellen befinden.

9. BETANKUNGSSYSTEM

9.1. Die Einfülleinrichtung muss gegen falsches Anschließen und Verdrehen gesichert sein. Sie muss, soweit dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist, vor unbefugten Eingriffen und vor Schmutz- und Wassereintritt, z. B. mittels eines abgeschlossenen Deckels, geschützt werden. Die Einfülleinrichtung muss ferner gegen alle nach vernünftigem Ermessen vorhersehbaren Bedienfehler abgesichert sein.

9.2. Die Einfülleinrichtung muss so eingebaut sein, dass das Betanken ohne Zugang zum Fahrgastraum, zum Gepäckraum oder einem anderen unbelüfteten Raum des Fahrzeugs möglich ist.

9.3. Die Einfülleinrichtung darf nicht innerhalb der äußeren energieaufnehmenden Bauteile, z. B. der Stoßstange, eingebaut sein.

9.4. Der Nennbetriebsdruck der Einfülleinrichtung muss dem Nennbetriebsdruck der Wasserstoff führenden Bauteile der Klasse 0 an der Stelle des ersten Druckminderers und stromaufwärts desselben entsprechen.

9.5. Es muss gewährleistet sein, dass das Antriebssystem oder das (die) Wasserstoffumwandlungsanlage(n) (ohne Sicherheitseinrichtungen) nicht aktiviert ist (sind), und dass das Fahrzeug beim Betanken gegen Wegrollen gesichert ist.

9.6. In der Nähe der Einfülleinrichtung, z. B. auf der Innenseite einer Tanköffnung, ist (sind) ein Schild(er) mit folgenden Angaben anzubringen:

H_2 gas

„xx“ MPa

„xx“ = Nennbetriebsdruck des (der) Behälter(s)

10. GASDICHTES GEHÄUSE

10.1. Das gasdichte Gehäuse muss in die Außenluft druckentlastet werden.

10.2. Die Auslassöffnung des gasdichten Gehäuses muss sich, soweit dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist, an dessen oberstem Punkt befinden, wenn es im Fahrzeug eingebaut ist. Jedoch darf sie nicht in einen Radkasten oder auf eine Wärmequelle wie z. B. den Auspuff ausleiten. Ferner muss sie so ausleiten, dass Wasserstoff nicht in das Fahrzeuginnere eintreten kann.

10.3. Die elektrischen Verbindungen und Bauteile in dem gasdichten Gehäuse müssen so beschaffen sein, dass keine Funken entstehen können.

10.4. Während der Prüfungen ist die Auslassleitung hermetisch zu versiegeln und das gasdichte Gehäuse muss bei einem Druck von 0,01 MPa den Anforderungen an Dichtheit von Abschnitt 1.2 entsprechen und darf keine dauerhaften Verformungen aufweisen.

10.5. Alle etwaigen Verbindungssysteme müssen mit Klemmschellen oder anderen Befestigungsmitteln an dem gasdichten Gehäuse oder dem Mantelrohr und der Durchführung fest angebracht sein, damit ein Anschluss erreicht wird, der den Anforderungen an Dichtheit gemäß Abschnitt 10.4 entspricht.

11. ELEKTRISCHE ANLAGEN

11.1. Die elektrischen Bauteile des Wasserstoffsystems müssen gegen Überlastung geschützt sein.

11.2. Stromversorgungsanschlüsse müssen an Stellen, an denen sich Wasserstoff führende Bauteile befinden oder Wasserstoff austreten kann, gegen das Eindringen von Wasserstoff dicht sein.

12. SICHERHEITSSYSTEME

12.1. Sicherheitssysteme müssen störungssicher oder redundant sein.

12.2. Handelt es sich bei den Sicherheitssystemen um störungssichere oder selbstüberwachende elektronische Systeme, so gelten die besonderen Anforderungen von Anhang VI.

13. VORSCHRIFTEN FÜR DIE ÜBERPRÜFUNG DES WASSERSTOFFSYSTEMS

13.1. Jedes Wasserstoffsystem ist spätestens alle 48 Monate nach dem Datum seiner Inbetriebnahme und bei jedem Wiedereinbau zu überprüfen.

13.2. Die Überprüfung ist von einem Technischen Dienst in Übereinstimmung mit den Spezifikationen des Herstellers gemäß Anhang I Teil 3 durchzuführen.

TEIL 2

Anforderungen an Wasserstoffbehälter für komprimierten (gasförmigen) Wasserstoff

1. EINFÜHRUNG

Dieser Teil enthält die Anforderungen an und Prüfverfahren für Wasserstoffbehälter, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird.

1.1. **Behältertypen**

Die Behälter sind entsprechend ihrer Bauart gemäß Verordnung (EG) Nr. 79/2009 Anhang IV Punkt 1 zu klassifizieren.

2. ALLGEMEINE VORSCHIFTEN

2.1. Der Hersteller kann im Rahmen der einschlägigen Bestimmungen von Abschnitt 3 die Form eines Behälters selbst bestimmen.

2.2. **Behälterbaugruppe**

2.2.1. Eine Behälterbaugruppe wird wie ein einzelner Behälter typgenehmigt, wenn sowohl die Behälterbaugruppe als auch die Behälter, aus denen sie zusammengesetzt ist, gemäß den Bestimmungen der Abschnitte 3 und 4 genehmigt sind.

2.2.2. Wahlweise kann eine Behälterbaugruppe wie ein einzelner Behälter typgenehmigt werden, wenn die Behälterbaugruppe den Bestimmungen der Abschnitte 3 und 4 entspricht. Die Behälter, aus denen die Behälterbaugruppe zusammengesetzt ist, müssen nicht allen Bestimmungen der Abschnitte 3 und 4 entsprechen, vorausgesetzt, die Behälterbaugruppe entspricht allen Bestimmungen der Abschnitte 3 und 4 in Bezug auf die verwendeten Werkstoffe und die Bauweise.

2.2.3. Ungeachtet der Bestimmungen der Abschnitte 2.2.1 und 2.2.2 muss eine Behälterbaugruppe den Bestimmungen der Abschnitte 4.2.4 (Feuersicherheitsprüfung), 4.2.10 (Fallprüfung) und 4.2.11 (Dichtheitsprüfung) entsprechen.

2.2.4. Es sind höchstens vier Behälter je Behälterbaugruppe zulässig.

2.2.5. Biegsame Kraftstoffleitungen dürfen in einer Behälterbaugruppe nicht als fest angebaute Verbindungsleitungen für Kraftstoff verwendet werden.

3. TECHNISCHE VORSCHRIFTEN

3.1. **Allgemeine Anforderungen**

Behälter müssen die in den Abschnitten 3.2 bis 3.11 enthaltenen technischen Vorschriften erfüllen.

3.2. **Feuerschutz**

Das Zusammenwirken von Behälter, Druckentlastungsvorrichtung(en) sowie allen zusätzlichen Isolierungen und Schutzmaterialien muss den Behälter im Brandfall vor Bruch schützen. Die Anordnung des Feuerschutzsystems ist anzugeben.

3.3. **Gewindeöffnungen**

Öffnungen mit konischen und zylindrischen Gewinden können bei allen Behältertypen verwendet werden. Gewinde müssen einer anerkannten internationalen oder nationalen Norm entsprechen.

3.4. **Äußerer Schutz gegen Umgebungseinflüsse**

Alle Schutzüberzüge von Behältern müssen so ausgewählt werden, dass ihre Aufbringung die mechanischen Eigenschaften des Behälters nicht nachteilig beeinflusst. Der Überzug muss so gestaltet sein, dass Wiederholungsprüfungen des Behälters möglich sind, und der Hersteller ist verpflichtet, Hinweise für die Behandlung des Überzugs während einer solchen Prüfung zu geben, damit die anhaltende Unversehrtheit des Behälters gesichert ist.

3.5. **Anforderungen an Werkstoffe**

3.5.1. *Allgemeines*

Die verwendeten Werkstoffe müssen für den Betrieb unter den in Abschnitt 2.7 beschriebenen Bedingungen geeignet sein. Unverträgliche Werkstoffe dürfen nicht miteinander in Berührung kommen.

3.5.2. *Stahl*

3.5.2.1. Stähle für Behälter und Innenbehälter müssen den in ISO 9809-1, Abschnitte 6.1 bis 6.4, oder in ISO 9809-2, Abschnitte 6.1 bis 6.3, enthaltenen Anforderungen an Werkstoffe entsprechen.

3.5.2.2. Rostfreie Stähle für Behälter und Innenbehälter müssen der Norm EN 1964-3, Abschnitte 4.1 bis 4.4, entsprechen.

3.5.2.3. Geschweißte rostfreie Stähle für Innenbehälter von Behältern des Typs 3 müssen der Norm EN 13322-2, Abschnitte 4.1 bis 4.3, entsprechen.

3.5.3. *Aluminiumlegierung*

3.5.3.1. Aluminiumlegierungen für Behälter und Innenbehälter müssen den in ISO 7866, Abschnitte 6.1 und 6.2, enthaltenen Anforderungen an Werkstoffe entsprechen.

3.5.3.2. Geschweißte Aluminiumlegierungen für Innenbehälter von Behältern des Typs 3 müssen der Norm EN 12862, Abschnitte 4.2 und 4.3, entsprechen.

3.5.4. *Werkstoffe für Kunststoffinnenbehälter*

Für Kunststoffinnenbehälter sind aushärtende oder thermoplastische Werkstoffe zu verwenden.

3.5.5. *Fasern*

Der Hersteller des Behälters ist verpflichtet, während der gesamten vorgesehenen Betriebsdauer der Behälterkonstruktion die veröffentlichten Spezifikationen für Verbundwerkstoffe einschließlich der wichtigsten Prüfergebnisse (Zugprüfung) sowie die Empfehlungen des Materialherstellers zu Lagerung, Bedingungen und Lagerfähigkeit aufzubewahren.

Der Hersteller des Behälters ist verpflichtet, während der gesamten vorgesehenen Betriebsdauer jedes Behälterloses die Bescheinigung des Faserherstellers, dass jede Lieferung den Produktspezifikationen des Herstellers entspricht, zu den Akten zu nehmen.

3.5.6. *Harze*

Bei dem zur Imprägnierung der Fasern verwendeten Polymerwerkstoff kann es sich um aushärtendes oder thermoplastisches Harz handeln.

3.6. **Berstdruckverhältnisse**

Die Mindestberstdruckverhältnisse, d. h. der tatsächliche Mindestberstdruck des Behälters dividiert durch seinen Nennbetriebsdruck, dürfen nicht unter den in Tabelle IV.3.6 aufgeführten Werten liegen.

Tabelle IV.3.6.

Mindestberstdruckverhältnisse

		Behältertyp			
Bauart		Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
Ganzmetallkonstruktion		2,25			
Umwicklung	Glas		2,4	3,4	3,5
	Aramid		2,25	2,9	3,0
	Kohlenstoff		2,25	2,25	2,25
	Hybridwerkstoff		(1)		

Erläuterungen:

(1) Bei Behälterkonstruktionen mit Verstärkung aus Hybridwerkstoffen, d. h. aus zwei oder mehr unterschiedlichen Faserarten, ist die Lastverteilung zu berücksichtigen, die sich aus den unterschiedlichen Elastizitätsmoduln der Fasertypen ergibt. Die berechneten Spannungsverhältnisse für jede einzelne Faserart müssen mit den aufgeführten Werten übereinstimmen. Die Spannungsverhältnisse können auch mithilfe von Dehnungsmessstreifen überprüft werden. Das Mindestberstdruckverhältnis ist so zu wählen, dass das Produkt aus berechneter Spannung in den Fasern bei Mindestberstdruckverhältnis und dem Nennbetriebsdruck dividiert durch die berechnete Spannung in der Faser bei Nennbetriebsdruck dem für die verwendeten Fasern vorgeschriebenen Spannungsverhältnis entspricht.

3.7. **Vorschriften für die Fertigung von Behältern**

3.7.1. *Behälter des Typs 1*

Die Enden von Behältern mit Aluminiumlegierung dürfen nicht durch ein Umformverfahren verschlossen werden. Durch Umformen verschlossene Böden von Stahlbehältern müssen einer zerstörungsfreien Prüfung oder einer gleichwertigen Prüfung unterzogen werden. Beim Verschließen der Böden dürfen keine Metalle zugesetzt werden. An jedem Behälter müssen vor dem Formen der Enden die Wanddicke und die Oberflächenbeschaffenheit untersucht werden.

Nach der Endformung müssen die Behälter wärmebehandelt werden, bis die für die Konstruktion spezifizierte Härte erreicht ist. Eine örtliche Wärmebehandlung ist nicht zulässig.

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

3.7.2. *Behälter der Typen 2, 3 und 4*

3.7.2.1. Faserwicklung bei Verbundbehältern

Werden Verbundbehälter ausgehend von einem Innenbehälter hergestellt, der mit einer Endlosfaser umwickelt wird, sind die Arbeitsgänge des Faserwickelverfahrens per Computer oder mechanisch zu steuern. Während des Wickelvorgangs sind die wesentlichen Kennwerte auf Einhaltung der festgelegten Toleranzen zu überwachen und in einem Protokoll aufzuzeichnen. Die wesentlichen Kennwerte sind:

a) Fasertyp einschließlich Tex-Wert und Schlichte;

b) Anzahl Faserbündel pro Bandbreite;

c) Art des Harzes und Mischungsverhältnis der Harzbestandteile;

d) Art der Imprägnierung, Gewicht oder Volumenanteil des Harzes oder der Faser;

e) Angabe des Wickelprogramms und des Wickelwinkels;

f) Anzahl der Umwicklungen in Richtung des Umfangs;

g) Anzahl der spiralförmigen Umwicklungen (nur Behälter der Typen 3 und 4);

h) Bandbreite;

i) Wickelspannung;

j) Wickelgeschwindigkeit;

k) Temperatur des Harzes.

3.7.2.2. Aushärtung warm aushärtender Harze

Nach Abschluss der Faserwicklung müssen warm aushärtende Harze in einem vorher festgelegten und kontrollierten Zeit-Temperatur-Verlauf durch Erwärmen ausgehärtet werden. Während des Härtens muss der Zeit-Temperatur-Verlauf dokumentiert werden.

Für Behälter mit Innenbehältern, die über eine Aluminiumlegierung verfügen, müssen die maximal zulässigen Härtungszeit- und Härtungstemperaturwerte unter den Werten liegen, die die Eigenschaften des Metalls nachteilig beeinflussen.

Für Behälter des Typs 4 muss die Härtungstemperatur bei warm aushärtenden Harzen mindestens 10 °C unter der Erweichungstemperatur des Kunststoffinnenbehälters liegen.

3.7.2.3. Autofrettage

Wird das Autofrettageverfahren angewandt, so muss dies vor der hydraulischen Prüfung geschehen. Der Autofrettagedruck muss innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzen liegen.

3.7.2.4. Metallische Innenbehälter

Das Schweißen von Innenbehältern aus rostfreiem Stahl muss der Norm EN 13322-2, Abschnitte 6.1, 6.2 und 6.4, entsprechen. Das Schweißen von Innenbehältern mit Aluminiumlegierung muss der Norm EN 12862, Abschnitte 4.1.2 und 6.1, entsprechen.

3.8. **Kennzeichnung der Behälter**

Auf jedem Behälter und gegebenenfalls auf der Außenfläche einer dauerhaft gekapselten Behälterbaugruppe muss der Hersteller deutliche und dauerhafte Kennzeichnungen von mindestens 6 mm Höhe anbringen. Die Kennzeichnung muss entweder durch Schilder, die in die Harzbeschichtung eingearbeitet sind, durch Aufkleber, durch möglichst spannungsfreie Einstempelungen, die auf den verdickten Böden der Behältertypen 1 und 2 angebracht werden, oder durch jede mögliche Kombination daraus erfolgen. Aufkleber und ihre Anbringung müssen der Norm ISO 7225 oder einer gleichwertigen Norm entsprechen. Die Anbringung mehrerer Schilder oder Aufkleber ist zulässig; diese sollten so platziert werden, dass sie nicht durch das Anbringen von Halterungen unkenntlich gemacht werden. Zusätzlich zu dem in Anhang II Teil 3 beschriebenen EG-Bauteil-Typgenehmigungszeichen muss jeder Behälter, der nach dieser Verordnung typgenehmigt wird, eine Kennzeichnungsstelle haben, auf der die folgenden Angaben deutlich lesbar sind:

a) Name des Herstellers;

b) eine einmal für jeden Behälter vergebene laufende Nummer;

c) ein Kennzeichen gemäß Anhang V Abschnitt 3.2;

d) Nennbetriebsdruck (MPa) bei 15 °C;

e) Jahr und Monat der Herstellung (z. B. 2009/01);

f) „NICHT NACH XXXX/XX VERWENDEN“, wobei XXXX/XX das Jahr und den Monat der Herstellung angibt, einschließlich der genehmigten Betriebsdauer des Behälters. Unter der Voraussetzung, dass der Behälter ohne Innendruck an einem trockenen Ort gelagert wurde, kann für das Herstellungsdatum der Zeitpunkt des Versands durch den Hersteller auf dem Behälter eingetragen werden.

g) „Anzahl der Füllzyklen xxxxx“, wobei xxxxx die Anzahl der Füllzyklen in Übereinstimmung mit Abschnitt 2.7.6 angibt.

3.9. **Vorschriften für die Fertigungschargenprüfung**

3.9.1. *Fertigungschargenprüfung*

3.9.1.1. Allgemeines

Chargenprüfungen müssen vom Hersteller an fertigen Behältern vorgenommen werden, die repräsentativ für die normale Produktion sind. Die zu prüfenden fertigen Behälter sind nach dem Zufallsprinzip aus jeder Charge auszuwählen. Eine Charge darf nicht mehr als 200 fertige Behälter einschließlich der für Zerstörungsprüfungen bestimmten fertigen Behälter oder mehr als die in einer Produktionsschicht nacheinander hergestellten Behälter umfassen (es gilt die jeweils größere Zahl).

Die Häufigkeit der Fertigungschargenprüfungen kann in folgender Weise verringert werden:

a) Wenn bei 10 nacheinander hergestellten Fertigungschargen einer Behälterbauart keiner der Behälter bei der höchstens 1,5-fachen Anzahl der erforderlichen Zyklen undicht wird oder bricht, kann die Druckzyklusprüfung auf einen Behälter aus jeweils 5 Chargen einer Produktion beschränkt werden. Sollte einer der geprüften Behälter die 1,5-fache Anzahl der erforderlichen Druckzyklen nicht überstehen, müssen die Chargenprüfungen bei den folgenden fünf Fertigungschargen wieder aufgenommen werden, um die reduzierte Häufigkeit der Prüfungen wiederherzustellen.

b) Wenn bei 10 nacheinander hergestellten Fertigungschargen einer Behälterbauart keiner der Behälter bei der zweifachen Anzahl der erforderlichen Zyklen undicht wird oder bricht, kann die Druckzyklusprüfung auf einen Behälter aus jeweils 10 Chargen einer Produktion beschränkt werden. Sollte einer der geprüften Behälter die zweifache Anzahl der erforderlichen Druckzyklen nicht überstehen, müssen die Chargenprüfungen bei den folgenden zehn Fertigungschargen wieder aufgenommen werden, bevor die Häufigkeit der Prüfungen erneut reduziert werden kann.

c) Wenn seit der letzten Druckzyklusprüfung einer Fertigungscharge mehr als drei Monate vergangen sind, ist ein Behälter der nächsten Charge einer Druckzyklusprüfung zu unterziehen, damit die geringere Prüfungshäufigkeit beibehalten werden kann.

Folgende Fertigungschargenprüfungen sind erforderlich:

a) Ein fertiger Behälter muss der Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur mit der in Abschnitt 3.9.1.2 genannten Häufigkeit unterzogen werden.

b) Ein fertiger Behälter, Innenbehälter oder ein wärmebehandeltes Prüfstück, das für fertige Behälter oder Innenbehälter repräsentativ ist, muss den in Tabelle IV.3.9 genannten sonstigen Prüfungen unterzogen werden.

c) Ein fertiger Behälter muss der Berstprüfung unterzogen werden. Ein fertiger Behälter, der den Vorschriften für die Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur entspricht, kann auch der Berstprüfung unterzogen werden.

d) Ist ein äußerer Schutzüberzug (z. B. organischer Anstrich, Farbe) aufgebracht, muss ein fertiger Behälter oder ein Prüfstück, das für die Fertigungscharge repräsentativ ist, der Überzugsprüfung unterzogen werden.

Werden mehr Behälter als erforderlich geprüft, sind alle Ergebnisse aufzuzeichnen.

Bei allen Behältern, die die Anforderungen einer Fertigungschargenprüfung nicht erfüllen, ist vorzugehen wie in Abschnitt 3.9.2 beschrieben.

Tabelle IV.3.9.

Fertigungschargenprüfungen

Prüfung und entsprechender Abschnitt		Vorgeschrieben für Behältertyp				Vorgeschriebener Konstruktionswert	Prüfwert
		1	2	3	4		
(1)	Zugprüfung	✓	✓ (5)	✓ (5)	✓ (5)		
(2)	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy	✓	✓ (5)	✓ (5)			
(3)	Biegeprüfung			✓ (5)			
(4)	Makrostrukturprüfung			✓ (5)			
4.1.2.	Erweichungstemperatur-Prüfung				✓ (5)		
4.1.6.	Überzugsprüfung	✓	✓	✓	✓		
4.2.1.	Berstprüfung	✓	✓	✓	✓		
4.2.2.	Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur	✓	✓	✓	✓ (6)		
4.2.11.	Dichtheitsprüfung			✓ (7)	✓ (6)		
4.2.13.	Verdrehfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen				✓ (6)		

Erläuterungen:

(1) a) Behälter und Innenbehälter aus Stahl: siehe ISO 9809-1 Abschnitt 10.2 oder ISO 9809-2 Abschnitt 10.2;
b) Behälter und Innenbehälter aus rostfreiem Stahl: siehe EN 1964-3 Abschnitt 7.1.2.1;
c) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.4;
d) Behälter und Innenbehälter mit Aluminiumlegierung: siehe ISO 7866 Abschnitt 10.2;
e) Innenbehälter mit geschweißter Aluminiumlegierung: siehe EN 12862 Abschnitte 7.2.3 und 7.2.4;
f) Nichtmetallische Innenbehälter: siehe Abschnitt 4.1.1;

(2) a) Behälter und Innenbehälter aus Stahl: siehe ISO 9809-1 Abschnitt 10.4 oder ISO 9809-2 Abschnitt 10.4;
b) Behälter und Innenbehälter aus rostfreiem Stahl: siehe EN 1964-3 Abschnitt 7.1.2.4;
c) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.6;

(3) a) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.5;
b) Innenbehälter mit geschweißter Aluminiumlegierung: siehe EN 12862 Abschnitte 7.2.5, 7.2.6 und 7.2.7;

(4) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.7;

(5) Prüfung am Werkstoff des Innenbehälters.

(6) Die nachstehende Prüffolge ist auf Behälter des Typs 4 anzuwenden: 1. Verdrehfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen (Abschnitt 4.2.13), 2. Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur (Abschnitt 4.2.2), 3. Dichtheitsprüfung (Abschnitt 4.2.11).

(7) Eine Dichtheitsprüfung ist an allen geschweißten metallischen Innenbehältern durchzuführen.

3.9.1.2. Häufigkeit der Druckzyklusprüfungen bei Umgebungstemperatur

An fertigen Behältern wird eine Druckzyklusprüfung mit folgender Häufigkeit vorgenommen:

a) Ein Behälter aus jeder Charge wird mit der dreifachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 zyklisch unter Druck gesetzt:

b) Wenn bei zehn nacheinander hergestellten Fertigungschargen von Behältern keiner der nach Buchstabe a zyklisch unter Druck gesetzten Behälter bei der viereinhalbfachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 undicht wird oder bricht, kann die Druckzyklusprüfung auf einen Behälter aus jeweils fünf Fertigungschargen beschränkt werden, wobei der Behälter aus der ersten der fünf Chargen zu wählen ist.

c) Wenn bei zehn nacheinander hergestellten Fertigungschargen von Behältern keiner der nach Buchstabe a zyklisch unter Druck gesetzten Behälter bei der sechsfachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 undicht wird oder bricht, kann die Druckzyklusprüfung auf einen Behälter aus jeweils zehn Fertigungschargen beschränkt werden, wobei der Behälter aus der ersten der zehn Chargen zu wählen ist.

d) Wenn seit der Herstellung der letzten Fertigungscharge mehr als drei Monate vergangen sind, ist ein Behälter der nächsten Charge einer Druckzyklusprüfung zu unterziehen, damit die geringere Prüfungshäufigkeit nach den Buchstaben b oder c beibehalten werden kann.

e) Sollte einer der gemäß Buchstaben b oder c mit reduzierter Häufigkeit geprüften Behälter die dreifache Anzahl der Druckzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 nicht überstehen, muss die in Buchstabe a genannte Häufigkeit der Druckzyklusprüfungen wieder aufgenommen werden, und zwar über mindestens zehn Fertigungschargen, bevor die Häufigkeit der Druckzyklusprüfungen gemäß den Buchstaben b oder c erneut reduziert werden kann.

f) Sollte einer der in den Buchstaben a, b oder c genannten Behälter die dreifache Anzahl der Druckzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 nicht überstehen, ist die Ursache dafür zu ermitteln und nach dem Verfahren des Abschnitts 3.9.2 zu beseitigen. Die Druckzyklusprüfung ist dann an drei zusätzlichen Behältern der betreffenden Charge zu wiederholen. Sollte einer der drei zusätzlichen Behälter die dreifache Anzahl der Druckzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 nicht überstehen, ist diese Fertigungscharge zurückzuweisen. Der Hersteller muss nachweisen, dass die seit der letzten bestandenen Fertigungsprüfung hergestellten Behälter allen Vorschriften für die Fertigungschargenprüfung genügen.

3.9.2. *Nichterfüllung der Prüfanforderungen*

Werden Prüfanforderungen nicht erfüllt, so 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 Behälter der betroffenen Fertigungscharge einer weiteren Wärmebehandlung unterziehen.

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

In beiden Fällen sind alle zum Nachweis der Annehmbarkeit der neuen Fertigungscharge erforderlichen Typ- und Chargenprüfungen zu wiederholen. Ist das Ergebnis einer oder mehrerer Prüfungen auch nur teilweise nicht zufriedenstellend, sind alle Behälter der Fertigungscharge zurückzuweisen.

3.10. **Produktionskontrolle und Prüfanforderungen**

Produktionskontrollen und -prüfungen sind an allen Behältern während und nach der Fertigung wie folgt durchzuführen:

a) durch eine Nachprüfung, um festzustellen, ob bei den wichtigsten Abmessungen und der Masse des fertigen Behälters und gegebenenfalls bei denen des Innenbehälters und der Umwicklung die Konstruktionstoleranzen eingehalten sind;

b) durch eine Überprüfung der Einhaltung der wichtigsten Fertigungskennwerte (siehe Anhang II Teil 1 Anlage des Beschreibungsbogens) sowie der spezifizierten Oberflächenbeschaffenheit unter besonderer Berücksichtigung von tiefgezogenen Oberflächen und Falten oder Überlappungen an Hals oder Schulter von geschmiedeten oder gedrückten Bodenhülsen oder Öffnungen;

c) bei metallischen Behältern und Innenbehältern ist gemäß ISO 9809 Anhang B oder EN 1964-3 Anhang C oder EN 13322-2 Anhang B eine zerstörungsfreie Prüfung durchzuführen oder ein nachgewiesen gleichwertiges Verfahren anzuwenden, um zu überprüfen, ob die vorhandene maximale Fehlergröße, wie festgelegt, geringer ist als die in der Konstruktion spezifizierte Fehlergröße.

Geschweißte Innenbehälter aus rostfreiem Stahl sind ebenfalls gemäß EN 13322-2 Abschnitt 6.8.2 zu überprüfen; geschweißte Innenbehälter mit Aluminiumlegierung sind gemäß EN 12862 Abschnitte 6.2.1 (zweiter Teil) und 6.2.3 zu überprüfen.

Für Behälter der Konstruktionstypen 1, 2 und 3 ist für eine beliebige Stelle des metallischen Behälters oder Innenbehälters die maximal zulässige Fehlergröße festzulegen, die während eines spezifizierten Wiederholungsprüfungszeitraums oder, falls keine Wiederholungsprüfung vorgesehen ist, während der gesamten Betriebsdauer nicht auf eine kritische Größe anwächst. Die kritische Fehlergröße wird definiert als der maximale Wanddurchdringungsschaden (bei Behälter oder Innenbehälter), der noch ein Ausströmen des Gases ohne Brechen des Behälters ermöglicht. Fehlergrößen, die als Kriterien für die Zurückweisung bei der Ultraschallprüfung oder einer anderen gleichwertigen Prüfung festgelegt werden, müssen kleiner als die maximal zulässigen Fehlergrößen sein. Bei den Behältern der Typen 2 und 3 ist davon auszugehen, dass die nichtmetallischen Werkstoffe keinen Schaden aufgrund zeitabhängiger Vorgänge nehmen. Die zulässige Fehlergröße für zerstörungsfreie Prüfungen ist nach einem geeigneten Verfahren zu bestimmen.

Behälter müssen folgende Anforderungen erfüllen:

a) Härteprüfung für metallische Behälter und Innenbehälter in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.1.8;

b) hydraulische Prüfung in Übereinstimung mit Abschnitt 4.2.15;

c) Dichtheitsprüfung für Behälter des Typs 4 sowie für Behälter des Typs 3 mit geschweißten metallischen Innenbehältern in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.11;

d) Überprüfung der Kennzeichnungen in Übereinstimmung mit Abschnitt 3.8.

Tabelle IV.3.10 enthält eine Zusammenfassung der erforderlichen Produktionskontrollen und Prüfungen für jeden Behälter.

Tabelle IV.3.10.

Produktionskontrollen und Prüfungen

Produktionskontrollen und Prüfungen und Bezug		Vorgeschrieben für Behältertyp			
		1	2	3	4
	Hauptabmessungen	✓	✓	✓	✓
Anlage des Beschreibungsbogens (Anhang II Teil 1)	Wichtigste Fertigungskennwerte	✓	✓	✓	✓
	Zerstörungsfreie Prüfung	✓	✓ (1)	✓ (1)	
4.1.8	Härteprüfung	✓	✓ (1)	✓ (1)	
4.2.11	Dichtheitsprüfung			✓ (2)	✓
4.2.15	Hydraulische Prüfung	✓	✓	✓	✓
3.8	Kennzeichnungen	✓	✓	✓	✓

Erläuterungen:

(1) Prüfung metallischer Innenbehälter.

(2) Eine Dichtheitsprüfung ist an allen geschweißten metallischen Innenbehältern durchzuführen.

3.11. **Änderungen**

Änderungen können anhand des in Tabelle IV.3.11 enthaltenen reduzierten Prüfprogramms genehmigt werden. Größere Änderungen, die nicht durch Tabelle IV.3.11 abgedeckt sind, bedürfen einer vollständigen Genehmigungsprüfung.

Tabelle IV.3.11.

Genehmigungsprüfung für Änderungen

	Art der Prüfung											
	Werkstoffe Abschnitte 4.1.1-4.1.8, gegebenenfalls durchzuführen	Wasserstoffverträglichkeit Abschnitt 4.1.7	Berstprüfung Abschnitt 4.2.1	Druckzyklusprüfung bei Umgebungs-temperatur Abschnitt 4.2.2	Leck-vor-Bruch-(LBB)-VerhaltenAbschnitt 4.2.3	Feuersicherheitsprüfung Abschnitt 4.2.4	Durchschlagprüfung Abschnitt 4.2.5	Prüfung auf Beständigkeit gegen Chemikalien Abschnitt 4.2.6	Risstoleranzprüfung am Verbundwerk-stoff: Abschnitt 4.2.7	Prüfung mit beschleunigtem Spannungs-bruch Abschnitt 4.2.8	Fallprüfung Abschnitt 4.2.10	Permeationsprüfung (Abschnitt 4.2.12) Verdrehfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen (Abschnitt 4.2.13) Wasserstoffzyklusprüfung (Abschnitt 4.2.14)
Faserhersteller			2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4					2, 3, 4	3, 4	
Werkstoff des metallischen Behälters oder Innenbehälters	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	2, 3	2, 3	3	
Werkstoff des Kunststoffinnenbehälters	4			4				4				4
Faserwerkstoff	2, 3, 4		2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	
Harzwerkstoff							2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	
Durchmesserveränderung ≤ 20 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Durchmesserveränderung > 20 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		2, 3, 4		3, 4	
Längenveränderung ≤ 50 %			1, 2, 3, 4			—						
Längenveränderung > 50 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4					3, 4	
Veränderung des Nennbetriebsdrucks ≤ 20 % (1)			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Veränderung des Nennbetriebsdrucks > 20 % (1)			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4					
Form des gewölbten Endes			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								4
Größe der Öffnung			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Änderung des Überzugs	2, 3, 4							2, 3, 4				
Ausführung des Anschlussstutzens												4 (2)
Änderung im Herstellungsverfahren (3)			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Feuerschutzsystem						1, 2, 3, 4						

Erläuterungen: Beispiel: 2, 3 bedeutet, dass eine Prüfung nur für Behälter vom Typ 2 und 3 erforderlich ist.

(1) Nur bei Dickeveränderung, die proportional zur Durchmesser- und/oder Druckveränderung ist.

(2) Eine Wasserstoff-Zyklusprüfung ist nicht erforderlich, wenn die Spannungen am Hals durch die Konstruktionsänderung unverändert oder geringer sind (z. B. nach Verringerung des Durchmessers bei Innengewinden oder nach Veränderung der Länge der Anschlussstutzen), wenn die Anschlussstelle für Anschlussstutzen am Innenbehälter nicht betroffen ist und wenn für Anschlussstutzen, Innenbehälter und Dichtungen die ursprünglichen Werkstoffe verwendet werden.

(3) Jede Abweichung von den in der Anlage des Beschreibungsbogens (Anhang II Teil 1) enthaltenen Kennwerten ist als Änderung im Herstellungsverfahren zu betrachten.

4. PRÜFVERFAHREN

4.1. **Werkstoffprüfungen**

Die Werkstoffprüfungen sind in Übereinstimmung mit Tabelle IV.4.1 und gemäß den in den Abschnitten 4.1.1 bis 4.1.8 beschriebenen Prüfverfahren durchzuführen.

Tabelle IV.4.1.

Werkstoffprüfungen

	Gilt für den Werkstoff					
Werkstoffprüfungen	Stahl	Aluminiumlegierung	Kunststoffinnenbehälter	Faser	Harz	Überzug
Zugprüfung (2)	✓	✓	✓			
Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (3)	✓					
Biegeprüfung (4)	✓ (1)	✓ (1)				
Makrostrukturprüfung (5)	✓ (1)					
Korrosionsprüfung (6)		✓				
Prüfung der Rissbildung bei Dauerbelastung (7)		✓				
Erweichungstemperaturprüfung			✓			
Verglasungstemperaturprüfung					✓	
Prüfung der Scherfestigkeit der Harzwerkstoffe					✓	
Prüfung des Überzugs						✓
Prüfung auf Wasserstoffverträglichkeit (8)	✓	✓	✓	✓	✓	

Erläuterungen:

(1) Nur bei Behältern mit geschweißten Innenbehältern.

(2) a) Behälter und Innenbehälter aus Stahl: siehe ISO 9809-1 Abschnitt 10.2 oder ISO 9809-2 Abschnitt 10.2;
b) Behälter und Innenbehälter aus rostfreiem Stahl: siehe EN 1964-3 Abschnitt 7.1.2.1;
c) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.4;
d) Behälter und Innenbehälter mit Aluminiumlegierung: siehe ISO 7866 Abschnitt 10.2;
e) Innenbehälter mit geschweißter Aluminiumlegierung: siehe EN 12862 Abschnitte 7.2.3 und 7.2.4;
f) nichtmetallische Innenbehälter: siehe Anhang IV, Teil 2 Abschnitt 4.1.1;

(3) a) Stahlbehälter und Innenbehälter: siehe ISO 9809-1 Abschnitt 10.4 oder ISO 9809-2 Abschnitt 10.4;
b) Behälter und Innenbehälter aus rostfreiem Stahl: siehe EN 1964-3 Abschnitt 7.1.2.4;
c) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.6;

(4) a) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.5;
b) Innenbehälter mit geschweißter Aluminiumlegierung: siehe EN 12862 Abschnitte 7.2.5, 7.2.6 und 7.2.7.

(5) Innenbehälter aus geschweißtem rostfreiem Stahl: siehe EN 13322-2 Abschnitt 8.7;

(6) a) Behälter und Innenbehälter mit Aluminiumlegierung: siehe ISO 7866 Anhang A;
b) Innenbehälter mit geschweißter Aluminiumlegierung: siehe EN 12862 Anhang A.

(7) a) Behälter und Innenbehälter mit Aluminiumlegierung: siehe ISO 7866 Anhang B (außer zweiter Absatz der Klausel B.2);
b) Innenbehälter mit geschweißter Aluminiumlegierung: siehe EN 12862 Anhang B (außer Abschnitt B.2.2).

(8) a) Diese Prüfung ist nicht erforderlich für:
i) Stähle gemäß ISO 9809-1 Abschnitte 6.3 und 7.2.2;
ii) Aluminiumlegierungen gemäß ISO 7866 Abschnitt 6.1.
b) Für sonstige metallische Behälter oder Innenbehälter ist der Nachweis über die Wasserstoffverträglichkeit des Werkstoffes einschließlich der Schweißnähte gemäß ISO 11114-1 und ISO 11114-4 oder Abschnitt 4.1.7 zu erbringen.
c) Für nichtmetallische Werkstoffe ist ein Nachweis über die Wasserstoffverträglichkeit zu erbringen.

4.1.1. *Zugprüfung*

4.1.1.1. Stichprobe

Die Prüfung ist nur an Behältern des Typs 4 vorzunehmen.

Die Prüfung ist nur an Werkstoffen des Kunststoffinnenbehälters vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden Innenbehälter: 2.

4.1.1.2. Verfahren

Die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe für Kunststoffinnenbehälter sind bei – 40 °C in Übereinstimmung mit ISO 527-2 zu prüfen.

4.1.1.3. Anforderungen

Die Prüfergebnisse müssen innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzen liegen, wie in der Anlage des Beschreibungsbogens (Anhang II Teil 1) beschrieben.

4.1.1.4. Ergebnisse

Streckspannung und Bruchdehnung der Werkstoffe für Kunststoffinnenbehälter müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.1.2. *Erweichungstemperaturprüfung*

4.1.2.1. Stichprobe

Die Prüfung ist nur an Behältern des Typs 4 vorzunehmen.

Die Prüfung ist nur an Polymerwerkstoffen vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden Innenbehälter: 1.

Fertigungschargenprüfungen — Anzahl der zu prüfenden Innenbehälter: 1.

4.1.2.2. Verfahren

Die Erweichungstemperatur von Polymerwerkstoffen fertiger Kunststoffinnenbehälter ist gemäß dem Verfahren A50 der Norm ISO 306 zu ermitteln.

4.1.2.3. Anforderung

Die Erweichungstemperatur muss ≥ 100 °C betragen.

4.1.2.4. Ergebnisse

Die Erweichungstemperatur muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.1.3. *Verglasungstemperaturprüfung*

4.1.3.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 2, 3 und 4 vorzunehmen.

Die Prüfung ist nur an Verbundharzwerkstoffen vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden Stichproben: 3.

4.1.3.2. Verfahren

Die Verglasungstemperatur der Harzwerkstoffe ist nach der Norm ASTM D3418 zu bestimmen.

4.1.3.3. Anforderungen

Die Prüfergebnisse müssen innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzen liegen, wie in der Anlage des Beschreibungsbogens (Anhang II Teil 1) beschrieben.

4.1.3.4. Ergebnisse

Die abschließenden Prüfergebnisse müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben. Als Verglasungstemperatur ist der Mindestmesswert anzugeben.

4.1.4. *Prüfung der Scherfestigkeit der Harzwerkstoffe*

4.1.4.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 2, 3 und 4 vorzunehmen.

Die Prüfung ist nur an Verbundharzwerkstoffen vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden Stichproben: 3.

4.1.4.2. Verfahren

Harzwerkstoffe sind nach ASTM D2344/D2344M an einem Probestück zu prüfen, das für die Verbundwerkstoff-Umwicklung repräsentativ ist.

4.1.4.3. Anforderung

Nachdem der Verbundwerkstoff 24 Stunden lang in Wasser gekocht wurde, muss die Scherfestigkeit mindestens 13,8 MPa betragen.

4.1.4.4. Ergebnisse

Die Mindestscherfestigkeit muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.1.5. *Überzugsprüfung*

4.1.5.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältertypen vorzunehmen, auf denen ein äußerer Schutzüberzug (z. B. organischer Anstrich, Farbe) aufgebracht ist.

Typgenehmigungsprüfung – Anzahl der zu prüfenden Stichproben: entsprechend der jeweiligen Norm.

4.1.5.2. Verfahren und Anforderung

Überzüge sind unter Anwendung folgender Prüfmethoden zu bewerten:

a) Haftfestigkeit in Übereinstimmung mit ISO 4624 unter Anwendung der Prüfmethode A oder B. Die Beschichtung muss einen Haftwert von 4 aufweisen.

b) Biegsamkeit in Übereinstimmung mit ASTM D522 unter Anwendung der Prüfmethode B mit einem Dorn von 12,7 mm Durchmesser bei der angegebenen Dicke bei – 20 °C; Prüfstücke gemäß ASTM D522. Es dürfen keine sichtbaren Risse vorhanden sein.

c) Schlagfestigkeit in Übereinstimmung mit ASTM D2794. Der Überzug muss bei Raumtemperatur eine Aufprallprüfung mit Aufprall von vorn und einer Aufprallenergie von 18 J bestehen.

d) Chemikalienbeständigkeit in Übereinstimmung mit ASTM D1308. Die Prüfung ist 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 sich der Überzug nicht ablösen, keine Blasen bilden und nicht weich werden. Das Haftvermögen muss den Wert 3 erreichen, wenn die Prüfung nach ASTM D3359 durchgeführt wird. Diese Prüfung ist nicht erforderlich, wenn eine Prüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.6 erfolgt.

e) Prüfung auf Beständigkeit gegen Licht und Feuchtigkeit in Übereinstimmung mit ASTM G154; Dauer: 1 000 Stunden. Es darf keine Blasenbildung erfolgen. Das Haftvermögen muss den Wert 3 erreichen, wenn die Prüfung nach ISO 4624 durchgeführt wird. Der Glanzverlust darf höchstens 20 % betragen.

f) Salzsprühnebelprüfung in Übereinstimmung mit ASTM B117; Dauer: 500 Stunden. Die Unterätzung darf an den Anrissmarkierungen 3 mm nicht übersteigen. Es darf keine Blasenbildung erfolgen. Das Haftvermögen muss den Wert 3 erreichen, wenn die Prüfung nach ASTM D3359 durchgeführt wird.

g) Abplatzfestigkeit bei Raumtemperatur unter Verwendung von ASTM D3170. Bei der Beschichtung muss ein Wert von mindestens 7A erreicht werden, und der Untergrund darf an keiner Stelle freiliegen.

4.1.5.3. Ergebnisse

Die abschließenden Prüfergebnisse müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.1.6. *Fertigungschargenprüfung an Überzügen*

4.1.6.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältertypen vorzunehmen, auf denen ein äußerer Schutzüberzug (z. B. organischer Anstrich, Farbe) aufgebracht ist.

Fertigungschargenprüfungen — Anzahl der zu prüfenden Behälter/Prüfstücke je Fertigungscharge: in Übereinstimmung mit Abschnitt 3.9.1.

4.1.6.2. Verfahren und Anforderung

Überzüge sind unter Anwendung folgender Prüfmethoden zu bewerten:

a) Messung der Überzugsdicke in Übereinstimmung mit ISO 2808. Die Dicke muss den Anforderungen an die Konstruktion entsprechen.

b) Haftfestigkeit in Übereinstimmung mit ISO 4624 unter Anwendung der Prüfmethode A oder B. Der Überzug muss einen Haftwert von 4 aufweisen.

4.1.6.3. Ergebnisse

Die abschließenden Prüfergebnisse müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

Der Hersteller ist verpflichtet, die Werte der Überzugsdicke und der Haftfestigkeit für die gesamte Betriebsdauer des Behälters aufzubewahren.

4.1.7. *Prüfung auf Wasserstoffverträglichkeit*

4.1.7.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 1, 2, und 3 in Übereinstimmung mit Abschnitt 2.1.2 des Nachtrags zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden Behälter oder Innenbehälter: 3.

4.1.7.2. Verfahren

Bei der Durchführung dieser Prüfung muss besonders auf Sicherheit geachtet werden.

Bei Umgebungstemperatur ist eine Druckzyklusprüfung mit Wasserstoff mit der dreifachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 durchzuführen; entweder

a) am Behälter mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks, oder

b) am Innenbehälter mit den Druckwerten, die eine Belastung der Wand des Innenbehälters erzeugen, die derjenigen entspricht, die bei einer Druckbeaufschlagung des Behälters mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks entsteht.

4.1.7.3. Anforderung

Die Behälter oder Innenbehälter dürfen nicht vor Erreichen der dreifachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 versagen.

4.1.7.4. Ergebnisse

Die abschließenden Prüfergebnisse müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

Der Hersteller ist verpflichtet, die Ergebnisse für die gesamte Betriebsdauer des Behälters aufzubewahren.

4.1.8. *Härteprüfung*

4.1.8.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältern und an den Innenbehältern von Behältern der Typen 1, 2 und 3 vorzunehmen.

Die Prüfung ist nur an metallischen Werkstoffen vorzunehmen.

Produktionsprüfungen — Anzahl der zu prüfenden Behälter oder Innenbehälter: alle.

Die Prüfung muss nach der abschließenden Wärmebehandlung erfolgen.

4.1.8.2. Verfahren

Härteprüfungen nach ISO 6506-1 sind an der parallelen Wand in der Mitte und an einem gewölbten Ende jedes Behälters oder Innenbehälters durchzuführen.

4.1.8.3. Anforderung

Der Härtewert muss im bauartspezifischen Bereich liegen.

4.1.8.4. Ergebnisse

Der Härtewert muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt (Anhang II Teil 2) beschrieben.

Der Hersteller ist verpflichtet, die Ergebnisse über die gesamte Betriebsdauer des Behälters aufzubewahren.

4.2. **Behälterprüfungen**

4.2.1. *Berstprüfung*

4.2.1.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältern vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 3.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden Innenbehälter: 1 (zusätzliche Prüfung nur für Behälter des Typs 2).

Fertigungschargenprüfungen — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter je Fertigungscharge: in Übereinstimmung mit Abschnitt 3.9.1.

4.2.1.2. Verfahren

Der Behälter ist bei Raumtemperatur gemäß dem folgenden Verfahren einer hydraulischen Berstprüfung zu unterziehen:

Bei Drücken von über 80 % des Nennbetriebsdrucks beträgt die Drucksteigerungsrate mindestens 1,4 MPa/s multipliziert mit dem in Abschnitt 3.6 genannten Berstdruckverhältnis. Wenn bei Drücken von über 80 % des Nennbetriebsdrucks multipliziert mit dem Berstdruckverhältnis die Drucksteigerungsrate 0,35 MPa/s übersteigt, so muss entweder der Behälter zwischen der Druckquelle und dem Druckmessgerät platziert werden oder der Zeitraum bei einem Druck, der über dem Produkt aus Nennbetriebsdruck und Berstdruckverhältnis liegt, muss mehr als 5 Sekunden betragen.

4.2.1.3. Anforderung

Der Berstdruck des Behälters muss über dem Produkt aus Nennbetriebsdruck und dem in Abschnitt 3.6 genannten Berstdruckverhältnis liegen.

Bei Behältern des Typs 2 muss der Berstdruck des Innenbehälters das 1,25-fache des Nennbetriebsdrucks überschreiten.

4.2.1.4. Ergebnisse

Die Berstdruck muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

Der Hersteller ist verpflichtet, den Berstdruckwert über die gesamte Betriebsdauer des Behälters aufzubewahren.

4.2.2. *Druckzyklusprüfung bei Umgebungstemperatur*

4.2.2.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältern vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 2.

Fertigungschargenprüfungen — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter je Fertigungscharge: in Übereinstimmung mit Abschnitt 3.9.1.

4.2.2.2. Verfahren

Die Druckzyklusprüfung ist bei Umgebungstemperatur nach folgendem Verfahren durchzuführen:

a) Der zu prüfende Behälter wird mit einer nichtkorrosiven Flüssigkeit (z. B. Öl, stabilisiertes Wasser oder Glykol) gefüllt.

b) Druckzyklusprüfung mit der dreifachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks, wobei 10 Zyklen pro Minute nicht überschritten werden dürfen.

Für die Typgenehmigung sind die Behälter bis zum Versagen zu prüfen oder bis zum Neunfachen der Anzahl der Füllzyklen.

Für Fertigungschargenprüfungen gelten die Vorschriften des Abschnitts 3.9.1.

4.2.2.3. Anforderung

Für die Typgenehmigung müssen die Behälter entweder das Neunfache der Anzahl der Füllzyklen ohne Versagen erreichen, wonach sich eine Prüfung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens nach Abschnitt 4.2.3 erübrigt, oder das Versagen der Behälter erfolgt in Form von Leckverlusten und nicht durch Brechen. Bei Fertigungschargenprüfungen dürfen die Behälter nicht vor Erreichen der dreifachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 versagen.

4.2.2.4. Ergebnisse

Die Anzahl der bis zum Versagen durchlaufenen Druckzyklen sowie die Lage und der Beginn des Versagens sind zu dokumentieren und müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

Der Hersteller ist verpflichtet, die Ergebnisse über die gesamte Betriebsdauer des Behälters aufzubewahren.

4.2.3. *Prüfung des Leck-vor-Bruch-Verhaltens*

4.2.3.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältertypen vorzunehmen. Die Prüfung ist nicht erforderlich, wenn die Behälterbauart nach Prüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.2 erwiesenermaßen bereits das Neunfache der Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 überschritten hat.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 3.

4.2.3.2. Verfahren

Der Behälter ist nach folgendem Verfahren zu prüfen:

a) Der zu prüfende Behälter wird mit einer nichtkorrosiven Flüssigkeit (z. B. Öl, mit Korrosionsinhibitoren versetztes Wasser oder Glykol) gefüllt.

b) Druckzyklusprüfung des Behälters mit der dreifachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks, wobei 10 Zyklen pro Minute nicht überschritten werden dürfen.

4.2.3.3. Anforderung

Das Versagen der geprüften Behälter erfolgt in Form von Leckverlusten oder die Behälter überschreiten einwandfrei die dreifache Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6.

4.2.3.4. Ergebnisse

Die Anzahl der bis zum Versagen durchlaufenen Druckzyklen sowie die Lage und der Beginn des Versagens müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.4. *Feuersicherheitsprüfung*

4.2.4.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältertypen vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: mindestens 1.

4.2.4.2. Verfahren

Bei der Durchführung dieser Prüfung muss besonders auf Sicherheit geachtet werden.

Der Behälter wird mit Wasserstoff oder einem Gas mit höherem thermischen Druckaufbau unter Nennbetriebsdruck gesetzt. Der unter Druck stehende Behälter wird nach folgendem Verfahren geprüft:

a) Der Behälter ist in waagerechter Lage ungefähr 100 mm über einer 1,65 m langen, gleichmäßigen Feuerquelle anzubringen. Die Anordnung der Feuerquelle ist im Einzelnen aufzuzeichnen, damit gewährleistet werden kann, dass die dem Behälter zugeführte Wärmemenge jederzeit reproduzierbar ist. Bei Ausfall der Feuerquelle oder ungleichmäßiger Wärmezufuhr während einer Prüfung ist das Ergebnis ungültig.

b) Ist die Länge des Behälters ≤ 1,65 m, so muss dieser mittig über der Feuerquelle angebracht werden.

c) Ist der Behälter > 1,65 m und nur auf einer Seite mit einer Druckentlastungsvorrichtung ausgestattet, so muss die Feuerquelle am entgegengesetzten Ende beginnen.

d) Ist der Behälter > 1,65 m und an mehr als einer Stelle in Längsrichtung mit Druckentlastungsvorrichtungen ausgestattet, so muss die Feuerquelle so ausgerichtet werden, dass sie mittig zwischen den Druckentlastungsvorrichtungen liegt, die in der Waagerechten den größten Abstand zueinander haben.

e) Ist der Behälter > 1,65 m und zusätzlich durch eine Wärmeisolierung geschützt, so sind zwei Feuerprüfungen bei Nennbetriebsdruck durchzuführen. Der Behälter muss in einer Prüfung mittig über der Feuerquelle angebracht werden; in der anderen Prüfung muss das Feuer an einem der Enden des Behälters beginnen.

f) Behälterventile, Verbindungsteile oder Druckentlastungsvorrichtungen sind mit einer Metallabschirmung vor direkter Flammeneinwirkung zu schützen. Die Metallabschirmung darf nicht in unmittelbarem Kontakt mit den Druckentlastungsvorrichtungen stehen. Versagt bei der Prüfung ein Ventil, ein Verbindungsteil oder ein Rohr, das nicht Teil des für diese Bauart bestimmten Schutzsystems ist, so ist das Ergebnis ungültig.

g) Die Oberflächentemperaturen sind mit mindestens drei Thermoelementen zu überwachen, die an der Unterseite des Behälters in einem Abstand von nicht mehr als 0,75 m voneinander angebracht sind. Die Thermoelemente sind mit einer Metallabschirmung vor unmittelbarer Flammeneinwirkung zu schützen. Alternativ können die Thermoelemente auch in weniger als 25 mm × 25 mm × 25 mm große Metallblöcke eingesetzt werden.

h) Unmittelbar nach dem Entzünden muss die unmittelbare Flammeneinwirkung auf die Oberfläche des Behälters von der Feuerquelle aus über den gesamten Behälterdurchmesser erfolgen.

i) Die von den Thermoelementen angezeigten Temperaturen und der Behälterdruck sind während der Prüfung alle 10 Sekunden oder in kürzeren Abständen aufzuzeichnen.

j) Innerhalb von fünf Minuten nach dem Entzünden und für die weitere Dauer der Prüfung muss zumindest ein Thermoelement eine Temperatur von mindestens 590 °C anzeigen.

4.2.4.3. Anforderung

Die Druckentlastung des Behälters muss durch eine Druckentlastungsvorrichtung erfolgen; er darf nicht brechen.

4.2.4.4. Ergebnisse

Die Ergebnisse müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben, und müssen für jeden Behälter mindestens folgende Informationen enthalten:

a) die Dauer von der Entzündung bis zum Beginn der Druckentlastung durch die Druckentlastungsvorrichtung(en);

b) den höchsten Druck und die Dauer der Druckentlastung, bis ein Druckwert von ≤ 1,0 MPa erreicht ist.

4.2.5. *Durchschlagprüfung*

4.2.5.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältertypen vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

4.2.5.2. Verfahren

Bei der Prüfung des mit seinem Schutzüberzug versehenen Behälters ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Der Behälter ist bis zum Nennbetriebsdruck ± 1,0 MPa mit komprimiertem Gas unter Druck zu setzen.

b) Mindestens eine Seitenwand des Behälters muss von einem Hartkerngeschoss vom Kaliber ≥7,62 mm oder einem Schlagprüfgerät vollständig durchdrungen werden. Das Geschoss oder das Schlagprüfgerät muss die Seitenwand in einem Winkel von ungefähr 45° durchschlagen.

4.2.5.3. Anforderung

Der Behälter darf nicht brechen.

4.2.5.4. Ergebnisse

Die ungefähre Größe der Eintritts- und Austrittsöffnung sowie deren Lage sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.6. *Prüfung auf Beständigkeit gegen Chemikalien*

4.2.6.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 2, 3 und 4 vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

4.2.6.2. Verfahren

Bei der Prüfung des gegebenenfalls mit einem Schutzüberzug versehenen Behälters ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Der obere Abschnitt des Behälters wird in fünf klar abgegrenzte Bereiche unterteilt und für die Vorbereitung zur Pendelschlagprüfung und die Einwirkung von Flüssigkeit gekennzeichnet. Die fünf Bereiche haben einen Nenndurchmesser von jeweils 100 mm. Die fünf Bereiche müssen nicht entlang einer einzigen Linie ausgerichtet werden, dürfen jedoch nicht überlappen.

b) Der ungefähre Mittelpunkt jedes der fünf Bereiche ist durch einen Schlag mit einem Pendel vorzubehandeln. Der Schlagkörper des Pendels muss aus Stahl sein und die Form einer Pyramide mit den Seitenflächen eines gleichseitigen Dreiecks und einer quadratischen Grundfläche haben; dabei sind die Spitze und die Kanten mit einem Radius von 3 mm abgerundet. 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 Energie des Pendels im Augenblick des Aufschlags darf nicht unter 30 J liegen und muss sich diesem Wert so weit wie möglich nähern. Beim Aufschlag des Pendels muss der Behälter durch die Anschlussstutzen oder die vorgesehenen Halterungen in seiner Lage gehalten werden. Während der Vorbehandlung muss der Behälter drucklos sein.

c) Jeder der fünf vorbehandelten Bereiche ist einer von fünf Lösungen auszusetzen. Folgende Lösungen sind zu verwenden:

   i) Schwefelsäure — 19 Volumenprozent in Wasser;

   ii) Natriumhydroxid — 25 Gewichtsprozent in Wasser;

   iii) Methanol/Ottokraftstoff — Mischung im Verhältnis 5/95 %;

   iv) Ammoniumnitrat — 28 Gewichtsprozent in Wasser;

   v) Scheibenwaschflüssigkeit (Lösung aus je 50 Volumenprozent Methylalkohol und Wasser).

d) Bei der Prüfung ist der Behälter so auszurichten, dass sich die Bereiche, die Flüssigkeiten ausgesetzt werden, ganz oben befinden. Auf jeden der fünf vorbehandelten Bereiche, die Flüssigkeiten ausgesetzt werden, ist eine Schicht Glaswolle zu legen (ca. 0,5 mm dick mit einem Durchmesser von jeweils 100 mm). Auf die Glaswolle ist die Menge an Prüfflüssigkeit aufzubringen, die erforderlich ist, um die Schicht gleichmäßig auf ihrer ganzen Oberfläche und in ihrer ganzen Stärke für die gesamte Dauer der Prüfung zu befeuchten.

e) Druckzyklusprüfung mit der gemäß Abschnitt 2.7.6 ermittelten Anzahl von Füllzyklen, mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks und einer maximalen Drucksteigerungsrate von 2,75 MPa/s.

f) Der Behälter ist auf das 1,25-fache des Nennbetriebsdrucks zu setzen; dieser Druck ist mindestens 24 Stunden aufrechtzuhalten bis die abgelaufene Einwirkungszeit (Druckzyklus und konstanter Druck) der Prüfflüssigkeiten 48 Stunden beträgt.

g) Berstprüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.1.2.

4.2.6.3. Anforderung

Der Behälter muss einen Berstdruck erreichen, der mindestens dem 1,8-fachen des Nennbetriebsdrucks entspricht.

4.2.6.4. Ergebnisse

Die Berstdruck muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.7. *Risstoleranzprüfung am Verbundwerkstoff*

4.2.7.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 2, 3 und 4 vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

4.2.7.2. Verfahren

Bei der Prüfung des mit seinem Schutzüberzug versehenen Behälters ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) In die Umwicklung sind Risse in Längsrichtung zu schneiden. Die Risse müssen größer als die vom Hersteller angegebene Toleranz bei der Sichtprüfung sein; es sind mindestens folgende Risse in Längsrichtung in die Seitenwand des Behälters zu schneiden.

   i) 25 mm lang und 1,25 mm tief;

   ii) 200 mm lang und 0,75 mm tief;

b) Druckzyklusprüfung des fehlerhaften Behälters bei Umgebungstemperatur mit der dreifachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks.

4.2.7.3. Anforderung

Der Behälter muss der 0,6-fachen Anzahl der Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 ohne Bruch oder Undichtwerden standhalten, kann aber während der verbleibenden Prüfzyklen durch Undichtwerden versagen.

4.2.7.4. Ergebnisse

Die Anzahl der bis zum Versagen durchlaufenen Druckzyklen sowie die Lage und der Beginn des Versagens müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.8. *Prüfung mit beschleunigtem Spannungsbruch*

4.2.8.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 2, 3 und 4 vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

4.2.8.2. Verfahren

Bei der Prüfung des Behälters ohne Schutzüberzug ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Der Behälter ist auf das 1,25-fache des Nennbetriebsdrucks zu setzen; dieser Druck ist 1 000 Stunden lang bei einer Temperatur von 85 °C aufrechtzuhalten.

b) Berstprüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.1.2.

4.2.8.3. Anforderung

Der Berstdruck des Behälters muss über dem Quotient aus dem ≥ 0,85-fachen des Nennbetriebsdruck und dem in Abschnitt 3.6 genannten Berstdruckverhältnis liegen.

4.2.8.4. Ergebnisse

Die Berstdruck muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.9. *Druckzyklusprüfung bei extremen Temperaturen*

4.2.9.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 2, 3 und 4 vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

4.2.9.2. Verfahren

Die Behälter, deren Ummantelung aus Verbundwerkstoff frei von jedem Schutzüberzug sein muss, sind einer hydrostatischen Prüfung mit zyklisch wechselndem Druck auszusetzen; bei der Prüfung ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Konditionierung während 48 Stunden bei ≥ 85 °C und mindestens ≥ 95 % relativer Luftfeuchtigkeit.

b) Druckzyklusprüfung mit der 1,5-fachen, gemäß Abschnitt 2.7.6 ermittelten Anzahl von Füllzyklen, mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks bei ≥ 85 °C und mindestens ≥ 95 % relativer Luftfeuchtigkeit.

c) Stabilisierung bei Umgebungsbedingungen.

d) Konditionierung des Behälters und der Prüfflüssigkeit auf ≤ – 40 °C, gemessen an der Behälteroberfläche und in der Flüssigkeit.

e) Druckzyklusprüfung mit der 1,5-fachen, gemäß Abschnitt 2.7.6 ermittelten Anzahl von Füllzyklen, mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und mindestens dem Nennbetriebsdruck bei ≤ – 40 °C.

f) Dichtheitsprüfung ([1]) in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.11;

g) Berstprüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.1.2.

Erläuterung:

([1]) Gilt für Behälter des Typs 4 sowie für Behälter des Typs 3 mit geschweißten metallischen Innenbehältern.

4.2.9.3. Anforderung

Bei der Druckzyklusprüfung der Behälter darf kein Bruch, keine Undichtigkeit und kein Aufdrehen der Faser auftreten.

Ist eine Dichtheitsprüfung erforderlich, so müssen die Anforderungen der Dichtheitsprüfung erfüllt sein.

Die Behälter dürfen nicht bei einem Wert von unter 85 % des Produkts aus dem Nennbetriebsdruck und dem in Abschnitt 3.6 genannten Berstdruckverhältnis bersten.

4.2.9.4. Ergebnisse

Die Berstdruck muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.10. *Fallprüfung*

4.2.10.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern vom Typ 3 und 4 vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: mindestens 1 (alle Fallprüfungen können an einem einzigen Behälter oder Einzelfallversuche an höchstens drei verschiedenen Behältern erfolgen).

4.2.10.2. Verfahren

4.2.10.2.1. Die Fallprüfungen erfolgen bei Umgebungstemperatur, ohne Innendruck und ohne Ventile. Ein Verschlussstopfen kann in die Gewindeanschlüsse eingeführt werden, um Schäden an Gewinde und Dichtflächen zu vermeiden.

Die Fläche, auf die der Behälter fällt, muss eine ebene, waagerechte Betonplatte oder ein Boden ähnlicher Härte sein.

Bei der Prüfung des Behälters ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Der Behälter ist einmal in horizontaler Position fallen zu lassen, wobei sich der Behälterboden 1,8 m über der Oberfläche befinden muss, auf die er fallengelassen wird.

b) Der Behälter ist jeweils einmal aus senkrechter Position mit einer potenziellen Energie von ≥ 488 J auf jedes Behälterende fallen zu lassen, wobei sich der Behälterboden auf keinen Fall mehr als 1,8 m über der Oberfläche befinden darf, auf die der Behälter fallengelassen wird.

c) Der Behälter ist einmal mit einem Winkel von 45° fallen zu lassen; daraufhin werden nichtsymmetrische und nichtzylindrische Behälter um 90° um ihre Längsachse gedreht und nochmals mit einem Winkel von 45° fallengelassen; der Schwerpunkt des Behälters muss sich 1,8 m über der Oberfläche befinden, auf die er fallen gelassen wird. Liegt das untere Behälterende 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.

d) Ein eventuelles Rückprallen des Behälters darf nicht verhindert werden, jedoch soll der Behälter während der Fallprüfung nicht umfallen.

e) Druckzyklusprüfung des Behälters mit der dreifachen, gemäß Abschnitt 2.7.6 ermittelten Anzahl von Füllzyklen mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und dem mindestens 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks

4.2.10.2.2 Ist der Behälter mit einem besonderen Überzug versehen, an dem zu erkennen ist, ob er fallen gelassen wurde, können die in 4.2.10.2.1 Buchstaben a bis c genannten Werte für die Fallhöhe und die potenzielle Energie halbiert werden (d. h. 0,9 m statt 1,8 m, 0,3 m statt 0,6 m, 244 Joule statt 488 Joule).

4.2.10.3. Anforderungen

Der Behälter muss der 0,6-fachen, gemäß Abschnitt 2.7.6 ermittelten Anzahl von Füllzyklen ohne Bruch oder Undichtwerden standhalten, kann aber während der verbleibenden Zyklen durch Undichtwerden versagen.

Ist der Behälter gemäß Abschnitt 4.2.10.2.2 mit einer besonderen Beschichtung versehen, müssen an dieser infolge des Falles deutlich sichtbare Verformungen gemäß den Angaben des Herstellers zu erkennen sein.

4.2.10.4. Ergebnisse

Die Anzahl der bis zum Versagen durchlaufenen Druckzyklen sowie die Lage und der Beginn des Versagens müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.11. *Dichtheitsprüfung*

4.2.11.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern des Typs 4 sowie an Behältern des Typs 3 mit geschweißten metallischen Innenbehältern vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

Fertigungschargenprüfungen — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter je Fertigungscharge: in Übereinstimmung mit Abschnitt 3.9.1.

Produktionsprüfungen — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: alle.

4.2.11.2. Verfahren

Der Behälter ist gründlich zu trocknen und bei Nennbetriebsdruck für mindestens drei Minuten mit einem Testgas für die Dichtheitsprüfung zu beaufschlagen.

Für Fertigungschargenprüfungen ist die in der Erläuterung 6 der Tabelle IV.3.9 angegebene Prüfungsabfolge anzuwenden.

4.2.11.3. Anforderung

Weist ein Behälter Risse, Poren, Ablösungen und ähnliche Fehlstellen auf, so ist er zurückzuweisen. Die Permeation von Gas durch die Wand gemäß Abschnitt 4.2.12 wird nicht als Leckage angesehen.

4.2.11.4. Ergebnisse

Die Prüfergebnisse müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben. Der zulässige Leckagebetrag gilt nur für Prüfungen mit 100 % Wasserstoff. Die zulässigen Leckagebeträge für andere Gase oder Gasgemische sind in einen Wert umzurechnen, der 100 % Wasserstoff entspricht.

4.2.12. *Permeationsprüfung*

4.2.12.1. Stichprobe

Die Prüfung ist nur an Behältern des Typs 4 vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

4.2.12.2. Verfahren

Bei der Durchführung dieser Prüfung muss besonders auf Sicherheit geachtet werden.

Bei der Prüfung des Behälters ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Der Behälter ist bis zum Nennbetriebsdruck mit Wasserstoffgas unter Druck zu setzen.

b) Der Behälter ist in eine geschlossene, abgedichtete Kammer bei 15 °C ± 2 °C zu bringen und entweder über 500 Stunden auf Permeation zu prüfen oder bis ein stabiler Zustand für mindestens 48 Stunden gehalten wird.

4.2.12.3. Anforderungen

Die stabile Permeationsrate muss pro Stunde weniger als 6,0 Ncm^3 Wasserstoff pro Liter des Behälterinnenvolumens betragen.

4.2.12.4. Ergebnisse

Die Permeationsrate muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.13. *Verdrehfestigkeitsprüfung für Anschlussstutzen*

4.2.13.1. Stichprobe

Die Prüfung ist nur an Behältern des Typs 4 vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

Fertigungschargenprüfungen — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter je Fertigungscharge: in Übereinstimmung mit Abschnitt 3.9.1.

4.2.13.2. Verfahren

Bei der Prüfung des Behälters ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Der Behälter wird gegen Verdrehen gesichert.

b) Auf jeden Anschlussstutzen des Behälters wird ein Drehmoment aufgebracht, das dem doppelten des vom Hersteller genannten Einbaudrehmoments für das Ventil oder die Druckentlastungsvorrichtung entspricht; und zwar zuerst in der Richtung, in der der Gewindeanschluss festgezogen wird, dann in entgegengesetzter Richtung und zum Schluss noch einmal in der Richtung, in der er festgezogen wird.

c) Für die Typgenehmigung sind ferner folgende Prüfungen durchzuführen:

   i) Dichtheitsprüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.11;

   ii) Berstprüfung in Übereinstimmung mit den Abschnitten 4.2.1.2 und 4.2.1.3.

Für Fertigungschargenprüfungen ist die in der Erläuterung 6 der Tabelle IV.3.9 angegebene Prüfungsabfolge anzuwenden.

4.2.13.3. Anforderung

Für die Typgenehmigung muss der Behälter die Anforderungen der Dichtheits- und der Berstprüfung erfüllen.

Für Fertigungschargenprüfungen muss der Behälter die Anforderungen der Dichtheitsprüfung erfüllen.

4.2.13.4. Ergebnisse

Das Prüfdrehmoment, die Undichtigkeiten und der Berstdruck müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben. Der zulässige Leckagebetrag gilt nur für Prüfungen mit 100 % Wasserstoff. Die zulässigen Leckagebeträge für andere Gase oder Gasgemische sind in einen Wert umzurechnen, der 100 % Wasserstoff entspricht.

Der Hersteller ist verpflichtet, die Ergebnisse über die gesamte Betriebsdauer des Behälters aufzubewahren.

4.2.14. *Wasserstoffzyklusprüfung*

4.2.14.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an Behältern des Typs 4 sowie an Behältern des Typs 3 mit geschweißten metallischen Innenbehältern vorzunehmen.

Typgenehmigungsprüfung — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: 1.

4.2.14.2. Verfahren

Bei der Durchführung dieser Prüfung muss besonders auf Sicherheit geachtet werden.

Bei der Prüfung des Behälters ist nachstehende Abfolge einzuhalten:

a) Wasserstoffgas-Druckzyklusprüfung des Behälters über 1 000 Zyklen und mit einem Druck zwischen höchstens 2,0 MPa und mindestens dem Nennbetriebsdruck. Die Füllzeit darf nicht mehr als fünf Minuten betragen. Die Temperaturen während der Druckentlastung dürfen die in Abschnitt 2.7.5 genannten Werte nicht überschreiten.

b) Dichtheitsprüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.11.

Der Behälter ist zu zerschneiden und die Innenbehälter sowie die Schnittstelle von Innenbehälter und Anschlussstutzen sind auf Schäden wie Ermüdungsrisse oder Spuren elektrostatischer Entladung zu untersuchen.

4.2.14.3. Anforderung

Der Behälter muss die Anforderungen der Dichtheitsprüfung erfüllen.

Der Innenbehälter sowie die Schnittstelle von Innenbehälter und Anschlussstutzen dürfen keine Schäden wie Ermüdungsrisse oder Spuren elektrostatischer Entladung aufweisen.

4.2.14.4. Ergebnisse

Der Gesamtleckagewert muss in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

4.2.15. *Hydraulische Prüfung*

4.2.15.1. Stichprobe

Die Prüfung ist an allen Behältertypen vorzunehmen.

Produktionsprüfungen — Anzahl der zu prüfenden fertigen Behälter: alle.

4.2.15.2. Verfahren und Anforderung

a) Der Behälter ist mindestens auf das 1,5-fache des Nennbetriebsdrucks zu setzen. In keinem Fall darf der Druck über dem Autofrettagedruck liegen.

b) Der Druck muss mindestens 30 Sekunden lang aufrechterhalten werden, um die vollständige Ausdehnung zu gewährleisten. Kann der Druck wegen des Versagens der Prüfeinrichtung nicht aufrechterhalten werden, so darf die Prüfung bei einem um 0,7 MPa höheren Druck wiederholt werden. Es dürfen nicht mehr als zwei dieser Wiederholungsprüfungen durchgeführt werden.

c) Bei Behältern des Typs 1, 2 oder 3 muss der Hersteller 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. Die permanente Volumenvergrößerung ist die nach der Druckentlastung verbliebene Volumenvergrößerung.

d) Bei Behältern des Typs 4 muss der Hersteller den Grenzwert der elastischen Dehnung für den verwendeten Prüfdruck angeben; die elastische Dehnung darf aber bei keinem Behälter den Durchschnittswert für die Charge um mehr als 10 % übersteigen. Die elastische Dehnung ist die Gesamtausdehnung abzüglich der permanenten Volumenvergrößerung (vgl. Buchstabe c).

e) Behälter, die den vorgeschriebenen Dehnungsgrenzwerten nicht genügen, sind abzulehnen, können jedoch für Fertigungschargenprüfungen weiterverwendet werden.

4.2.15.3. Ergebnisse

Die Prüfergebnisse müssen in einem zusammenfassenden Prüfbericht angegeben werden, wie im Beiblatt zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang II Teil 2) beschrieben.

Der Hersteller ist verpflichtet, die Ergebnisse über die gesamte Betriebsdauer des Behälters aufzubewahren.

TEIL 3

Anforderungen an sonstige Wasserstoff führende Bauteile, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird

1. EINFÜHRUNG

Dieser Teil enthält die Anforderungen an und Prüfverfahren für sonstige Wasserstoff führende Bauteile, in denen komprimierter (gasförmiger) Wasserstoff verwendet wird.

2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

2.1. Die Typgenehmigung für sonstige Wasserstoff führende Bauteile erfolgt gemäß den in diesem Teil aufgeführten Bestimmungen.

2.2. Sofern nicht anders angegeben, werden in dieser Verordnung die Teile der Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher, die an dem abnehmbaren Wasserstoffspeicher angebracht sind, und die Teile, die am Fahrzeug angebracht sind, als getrennte Bauteile betrachtet.

2.3. Elektrische Teile eines Bauteils, das möglicherweise mit entzündbaren Wasserstoff-Luft-Gemischen in Berührung kommt, müssen:

2.3.1. so isoliert sein, dass kein Strom durch Wasserstoff enthaltende Teile geleitet wird;

2.3.2. gegen

a) das Gehäuse des Bauteils und

b) den Behälter oder die Behälterbaugruppe isoliert sein.

2.4. Geschweißte Verbindungen oberhalb des ersten Druckreglers sind einer hydraulischen Druckprüfung zu unterziehen, bei der sie dem dreifachen Nennbetriebsdruck auszusetzen sind, ohne dass sie bersten. Geschweißte Verbindungen unterhalb des ersten Druckreglers sind einer hydraulischen Druckprüfung zu unterziehen, bei der sie dem dreifachen höchstzulässigen Betriebsdruck auszusetzen sind, ohne dass sie bersten.

3. TECHNISCHE VORSCHRIFTEN

3.1. **Allgemeine Anforderungen**

3.1.1. Sofern in diesem Teil nicht anders angegeben, sind alle Prüfungen bei Umgebungstemperatur durchzuführen.

3.1.2. Bei den in diesem Teil beschriebenen Prüfverfahren ist der Bildung explosiver Gasgemische vorzubeugen.

3.1.3. Die Prüfdauer darf bei Prüfungen auf Dichtheit und Druckprüfungen nicht weniger als 3 Minuten betragen.

3.1.4. Wenn nicht anders angegeben, ist der aufgebrachte Prüfdruck am Einlass des geprüften Bauteils zu messen.

3.1.5. Ist ein Bauteil dem Druck ausgesetzt, der beim Betanken entsteht, sind Füllzyklen anzuwenden. Ist ein Bauteil dem Druck ausgesetzt, der infolge des Betriebs des Fahrzeugs, d. h. beim Betätigen des Aktivierungsschalters, entsteht, sind Arbeitszyklen anzuwenden.

3.1.6. Zusätzlich zu den nachstehenden Anforderungen hat der Hersteller alle Unterlagen gemäß Abschnitt 4 auszufüllen und beim Antrag auf Typgenehmigung der zuständigen Behörde vorzulegen.

3.1.7. Die Bauteile sind den geltenden Prüfverfahren gemäß der Tabelle in Anhang V der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 zu unterziehen. Die Prüfungen sind an Bauteilen durchzuführen, die für die normale Produktion repräsentativ sind und das Kennzeichen des Herstellers tragen.

3.1.8. Wenn nicht anders angegeben, sind die in Abschnitt 4.2 aufgeführten Prüfungen an denselben Bauteilmustern in der Reihenfolge gemäß Anhang V der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 durchzuführen, sodass beispielsweise beim Prüfen von Verbindungsteilen auf die Prüfung auf Korrosionsbeständigkeit (4.2.1) eine Dauerprüfung (4.2.2), anschließend eine hydraulische Druckzyklusprüfung (4.2.3) und schließlich eine Prüfung auf äußere Dichtheit (4.2.5.) folgt. Wenn ein Bauteil keine metallischen Bestandteile enthält, ist mit der ersten zutreffenden Prüfung zu beginnen.

3.2. **Spezifische Anforderungen**

3.2.1. Die Genehmigung für biegsame Kraftstoffleitungen ist für Leitungen beliebiger Länge mit dem vom Hersteller anzugebenden Mindestbiegeradius und mit Verbindungsteilen eines bestimmten Typs zu montieren.

3.2.2. Verstärkungseinlagen von biegsamen Kraftstoffleitungen sind entweder durch Beschichtung vor Korrosion zu schützen oder aus einem korrosionsfesten Werkstoff, z. B. rostfreiem Stahl, herzustellen. Wird eine Beschichtung verwendet, ist die Bildung von Blasen zwischen den Schichten zu verhindern.

3.2.3. Der elektrische Widerstand von biegsamen Treibstoffleitungen muss weniger als 1 Megaohm pro Meter betragen.

3.2.4. Das Profil der Einfülleinrichtung muss, in Abhängigkeit von deren Nennbetriebsdruck, die in den Abbildungen 3.2.1 bis 3.2.3 dargestellten Maße einhalten, dabei ist H x ein Nennbetriebsdruck von x Mpa bei 15 °C:

Abbildung 3.2.1.

H35-Einfülleinrichtung

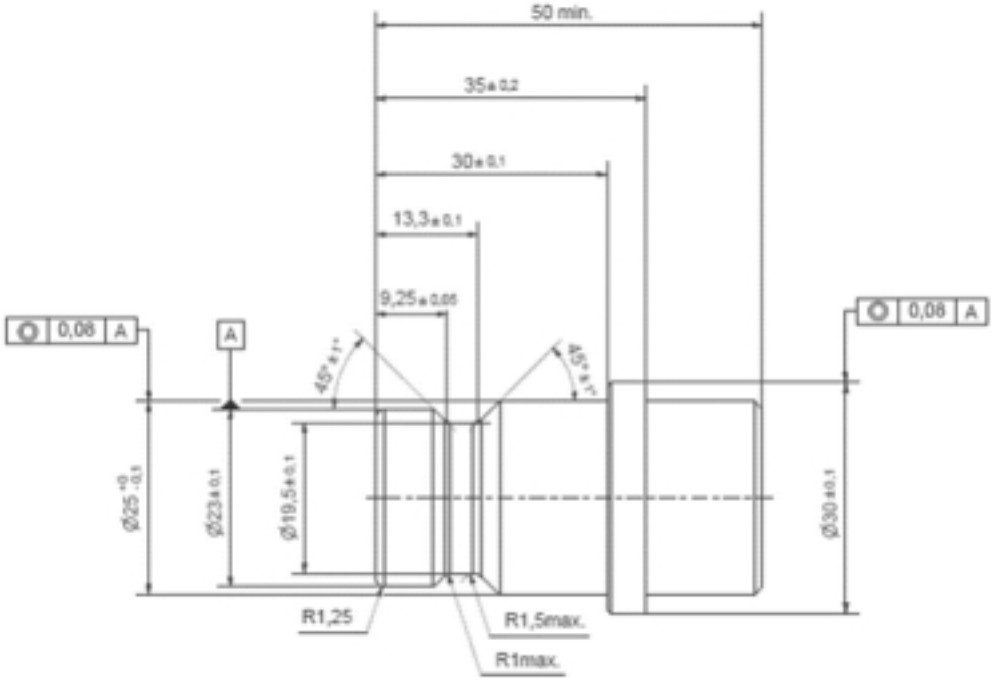


Abbildung 3.2.2.

H35HF-Einfülleinrichtung (bei Einfülleinrichtungen für gewerbliche Fahrzeuge mit hohem Durchfluss)

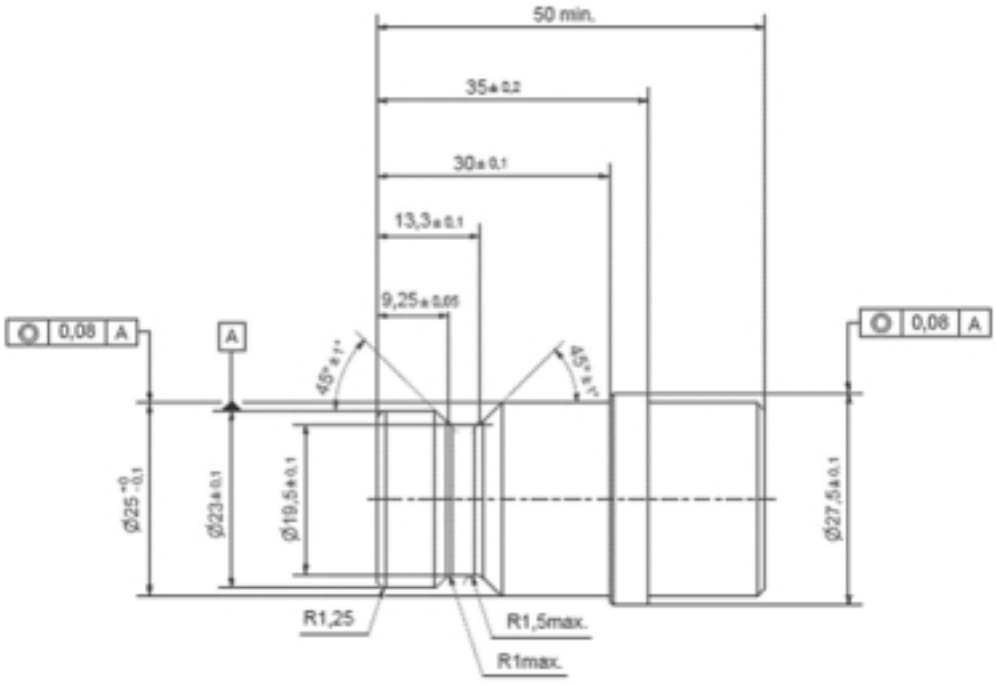
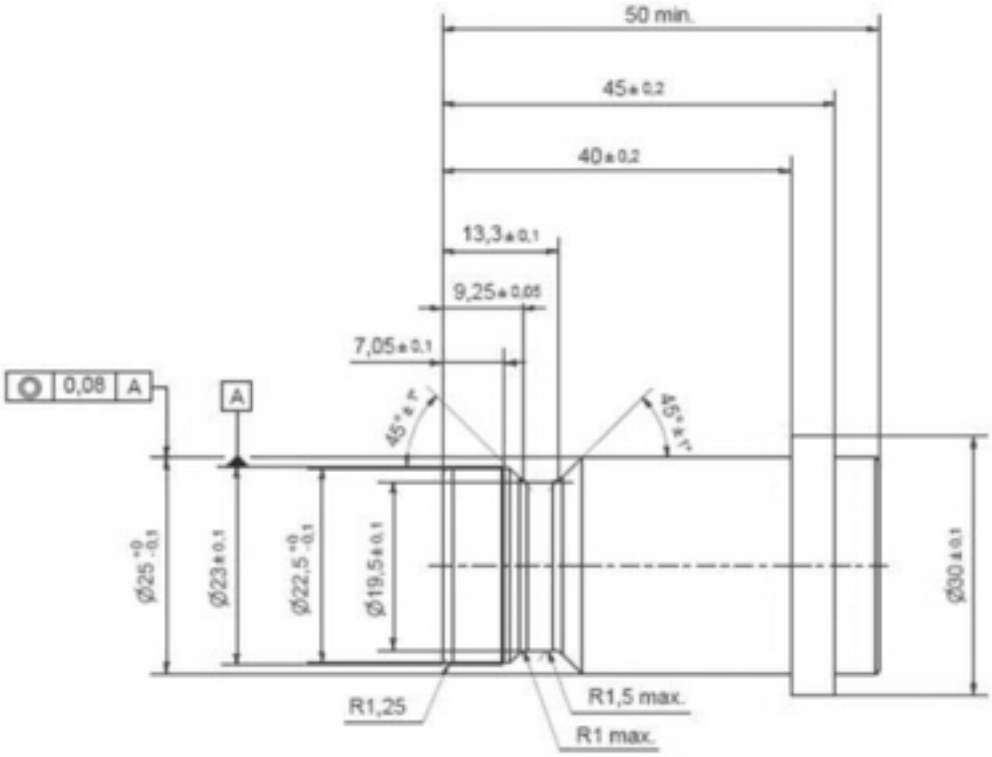


Abbildung 3.2.3.

H70-Einfülleinrichtung



3.2.5. Bei Metallrohren ist die ausreichende Duktilität durch eine Biegeprüfung gemäß der Norm ISO 8491 nachzuweisen. Der Biegeradius sollte höchstens das 1,3-fache des Außendurchmessers D des Rohres betragen. Der Biegewinkel α muss 180° betragen. Nach der Prüfung dürfen keine Risse sichtbar sein. Alternativ dazu muss der Rohrwerkstoff vor dem Reißen eine Mindestdehnung erreichen, welche vor einer Kaltformgebung 30 % und nach einer Kaltformgebung 14 % beträgt.

4. PRÜFVERFAHREN

4.1. **Werkstoffprüfungen**

4.1.1. *Prüfung auf Wasserstoffverträglichkeit*

4.1.1.1. Stichprobe

Der Prüfung sind Werkstoffe für Bauteile, die mit Wasserstoff in Berührung kommen, zu unterziehen; ausgenommen sind:

a) Aluminiumlegierungen gemäß ISO 7866 Abschnitte 6.1 und 6.2;

b) Stähle gemäß ISO 9809-1 Abschnitte 6.3 und 7.2.2.

Anzahl der zu untersuchenden Werkstoffproben: 3

4.1.1.2. Verfahren und Anforderungen

a) Für metallische Werkstoffe außer den vorgenannten ist die Wasserstoffverträglichkeit im Einklang mit den Normen ISO 11114-1 und ISO 11114-4 nachzuweisen. Alternativ dazu ist vom Hersteller die Eignung der Werkstoffe in Wasserstoffumgebung unter den voraussichtlichen Betriebsbedingungen zu prüfen. Auf Grundlage der Ergebnisse ist in der Konstruktion die möglicherweise eintretende Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften (Duktilität, Ermüdungsfestigkeit, Bruchzähigkeit usw.) zu berücksichtigen;

b) nichtmetallische Werkstoffe: Die Wasserstoffverträglichkeit ist nachzuweisen.

4.1.1.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

4.1.2. *Prüfung auf Alterungsbeständigkeit*

4.1.2.1. Stichprobe

Alle nichtmetallischen Werkstoffe, die im betreffenden Bauteil verwendet werden, sind zu prüfen.

Anzahl der zu untersuchenden Werkstoffproben: 3

4.1.2.2. Verfahren und Anforderungen

Bei der Durchführung der Prüfung ist besonderes Augenmerk auf die Sicherheit zu richten.

Die Prüfung ist nach der Methode ASTM D572 durchzuführen. Die Probe ist bei der maximalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 bei 2,0 MPa 96 Stunden lang Sauerstoff auszusetzen. Entweder die Zugfestigkeit und die Dehnung oder die Mikrohärte müssen mit den Angaben des Herstellers übereinstimmen. Das Prüfmuster darf keine sichtbaren Risse aufweisen.

4.1.2.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

4.1.3. *Prüfung auf ozonverträglichkeit*

4.1.3.1. Stichprobe

Die Prüfung ist bei Elastomeren vorzunehmen, wenn:

a) eine Dichtfläche direkt der Luft ausgesetzt ist, z. B. die außenliegende Dichtung einer Einfülleinrichtung oder

b) sie als Beschichtung einer biegsamen Treibstoffleitung verwendet werden.

Anzahl der zu untersuchenden Werkstoffproben: 3

4.1.3.2. Verfahren und Anforderungen

Die Prüfung ist gemäß der Norm ISO 1431-1 durchzuführen.

Die Prüfmuster sind bis zu einer zwanzigprozentigen Dehnung zu belasten und 120 Stunden lang bei + 40 °C Luft mit einer Ozonkonzentration von 0,5 zu einer Million auszusetzen.

Das Prüfmuster darf keine sichtbaren Risse aufweisen.

4.1.3.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

4.2. **Bauteilprüfung**

4.2.1. *Prüfung der Korrosionsbeständigkeit*

4.2.1.1. Stichprobe

Anzahl der zu untersuchenden Bauteile: 3

4.2.1.2. Verfahren und Anforderungen

Prüfung a: Metallische Bauteile müssen 144 Stunden lang einem Salznebelversuch gemäß der Norm ISO 9227 ausgesetzt werden, wobei alle Anschlüsse geschlossen sein müssen; sie müssen dabei die Anforderungen der Norm erfüllen.

Prüfung b: Bauteile aus Kupferlegierungen sind außerdem einem vierundzwanzigstündigen Bad in Ammoniak gemäß der Norm ISO 6957 auszusetzen, wobei alle Anschlüsse geschlossen sein müssen; sie müssen dabei die Anforderungen der Norm erfüllen.

4.2.1.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

4.2.2. *Dauerhaltbarkeitsprüfung*

4.2.2.1. Stichprobe

Anzahl der zu untersuchenden Bauteile: 3

4.2.2.2. Verfahren und Anforderungen

4.2.2.2.1. Das Bauteil ist nach folgendem Verfahren zu prüfen:

a) Das Bauteil wird mit trockener Luft, Stickstoff, Helium oder Wasserstoff unter den Nennbetriebsdruck gesetzt und bei Umgebungstemperatur 96 % der Gesamtzahl der Prüfzyklen nach Tabelle 4.2.2 ausgesetzt. Ein vollständiger Prüfzyklus soll nicht unter 10 ± 2 Sekunden dauern. Bei geschlossenem Ventil muss der Druck unterhalb des Ventils auf das 0,5-fache des Nennbetriebsdrucks des Bauteils oder weniger abfallen. Das Bauteil muss bei dieser Temperatur die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) erfüllen;

b) Das Bauteil ist dann 2 % der Gesamtzahl der Prüfzyklen bei der minimalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 zu unterziehen, nachdem es eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde. Es muss bei dieser Temperatur die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) erfüllen;

c) Das Bauteil ist dann 2 % der Gesamtzahl der Prüfzyklen bei der maximalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 und beim 1,25-fachen Nennbetriebsdruck zu unterziehen, nachdem es eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde. Es muss bei dieser Temperatur die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) erfüllen.

Tabelle 4.2.2

Prüfzyklen für Ventile

Bauteil	Anzahl der Zyklen
Automatisches Ventil	1,5-fache Anzahl der Arbeitszyklen oder Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 oder 2.7.7 je nach Verwendung des Ventils.
Handbetätigtes Ventil	100
Rückschlagventil	2,0-fache Anzahl der Arbeitszyklen oder Füllzyklen gemäß Abschnitt 2.7.6 oder 2.7.7 je nach Verwendung des Ventils.

4.2.2.2.2. *Verbindungsteile*

Verbindungsteile sind 25 Verbindungs-/Trennzyklen zu unterziehen.

4.2.2.2.3. *Biegsame Kraftstoffleitung*

Die Länge des biegsamen Teils der biegsamen Kraftstoffleitung mit daran befestigten Verbindungsteilen, die in der nachstehend beschriebenen Prüfung zu verwenden ist, ist mit folgender Formel zu berechnen:

$$L = 4{,}142R + 3{,}57D$$

Dabei gilt:

L = Länge des biegsamen Teils der biegsamen Treibstoffleitung,

R = vom Hersteller festgelegter Mindestbiegeradius,

D = Außendurchmesser der biegsamen Treibstoffleitung.

Die biegsame Treibstoffleitung ist nach Abbildung 4.2.2 zu biegen und mit den Verbindungsteilen, mit denen sie genehmigt werden soll, an einer Prüfvorrichtung zu befestigen. Ein Ende der biegsamen Treibstoffleitung ist mit einem hin und hergehenden Verteilerstück und das andere mit einem stillstehenden Verteilerstück zu verbinden, das mit einer hydraulischen Zuführeinrichtung verbunden ist. Die biegsame Treibstoffleitung ist mit Hilfe eines schnell öffnenden Magnetventils rasch mit Druck zu beaufschlagen, so dass innerhalb eines Zyklus der Druck zunächst für eine Dauer von 10 ± 1 Sekunden auf dem 1,25-fachen Wert des Nennbetriebsdrucks gehalten wird (außer bei biegsamen Treibstoffleitungen mit einer erforderlichen Werkstofftemperatur von 120 °C, die mit dem 1,37-fachen Nennbetriebsdruck zu beaufschlagen sind), und dann für 5 ± 0,5 Sekunden auf weniger als das 0,1-fache des Nennbetriebsdrucks verringert wird. Die Gesamtzahl der Prüfzyklen beträgt das 2,0-fache der Anzahl der Füllzyklen oder Arbeitszyklen je nach Verwendung der biegsamen Treibstoffleitung gemäß den Abschnitten 2.7.6 oder 2.7.7. Entsprechend sind 50 % der Prüfzyklen bei der minimalen und die übrigen 50 % bei der maximalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 durchzuführen.

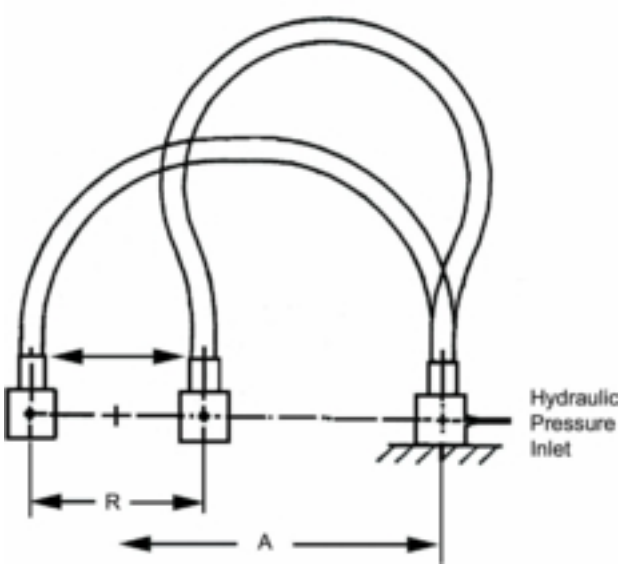
Zusätzlich zu den hydraulischen Druckzyklen sind Biegezyklen anzuwenden. Die Änderungshäufigkeit bei den Biegezyklen muss 6 ± 2 % der Änderungshäufigkeit der hydraulischen Druckzyklen betragen. Dadurch wird gewährleistet, dass die biegsame Treibstoffleitung bei jedem der aufeinander folgenden Druckzyklusimpulse in einer anderen Stellung ist. Abbildung 4.2.2 zeigt die Prüfvorrichtung, wobei die Strecke A mit folgender Formel berechnet wird:

$$A = 1{,}75R + D$$

Die biegsame Treibstoffleitung darf keinerlei sichtbare Beschädigungen aufweisen.

Abbildung 4.2.2

Biegeimpuls-Prüfvorrichtung



4.2.2.2.4. *Druckregler*

a) Der Druckregler ist mit einer Quelle für Dichtheits-Prüfgas zu verbinden, das unter dem Nennbetriebsdruck steht, und 95 % der Anzahl der gemäß Abschnitt 2.7.7 errechneten Arbeitszyklen zu unterziehen. Innerhalb eines Zyklus ist so lange Gas zuzuführen, bis ein stabiler Druck am Auslass erreicht ist, anschließend ist der Gasstrom mittels eines schnell schließenden Ventils unterhalb des Auslasses zu unterbrechen, bis im verschlossenen Druckregler ein stabiler Druck erreicht ist. Der Druckregler muss dann die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) bei Umgebungstemperatur erfüllen.

b) Der Einlass des Druckreglers ist 1 % der Anzahl der Arbeitszyklen zu unterziehen, wobei der Druck vom Nennbetriebsdruck auf das 0,5-fache des Nennbetriebsdrucks oder einen geringeren Wert abfallen muss. Anschließend muss der Druckregler die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) bei Umgebungstemperatur erfüllen.

c) Das unter Buchstabe a beschriebene Verfahren ist bei der maximalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 und beim 1,25-fachen Nennbetriebsdruck mit 1 % der Anzahl der Arbeitszyklen zu wiederholen. Anschließend muss der Druckregler die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) bei der maximalen Werkstofftemperatur erfüllen.

d) Das unter Buchstabe b beschriebene Verfahren ist bei der maximalen Werkstofftemperatur und beim 1,25-fachen Nennbetriebsdruck mit 1 % der Anzahl der Arbeitszyklen zu wiederholen. Anschließend muss der Druckregler die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) bei der maximalen Werkstofftemperatur erfüllen.

e) Das unter Buchstabe a beschriebene Verfahren ist bei der minimalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 und unter Nennbetriebsdruck mit 1 % der Anzahl der Arbeitszyklen zu wiederholen. Anschließend muss der Druckregler die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) bei der minimalen Werkstofftemperatur erfüllen.

f) Das unter Buchstabe b beschriebene Verfahren ist bei der minimalen Werkstofftemperatur und unter dem Nennbetriebsdruck mit 1 % der Anzahl der Arbeitszyklen zu wiederholen. Anschließend muss der Druckregler die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) bei der minimalen Werkstofftemperatur erfüllen.

4.2.2.2.5. *Druckentlastungsvorrichtungen*

a) Zeitstandversuch

Druckentlastungsvorrichtungen sind hydrostatisch mit dem 1,25-fachen Nennbetriebsdruck zu beaufschlagen und 500 Stunden lang bei der Temperatur TL zu halten, die mit der folgenden Formel berechnet wird:

$$TL = T\ (0{,}057)\ (0{,}34 \log(T/Tf))$$

dabei gilt:

TL = Prüftemperatur, °C,

Tf = Auslösetemperatur der Druckentlastungsvorrichtung, °C,

T = 82 °C.

Log ist zur Basis 10.

Druckentlastungsvorrichtungen dürfen keine Zeichen von Kriechverformung aufweisen und müssen die Anforderungen der Prüfung auf innere Dichtheit (Abschnitt 4.2.4) erfüllen, nachdem sie der vorstehend beschriebenen Prüfung unterzogen wurden.

b) Auslösetemperatur

Nach der Zeitstandprüfung gemäß Buchstabe a ist die Druckentlastungsvorrichtung mit trockener Luft, Stickstoff, Helium oder Wasserstoff mit dem Nennbetriebsdruck zu beaufschlagen. Anschließend sind die Druckentlastungsvorrichtungen beginnend mit der Umgebungstemperatur einem Zyklus mit steigender Temperatur auszusetzen, wobei die Temperatur um bis zu 10° pro Minute gesteigert werden darf, bis sie einen Wert erreicht, der um 10 °C niedriger als die Auslösetemperatur liegt; danach ist die Temperatur um höchstens 2 °C pro Minute bis zum Auslösen der Druckentlastungsvorrichtung zu erhöhen. Die Auslösetemperatur muss im Bereich von ± 5 % der vom Hersteller angegebenen Auslösetemperatur liegen. Nach Auslösung darf die Druckentlastungsvorrichtung keinerlei Brüche aufweisen.

4.2.2.2.6. *Überdruckventile*

Das Überdruckventil ist für 25 Zyklen mit Druck zu beaufschlagen. Innerhalb eines Prüfzyklus ist das Überdruckventil mit Druck zu beaufschlagen, bis der Auslösedruck erreicht ist, so dass das Überdruckventil sich öffnet und Gas entweicht. Tritt Gas durch das Überdruckventil aus, ist der Einlassdruck zu verringern, so dass das Überdruckventil sich wieder schließt. Der Zyklus muss 10 ± 2 Sekunden dauern. Beim letzten Zyklus ist der Auslösedruck festzuhalten; er muss innerhalb eines Bereichs von ± 10 % um den vom Hersteller angegebenen Auslösedruck liegen.

4.2.2.2.7. *Einfülleinrichtungen*

Einfülleinrichtungen sind einer Zahl von Verbindungs-/Trennzyklen zu unterziehen, die der dreifachen Anzahl der gemäß Abschnitt 2.7.6 berechneten Füllzyklen entspricht. In jedem Zyklus ist die Einfülleinrichtung dem 1,25-fachen Nennbetriebsdruck auszusetzen.

4.2.2.2.8. *Sensoren für Wasserstoffsysteme*

Ein Sensor zum Einbau in ein Wasserstoff führendes Bauteil, der derselben Anzahl von Arbeits- oder Füllzyklen ausgesetzt ist, ist derselben Dauerprüfung auszusetzen wie das Wasserstoff führende Bauteil, in das er eingebaut wird.

4.2.2.2.9. *Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher*

Eine Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher ist einer Zahl von Verbindungs-/Trennzyklen zu unterziehen, die der dreifachen Anzahl der gemäß Abschnitt 2.7.6 berechneten Füllzyklen entspricht. In jedem Zyklus ist die Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher dem 1,25-fachen Nennbetriebsdruck auszusetzen. Die Verbindung zu einem abnehmbaren Wasserstoffspeicher muss anschließend die Anforderungen der Prüfung auf äußere Dichtheit (Abschnitt 4.2.5) erfüllen, und zwar sowohl, wenn die Teile, die am Fahrzeug und die, die am abnehmbaren Wasserstoffspeicher montiert werden, getrennt sind, als auch, wenn sie miteinander verbunden sind.

4.2.2.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Prüfung sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

4.2.3. *Hydraulische Druckzyklusprüfung*

4.2.3.1. Stichprobe

Anzahl der zu untersuchenden Bauteile: 3

4.2.3.2. Verfahren und Anforderungen

4.2.3.2.1. *Druckentlastungsvorrichtungen*

Druckentlastungsvorrichtungen sind der 1,5-fachen Anzahl der gemäß Abschnitt 2.7.6 berechneten Füllzyklen sowohl bei der minimalen als auch bei der maximalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 zu unterziehen.

Der Druck muss regelmäßig zwischen 2 MPa und dem 1,25-fachen Nennbetriebsdruck wechseln, wobei 6 Zyklen pro Minute nicht überschritten werden dürfen; ausgenommen ist die Prüfung bei der minimalen Werkstofftemperatur, bei der der Nennbetriebsdruck der maximale Prüfdruck ist.

Wird in einer Druckentlastungsvorrichtung eine Schmelzlegierung verwendet, darf sie keine zusätzlichen sichtbaren Zeichen einer Extrusion aus ihrer ursprünglichen Lage aufweisen.

4.2.3.2.2. *Sonstige Bauteile*

Vor dem nachfolgend beschriebenen Prüfzyklus sind die Bauteile mit einem hydraulischen Prüfdruck zu beaufschlagen, der je nach Bauteil das 1,5-fache des Nennbetriebsdrucks oder den maximal zulässigen Betriebsdruck beträgt. Die Bauteile dürfen keine ständigen Verformungen oder sichtbare Leckagen aufweisen.

Die Bauteile sind der dreifachen Anzahl der gemäß Abschnitt 2.7.6 oder 2.7.7 berechneten Füll- oder Arbeitszyklen auszusetzen.

Der Druck muss bei Bauteilen oberhalb des ersten Druckreglers regelmäßig zwischen 2,0 MPa und dem 1,25-fachen des Nennbetriebsdrucks und bei Bauteilen unterhalb des ersten Druckreglers zwischen dem 0,1-fachen maximal zulässigen Betriebsdruck und dem maximal zulässigen Betriebsdruck wechseln, wobei 6 Zyklen pro Minute nicht überschritten werden dürfen.

Anschließend muss das Bauteil die Anforderungen der Prüfung auf innere und äußere Dichtheit (Abschnitte 4.2.4 bzw. 4.2.5) erfüllen.

4.2.3.3. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

4.2.4. *Prüfung auf innere Dichtheit*

4.2.4.1. Stichprobe

Anzahl der zu untersuchenden Bauteile: 3

4.2.4.2. Verfahren

Die Bauteile sind unter Verwendung von Dichtheits-Prüfgas zu prüfen und am Einlass des Bauteils mit Druck zu beaufschlagen, wobei dieser in seiner charakteristischen geschlossenen Stellung und der entsprechende Auslasskanal offen ist.

Die Bauteile sind unter folgenden Bedingungen zu prüfen:

a) Bei Umgebungstemperatur und beim 0,02-fachen Nennbetriebsdruck sowie beim Nennbetriebsdruck. Ist eine Prüfung auf äußere Dichtheit (Abschnitt 4.2.5) auch bei dieser Temperatur erforderlich, kann sie vor dem nächsten Prüfschritt vorgenommen werden.

b) Bei der minimalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1, nachdem das Bauteil eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde, und unter dem 0,02-fachen Nennbetriebsdruck sowie unter dem Nennbetriebdruck. Ist eine Prüfung auf äußere Dichtheit (Abschnitt 4.2.5) auch bei dieser Temperatur erforderlich, kann sie vor dem nächsten Prüfschritt vorgenommen werden.

c) Bei der maximalen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 nachdem das Bauteil eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde, und beim 0,02-fachen Nennbetriebsdruck sowie beim 1,25-fachen Nennbetriebsdruck; ausgenommen sind Bauteile mit einer erforderlichen Werkstofftemperatur von 120 °C, bei denen der höhere Prüfdruck das 1,37-fache des Nennbetriebsdrucks betragen muss.

Es ist zu untersuchen, ob bei offenem Auslasskanal Leckagen auftreten. Das Vorliegen einer Leckage kann mit Hilfe eines Durchflussmessers an der Einlassseite des Bauteils oder mit einer anderen, nachgewiesenermaßen gleichwertigen Prüfmethode bestimmt werden.

4.2.4.3. Anforderungen

Das Bauteil muss, während es mit Druck beaufschlagt wird, drei Minuten lang blasenfrei bleiben, oder es dürfen keine inneren Leckagen von mehr als 10 Ncm^3 pro Stunde auftreten.

4.2.4.4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Prüfung sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

4.2.5. *Prüfung auf äußere Dichtheit*

4.2.5.1. Stichprobe

Anzahl der zu untersuchenden Bauteile: 3

4.2.5.2. Verfahren

Die Bauteile sind unter Verwendung von Dichtheits-Prüfgas unter folgenden Bedingungen zu prüfen:

a) bei Umgebungstemperatur und beim 0,02-fachen Nennbetriebsdruck;

b) bei Umgebungstemperatur und beim Nennbetriebsdruck;

c) bei der minimalen erforderlichen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 nachdem das Bauteil eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde, und unter dem 0,02-fachen Nennbetriebsdruck sowie unter dem Nennbetriebdruck;

d) bei der maximalen erforderlichen Werkstofftemperatur gemäß Abschnitt 2.7.5.1 nachdem das Bauteil eine für die Gewährleistung der thermischen Stabilität ausreichend lange Zeit bei dieser Temperatur konditioniert wurde, und beim 0,02-fachen Nennbetriebsdruck sowie beim 1,25-fachen Nennbetriebsdruck; ausgenommen sind Bauteile mit einer erforderlichen Werkstofftemperatur von 120 °C, bei denen der höhere Prüfdruck das 1,37-fache des Nennbetriebsdrucks betragen muss.

Bei Wärmetauschern ist diese Prüfung nur am Wasserstoffkreislauf vorzunehmen.

4.2.5.3. Anforderungen

Während der gesamten Prüfung darf das Bauteil keine Leckagen an Sockel- oder Gehäusedichtungen oder an sonstigen Anschlussstellen und keine Anzeichen von Porosität von Gussteilen aufweisen; dies ist dadurch, dass sich 3 Minuten lang an einem oberflächenaktiven Stoff keine Blasen bilden, oder durch einen gemessenen kombinierten Leckage- und Permeabilitätsbetrag von weniger als 10 Ncm^3 pro Stunde (bei biegsamen Treibstoffleitungen nur 10 Ncm^3 pro Stunde und pro Meter) oder durch eine erwiesenermaßen gleichwertige Prüfmethode nachzuweisen. Der zulässige Leckagebetrag gilt nur für Prüfungen mit 100 % Wasserstoff. Die zulässigen Leckagebeträge für andere Gase oder Gasgemische sind in einen Wert umzurechnen, der 100 % Wasserstoff entspricht.

4.2.5.4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Prüfung sind in einem zusammenfassenden Prüfbericht darzustellen.

ANHANG V

Anforderungen an die Identifizierung des Fahrzeugs

1. EINFÜHRUNG

1.1. Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge sind mit Identifizierungsmitteln gemäß diesem Anhang zu versehen.

2. ANFORDERUNGEN

2.1. Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge müssen Kennzeichen gemäß den Abschnitten 3 und 4 tragen.

2.1.1. Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen M_1 und N_1 muss jeweils ein Kennzeichen im Motorraum und ein weiteres in der Nähe der Einfülleinrichtung angebracht sein.

2.1.2. Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen M_2 und M_3 müssen die Kennzeichen am Fahrzeug vorn und hinten, in der Nähe der Einfülleinrichtung sowie außen an den Türen angebracht sein.

2.1.3. Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen M_2 und M_3, die von öffentlichen Verkehrsbetrieben eingesetzt werden, muss die Größe der vorn und hinten am Fahrzeug angebrachten Kennzeichen den Bestimmungen von Abschnitt 4 entsprechen.

2.1.4. Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen N_2 und N_3 müssen die Kennzeichen am Fahrzeug vorn und hinten sowie in der Nähe der Einfülleinrichtung angebracht sein.

2.2. Als Kennzeichen ist entweder ein wetterfester Aufkleber oder ein wetterfestes Schild zu verwenden.

3. KENNZEICHEN FÜR WASSERSTOFFBETRIEBENE FAHRZEUGE

3.1. **Kennzeichen für mit flüssigem Wasserstoff betriebene Wasserstofffahrzeuge**



Farbe und Abmessungen des Kennzeichens müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Farben:

Hintergrund:	grün
Rand:	weiß
Buchstaben:	weiß

Entweder die Ränder und die Buchstaben oder der Hintergrund müssen retroreflektierend sein.

Die kolorimetrischen und fotometrischen Eigenschaften müssen den Anforderungen der Norm ISO 3864-1 Klausel 11 genügen.

Abmessungen des Kennzeichens:

In der Breite:	40 mm (Seitenlänge)
In der Höhe:	40 mm (Seitenlänge)
Randbreite:	2 mm

Schriftgröße:

Schrifthöhe:	9 mm
Schriftstärke:	2 mm

Für die Wörter sind Großbuchstaben zu verwenden und sie sind mittig auf dem Kennzeichen anzubringen.

3.2. **Kennzeichen für mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff betriebene Fahrzeuge**



Farbe und Abmessungen des Kennzeichens müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Farben:

Hintergrund:	grün
Rand:	weiß
Buchstaben:	weiß

Entweder die Ränder und die Buchstaben oder der Hintergrund müssen retroreflektierend sein.

Die kolorimetrischen und fotometrischen Eigenschaften müssen den Anforderungen der Norm ISO 3864-1 Klausel 11 genügen.

Abmessungen:

In der Breite:	40 mm (Seitenlänge)
In der Höhe:	40 mm (Seitenlänge)
Randbreite:	2 mm

Schriftgröße:

Schrifthöhe: 9 mm

Schriftstärke: 2 mm

Für die Wörter sind Großbuchstaben zu verwenden und sie sind mittig auf dem Kennzeichen anzubringen.

4. KENNZEICHEN FÜR WASSERSTOFFBETRIEBENE FAHRZEUGE DER KLASSEN M_2 UND M_3 (ÖFFENTLICHE VERKEHRSBETRIEBE), DIE AUF DER VORDER- UND RÜCKSEITE DES FAHRZEUGS ANZUBRINGEN SIND

4.1. **Kennzeichen für mit flüssigem Wasserstoff betriebene Fahrzeuge**



Farbe und Abmessungen des Kennzeichens müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Farben:

Hintergrund: grün

Rand: weiß

Buchstaben: weiß

Entweder die Ränder und die Buchstaben oder der Hintergrund müssen retroreflektierend sein.

Die kolorimetrischen und fotometrischen Eigenschaften müssen den Anforderungen der Norm ISO 3864-1 Klausel 11 genügen.

Abmessungen des Kennzeichens:

In der Breite: 125 mm (Seitenlänge)

In der Höhe: 125 mm (Seitenlänge)

Randbreite: 5 mm

Schriftgröße:

Schrifthöhe: 25 mm

Schriftstärke: 5 mm

Für die Wörter sind Großbuchstaben zu verwenden und sie sind mittig auf dem Kennzeichen anzubringen.

4.2. **Kennzeichen für mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff betriebene Fahrzeuge**



Farbe und Abmessungen des Kennzeichens müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Farben:

Hintergrund:	grün
Rand:	weiß
Buchstaben:	weiß

Entweder die Ränder und die Buchstaben oder der Hintergrund müssen retroreflektierend sein.

Die kolorimetrischen und fotometrischen Eigenschaften müssen den Anforderungen der Norm ISO 3864-1 Klausel 11 genügen.

Abmessungen:

In der Breite:	125 mm (Seitenlänge)
In der Höhe:	125 mm (Seitenlänge)
Randbreite:	5 mm

Schriftgröße:

Schrifthöhe:	25 mm
Schriftstärke:	5 mm

Für die Wörter sind Großbuchstaben zu verwenden und sie sind mittig auf dem Kennzeichen anzubringen.

ANHANG VI

Sicherheitsanforderungen an komplexe elektronische Fahrzeugsteuersysteme

1. EINFÜHRUNG

Dieser Anhang enthält die Anforderungen an und die Prüfverfahren für die Sicherheitsaspekte in Bezug auf komplexe elektronische Fahrzeugsteuersysteme.

2. ERFORDERLICHE DOKUMENTATION

2.1. **Allgemeine Anforderungen**

Der Hersteller muss ein Dokumentationspaket zur Verfügung stellen, das Angaben über die Grundkonstruktion des Sicherheitssystems („Safety Instrumented System") und die Mittel zur Verbindung mit anderen Fahrzeugsystemen oder zur direkten Steuerung von Ausgangsgrößen enthält. Die Funktion(en) des Sicherheitssystems und des Sicherheitskonzepts muss (müssen) darin nach den Festlegungen des Herstellers erläutert sein. Zum Zweck der Überwachung ist in der Dokumentation anzugeben, wie der aktuelle Betriebszustand des Systems geprüft werden kann.

Die Dokumentation muss zwei Teile umfassen:

a) Die formale Dokumentation für das Sicherheitssystem zum Zweck der Genehmigung mit den in den Abschnitten 2.2 bis 2.4 genannten Angaben. Sie dient als Grundlage für das Genehmigungsverfahren nach Abschnitt 3.

b) Zusätzliches Material und Analysedaten, das bzw. die für die Genehmigung des Sicherheitssystems erforderlich ist (sind).

2.2. **Beschreibung der Funktionen des Sicherheitssystems**

Es ist eine Beschreibung mit einer einfachen Erläuterung aller Steuerfunktionen des Sicherheitssystems und der zur Erreichung der Zielgrößen angewandten Verfahren, einschließlich einer Beschreibung des Steuerungsmechanismus (der Steuerungsmechanismen), vorzulegen.

a) Es ist eine Liste aller Eingangsgrößen und abgetasteten Größen mit Angabe des Betriebsbereichs vorzulegen.

b) Es ist eine Liste aller vom Sicherheitssystem gesteuerten Ausgangsgrößen vorzulegen und jeweils anzugeben, ob die Steuerung direkt oder über ein anderes Fahrzeugsystem erfolgt. Der Steuerungsbereich ist für jede dieser Größen anzugeben.

c) Die Systemgrenzen sind anzugeben, wenn sie für die Wirkung des Systems relevant sind.

2.3. **Systemplan und Schaltbilder**

2.3.1. *Liste der Bauteile*

Es ist eine Liste vorzulegen, in der alle Baueinheiten des Sicherheitssystems zusammengestellt und die anderen Fahrzeugsysteme aufgeführt sind, die für die betreffende Steuerfunktion erforderlich sind. Es ist eine Umrisszeichnung vorzulegen, aus der hervorgeht, wie diese Baueinheiten kombiniert sind; außerdem müssen sowohl die räumliche Verteilung der Bauteile als auch die Verbindungen deutlich zu erkennen sein.

2.3.2. *Funktionen der Baueinheiten*

Die Funktion jeder Baueinheit des Sicherheitssystems ist darzustellen, und die Signale, die sie mit anderen Baueinheiten oder anderen Fahrzeugsystemen verbinden, sind anzugeben. Dazu kann ein beschriftetes Blockschaltbild, ein anderes Schaltbild oder eine Beschreibung mit Schaltbild verwendet werden.

2.3.3. *Verbindungsleitungen*

Verbindungen innerhalb des Sicherheitssystems sind wie folgt darzustellen: elektrische Übertragungsverbindungen in einem Schaltbild, pneumatische oder hydraulische Übertragungsverbindungen in einem Rohrleitungsplan und mechanische Übertragungsverbindungen in einer vereinfachten schematischen Darstellung.

2.3.4. *Signalfluss und Prioritäten*

Zwischen diesen Übertragungsverbindungen und den zwischen den Baueinheiten übermittelten Signalen muss eine deutliche Entsprechung bestehen. Die Prioritäten von Signalen auf Multiplexdatenbussen sind immer dann anzugeben, wenn sie einen Einfluss auf die Wirkung oder die Sicherheit haben können.

2.3.5. *Kennzeichnung von Baueinheiten*

Jede Baueinheit muss deutlich und eindeutig gekennzeichnet sein, damit die Entsprechung zwischen der Hardware und der Dokumentation überprüft werden kann. Sind Funktionen innerhalb einer einzelnen Baueinheit oder innerhalb eines einzelnen Computers kombiniert, aber im Blockschaltbild der Deutlichkeit und der Einfachheit halber in Mehrfachblöcken dargestellt, dann braucht nur ein einziges Hardware-Kennzeichen verwendet zu werden. Der Hersteller muss unter Angabe dieses Kennzeichens bestätigen, dass das gelieferte Gerät den Unterlagen entspricht.

2.3.5.1. Das Kennzeichen steht für eine bestimmte Hardware- und Softwareversion, und wenn die letztgenannte so geändert wird, dass sich dadurch auch die Funktion der Baueinheit verändert, muss dieses Kennzeichen ebenfalls geändert werden.

2.4. **Sicherheitskonzept des Fahrzeugherstellers**

2.4.1. Der Hersteller muss gewährleisten, dass die zur Erreichung der Zielgrößen des Sicherheitssystems gewählte Strategie im fehlerfreien Zustand den sicheren Betrieb von Systemen, für die die Vorschriften dieser Verordnung gelten, nicht beeinträchtigt.

2.4.2. In Bezug auf die bei dem Sicherheitssystem verwendete Software ist die Grundarchitektur zu erläutern, und die bei der Entwicklung angewandten Verfahren und Hilfsmittel sind anzugeben. Der Hersteller muss darauf vorbereitet sein, dass er gegebenenfalls nachweisen muss, wie bei der Entwicklung vorgegangen wurde, um die Systemlogik umzusetzen.

2.4.3. Der Hersteller muss dem Technischen Dienst eine Beschreibung der Konzepte vorlegen, die bei der Entwicklung des Sicherheitssystems vorgesehen wurden, um den sicheren Betrieb im Fehlerfall zu gewährleisten. Bei einem Fehlerfall im Sicherheitssystem können zum Beispiel folgende Konzepte genutzt werden:

a) Rückfall auf ein Teilsystem;

b) Übergang auf ein getrenntes Backup-System;

c) Wegschalten der übergeordneten Funktion.

2.4.3.1. Wenn bei dem gewählten Konzept bei bestimmten Fehlerzuständen der Rückfall auf ein Teilsystem ausgewählt wird, sind diese Zustände und die daraus resultierenden Funktionseinschränkungen anzugeben.

2.4.3.2. Wenn bei dem gewählten Konzept ein zweites Werkzeug (Backup-Werkzeug) zur Erreichung der Zielgrößen des Fahrzeugsteuersystems ausgewählt wird, sind die Prinzipien des Übergangsmechanismus, die Logik, die Redundanz und alle vorgesehenen Backup-Überwachungsmerkmale darzustellen und die daraus resultierenden Funktionseinschränkungen anzugeben.

2.4.3.3. Wenn bei dem gewählten Konzept das Wegschalten der (des) übergeordneten Funktion (Systems) ausgewählt wird, müssen alle entsprechenden Ausgangssteuersignale, die mit dieser Funktion zusammenhängen, gesperrt werden, damit das Ausmaß der vorübergehenden Störung begrenzt wird.

2.4.3.4. Übergeordnete Systemen/Funktionen müssen es komplexen Systemen ermöglichen, ihre Zielgrößen automatisch zu verändern, wobei die Priorität von den abgetasteten Größen abhängt.

2.4.4. Die Dokumentation muss durch eine Analyse ergänzt werden, in der in allgemeinen Worten dargestellt ist, wie das System sich beim Auftreten eines der definierten Fehler verhält, die eine Auswirkung auf die Fahrzeugsteuerung oder die Fahrzeugsicherheit haben. Dazu können die Ergebnisse einer Fehler-Möglichkeits- und -Einfluss-Analyse (FMEA), einer Fehlerbaumanalyse (FTA) oder eines vergleichbaren, zur Untersuchung von Sicherheitsaspekten geeigneten Analyseverfahrens dargestellt werden. Der gewählte analytische Ansatz ist vom Hersteller festzulegen und zu aktualisieren und dem Technischen Dienst zur Verfügung zu stellen.

2.4.5. In dieser Dokumentation sind die überwachten Parameter aufzulisten, und für jeden Fehlerzustand nach Abschnitt 2.4.3 ist das Warnsignal anzugeben.

3. PRÜFVERFAHREN

3.1. Die Arbeitsweise des Sicherheitssystems, wie in der Dokumentation nach Abschnitt 2 dargestellt, wird wie folgt geprüft:

3.1.1. *Überprüfung der Funktionen des Sicherheitssystems*

Zum Nachweis der normalen Betriebswerte ist die Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Fahrzeugsystems in fehlerfreiem Zustand anhand der Grundspezifikation der Vergleichspunkte des Herstellers durchzuführen.

3.1.2. *Überprüfung des Sicherheitskonzepts nach Abschnitt 2.4*

Die Reaktion des Sicherheitssystems ist nach Ermessen des Technischen Dienstes unter dem Einfluss einer Störung in jeder einzelnen Baueinheit zu prüfen, indem entsprechende Ausgangssignale an elektrische Baueinheiten oder mechanische Teile übertragen werden, um die Auswirkungen interner Fehler innerhalb der Baueinheit zu simulieren.

3.1.3. Die Ergebnisse der Überprüfung müssen mit der dokumentierten Zusammenfassung der Fehleranalyse übereinstimmen, so dass aufgrund der Gesamtwirkung das Sicherheitskonzept und die Ausführung als ausreichend bestätigt werden können.

3.2. Den in Abschnitt 2.4.3 enthaltenen Anforderungen an Warnsignale ist im Allgemeinen entsprochen, wenn ein optisches Signal für jedes komplexe Fahrzeugsystem verwendet wird, es sei denn, in anderen, für die gleiche Ausrüstung geltenden Vorschriften sind ausdrücklich Mehrfachsignale vorgesehen.

4. ZUSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN

4.1. Im Fehlerfall muss der Fahrzeugführer z. B. durch ein Warnsignal oder durch eine Nachrichtenanzeige gewarnt werden. Die Warnung muss solange erfolgen, wie der Fehlerzustand anhält, es sei denn, das System ist vom Fahrzeugführer dadurch deaktiviert worden, dass z. B. der Zündschalter (Anlassschalter) in die Aus-Stellung gebracht oder die betreffende Funktion ausgeschaltet wurde, wenn dafür ein besonderer Schalter vorhanden ist.

ANHANG VII

Normen, auf die in dieser Richtlinie verwiesen wird

Bezugnahmen auf Normen in dieser Verordnung gelten als Bezugnahmen auf die folgenden Fassungen der jeweiligen Normen:

ISO 188:2007	Elastomere — Prüfung zur Bestimmung der beschleunigten Alterung und der Hitzebeständigkeit
ISO 306:2004	Kunststoffe — Thermoplaste — Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur (VST)
ISO 527-2:1993/Corr. 1:1994	Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen
ISO 1431-1:2004/Amendment 1:2009	Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Widerstand gegen Ozonrissbildung — Teil 1: Statische und dynamische Prüfung
ISO 2768-1:1989	Allgemeine Toleranzen — Teil 1: Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung
ISO 2808:2007	Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Schichtdicke
ISO 3864-1:2002	Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen zur Anwendung in Arbeitsstätten und in öffentlichen Bereichen
ISO 4624:1978	Beschichtungsstoffe — Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit
ISO 6506-1:2005	Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren
ISO 6957:1988	Kupferlegierungen — Prüfung der Beständigkeit gegen Spannungskorrosion mit Ammoniak
ISO 7225:2005	Ortsbewegliche Gasflaschen — Gefahrgutaufkleber
ISO 7866:1999	Gasflaschen — Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Aluminium und Aluminiumlegierung — Auslegung, Bau und Prüfung
ISO 8491:2004	Metallische Werkstoffe — Rohr (Rohrabschnitt) — Biegeversuch
ISO 9227:2006	Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen
ISO 9809-1:1999	Gasflaschen — Wiederbefüllbare, nahtlose Gasflaschen aus Stahl — Gestaltung, Konstruktion und Prüfung — Teil 1: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1 100 MPa
ISO 9809 2:2000	Gasflaschen — Wiederbefüllbare, nahtlose Gasflaschen aus Stahl — Gestaltung, Konstruktion und Prüfung — Teil 2: Gasflaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit größer oder gleich 1 100 MPa
ISO 11114-1:1997	Ortsbewegliche Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 1: Metallische Werkstoffe
ISO 11114-4:2005	Ortsbewegliche Gasflaschen — Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 4: Prüfverfahren zur Auswahl von metallischen Werkstoffen, die gegen Wasserstoffversprödung unempfindlich sind
ISO/TS 14687-2:2008	Wasserstoff als Kraftstoff — Produktspezifikation — Teil 2: Protonenaustauschmembranbrennstoffzellen — Anwendung für Straßenfahrzeuge
EN 1251-2:2000/AC:2006	Kryo-Behälter — Ortsbewegliche, vakuum-isolierte Behälter mit einem Fassungsraum von nicht mehr als 1 000 Liter — Teil 2: Bemessung, Herstellung und Prüfung
EN 1252-1:1998/AC:1998	Kryo-Behälter – Werkstoffe — Teil 1: Anforderungen an die Zähigkeit bei Temperaturen unter – 80 °C
EN 1797:2001	Kryo-Behälter — Verträglichkeit von Gas/Werkstoffen
EN 1964-3:2000	Ortsbewegliche Gasflaschen — Gestaltung und Konstruktion von nahtlosen wiederbefüllbaren ortsbeweglichen Gasflaschen aus Stahl mit einem Fassungsvermögen von 0,5 Liter bis einschließlich 150 Liter — Teil 3: Nahtlose Flaschen aus nichtrostendem Stahl mit einem R_m-Wert von weniger als 1 100 MPa
EN 10204:2004	Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen
EN 12300:1998/A1:2006	Kryo-Behälter — Reinheit für den tiefkalten Betrieb
EN 12434:2000/AC:2001	Kryo-Behälter — Kryo-Schlauchleitungen

EN 12862:2000	Ortsbewegliche Gasflaschen — Gestaltung und Konstruktion von wiederbefüllbaren ortsbeweglichen geschweißten Gasflaschen aus Aluminiumlegierung
EN 13322-2:2003/A1:2006	Ortsbewegliche Gasflaschen — Wiederbefüllbare geschweißte Flaschen aus Stahl — Gestaltung und Konstruktion — Teil 2: Flaschen aus nichtrostendem Stahl
EN 13648-1:2008	Kryo-Behälter — Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung — Teil 1: Sicherheitsventile für den Kryo-Betrieb
EN 13648-2:2002	Kryo-Behälter — Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung — Teil 2: Berstscheibeneinrichtungen
EN 13648-3:2002	Kryo-Behälter — Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung — Teil 3: Ermittlung des erforderlichen Ausflusses; Ausflussmassenstrom und Auslegung
ASTM B117 — 07a	Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus (Standardverfahren für die Salzsprüh-(nebel)-prüfung)
ASTM D522 — 93a(2008)	Standard test methods for mandrel bend test of attached organic coatings (Dornbiegeprüfungen an aufgebrachten organischen Beschichtungen)
ASTM D572 — 04	Standard test method for rubber — Deterioration by heat and oxygen (Verfahren zur Bestimmung der Hitze- und Sauerstoffbeständigkeit)
ASTM D1308 — 02(2007)	Standard test method for effect of household chemicals on clear and pigmented organic finishes (Verfahren zur Bestimmung der Wirkung von Haushaltschemikalien auf klare und pigmentierte organische Beschichtungen)
ASTM D2344 / D2344M — 00(2006)	Standard test method for short-beam strength of polymer matrix composite materials and their laminates (Verfahren zur Prüfung der interlaminaren Scherfestigkeit von parallel gewickeltem Faserverbundwerkstoff mit Hilfe des Short-Beam-Verfahrens)
ASTM D2794 — 93(2004)	Standard test method for resistance of organic coatings to the effects of rapid deformation (impact) (Verfahren für die Prüfung der Widerstandsfähigkeit organischer Beschichtungen gegen schnelle Verformung (Aufprall))
ASTM D3170 — 03(2007)	Standard test method for chipping resistance of coatings (Verfahren zur Prüfung der Beständigkeit von Beschichtungen gegen Abplatzen)
ASTM D3359 — 08	Standard test methods for measuring adhesion by tape test (Verfahren zur Prüfung der Haftfestigkeit von Beschichtungen mit Hilfe eines Klebebandtestes)
ASTM D3418 — 08	Test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry (Verfahren zur Prüfung der Übergangstemperaturen sowie der Schmelz- und Kristallisationsenthalpien von Kunststoffen mit Hilfe der dynamischen Differenzkalorimetrie)
ASTM G154 — 06	Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials (Standardverfahren für den Betrieb von Beleuchtungskörpern für die UV-Bestrahlung von nichtmetallischen Werkstoffen)