DIN EN 17533:2025-07 (D)

Gasförmiger Wasserstoff - Flaschen und Großflaschen zur ortsfesten Lagerung; Deutsche Fassung EN 17533:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 9

Einleitung ... 10

1 Anwendungsbereich ... 11

2 Normative Verweisungen ... 11

3 Begriffe und Symbole ... 12
3.1 Begriffe ... 12
3.2 Symbole ... 17

4 Festgelegte Betriebsbedingungen ... 18
4.1 Höchstzulässiger Betriebsdruck ... 18
4.2 Höchstzulässiger Energiegehalt ... 18
4.3 Zulässige Höchst- und Mindesttemperatur ... 18
4.4 Druckzyklus-Lebensdauer ... 18
4.5 Verfahren zur Festlegung der zulässigen Anzahl von Druckzyklen oder des zulässigen Ermüdungsverhaltens für die Leistung während des Betriebs ... 18
4.5.1 Allgemeines ... 18
4.5.2 Verfahren 1 – Berechnung der Lastwechselbeanspruchung unter Anwendung von Auslegungsnormen für ortsbewegliche Anwendungen – Verfahren nach Anhang A ... 19
4.5.3 Verfahren 2 – Bewertung der Ermüdung anhand der Bruchmechanik – Verfahren nach Anhang B (Typ 1 und Typ 2) ... 19
4.5.4 Verfahren 3 – Bewertung der Ermüdung auf der Grundlage von Leistungsprüfungen – Verfahren nach Anhang C ... 19
4.6 Betriebslebensdauer ... 19

5 Zusätzliche Betriebsbedingungen ... 19
5.1 Allgemeines ... 19
5.2 Umweltbedingungen ... 19
5.3 Brandbedingungen ... 20

6 Aufzuzeichnende Angaben ... 20
6.1 Allgemeines ... 20
6.2 Betriebserklärung ... 20
6.3 Auslegung, Zeichnungen und Angaben ... 21
6.4 Daten der Werkstoffeigenschaften ... 21
6.5 Herstellungsdaten ... 22
6.6 Aufbewahrung von Aufzeichnungen ... 22

7 Werkstoffeigenschaften ... 22
7.1 Verträglichkeit ... 22
7.2 Stahl ... 22
7.3 Nichtrostende Stähle ... 22
7.4 Aluminiumlegierungen ... 23
7.5 Faserwerkstoff ... 23
7.6 Matrixwerkstoffe ... 23
7.7 Kunststoff-Linerwerkstoff ... 23

8 Anforderungen an neue Auslegungen ... 23

9 Mindestanforderungen an neue Auslegungen ... 24

9.1 Spannungsanalyse ... 24
9.1.1 Allgemeines ... 24
9.1.2 Berstdruck und Faserspannungsverhältnis (nicht anwendbar, wenn Anhang B angewendet wird) ... 24
9.1.3 Prüfdruck ... 25
9.1.4 Maximale Fehlergröße in metallischen Werkstoffen ... 25
9.1.5 Korrosionsschutz von Liner und Stutzen ... 26
9.1.6 UV-Beständigkeit ... 26
9.1.7 Feuchtebeständigkeit ... 26
9.1.8 Schutzschicht ... 26
9.2 Bau und Ausführung ... 26
9.2.1 Werkstoffe ... 26
9.2.2 Öffnungen, Halsgewinde, Halsring, Fußring, Halterung ... 27
9.2.3 Umformen ... 27
9.2.4 Faserwicklung ... 28
9.2.5 Aushärten wärmehärtbarer Harze ... 28
9.2.6 Autofrettage ... 28
9.2.7 Äußerer Schutz gegen Umweltbedingungen ... 29
9.3 Fertigungs- und Losprüfungen ... 29
9.3.1 Fertigungsprüfungen ... 29
9.3.2 Losprüfungen ... 30

10 Kennzeichnungen ... 33

11 Vorbereitung für den Versand ... 34

Anhang A (informativ) Berechnung der Druckzyklen anhand von Auslegungsnormen für ortsbewegliche Anwendungen ... 36
A.1 Allgemeines ... 36
A.2 Anforderungen ... 37
A.2.1 Allgemeine Anforderungen ... 37
A.2.2 Besondere Anforderungen ... 38
A.3 Kennzeichnung ... 40
A.4 Bescheinigung ... 40
A.5 Beispiele für die Berechnung des PS (MAWP) ... 41
A.5.1 Flasche vom Typ 1 nach EN ISO 9809-1 mit P_w/P_h von 200/300 bar in Europa ... 41
A.5.2 Flasche vom Typ 3 nach ISO 11119-2 mit P_w/P_h von 200/300 bar in Europa ... 41
A.5.3 Flasche vom Typ 1 nach EN ISO 9809-1 mit P_w/P_h von 700/1 050 bar in Europa ... 41
A.5.4 Flasche vom Typ 3 nach ISO 11119-2 mit P_w/P_h von 1 000/1 500 bar in Europa ... 41
A.6 Beispiel für die Berechnung der Druckzyklus-Lebensdauer ... 41

Anhang B (normativ) Auslegung und Berechnung sowie Festlegung der Druckzyklus-Lebensdauer mittels Bruchmechanik (Typ 1 und Typ 2) ... 42
B.1 Zweck und Anwendungsbereich ... 42
B.2 Methodik ... 42
B.3 Ausnahme für niedriglegierte Stähle ... 42

Anhang C (normativ) Beurteilung der Auslegung anhand von Leistungsprüfungen ... 43
C.1 Prüfung ... 43
C.1.1 Allgemeines ... 43
C.1.2 Werkstoffprüfungen ... 43
C.1.3 Prüfungen der Druckbehälter ... 44
C.1.4 Qualifizierung und Auslegungsänderungen ... 48

Anhang D (normativ) Prüfverfahren und Annahmekriterien ... 52
D.1 Wasserstoffverträglichkeit ... 52
D.2 Prüfungen der Wasserstoffempfindlichkeit von Metallen ... 52
D.2.1 Allgemeines ... 52
D.2.2 Prüfverfahren 1 — Ermüdungsprüfung von Zugproben ... 52
D.2.3 Prüfverfahren 2 — Ermüdungsprüfung von Scheiben ... 54
D.3 Zugeigenschaften von Kunststoffen ... 55

D.4 Erweichungstemperatur von Kunststoffen ... 55
D.5 Prüfungen der Harzeigenschaften ... 55
D.6 Hydrostatische Berstdruckprüfung ... 56
D.7 Lastwechselprüfung bei Umgebungstemperatur zur Festlegung der Druckzyklus-Lebensdauer ... 56
D.7.1 Lastwechselprüfung mit voller Amplitude ... 56
D.7.2 Lastwechselprüfung mit Teilamplitude ... 56
D.7.3 Alternative Prüfungen zu D.7.1 und D.7.2 ... 57
D.7.4 Zu überwachende und aufzuzeichnende Parameter ... 57
D.8 Leck-vor-Bruch-Prüfung (LvB-Prüfung) ... 57
D.9 Brandversuch ... 57
D.10 Stoßprüfung bei hoher Dehngeschwindigkeit ... 57
D.11 Beschleunigter Zeitstandsversuch ... 58
D.12 Lastwechselprüfung bei extremen Temperaturen ... 58
D.13 Permeationsprüfung ... 58
D.14 Stutzen-Drehmomentprüfung ... 59
D.15 Wasserstoffgas-Lastwechselprüfung (nur für Typ 4) ... 59
D.16 Härteprüfung ... 59
D.17 Wasserdruckprüfung ... 59
D.18 Dichtheitsprüfung ... 59
D.19 Prüfungen der Beschichtung ... 60
D.20 Losprüfungen der Beschichtung ... 60
D.20.1 Beschichtungsdicke ... 60
D.20.2 Adhäsion der Beschichtung ... 60
D.21 Fallprüfung (optional) ... 61

Anhang E (informativ) Verifizierung von Spannungsverhältnissen mittels Dehnungsmessstreifen ... 62

Anhang F (informativ) Fehlergröße für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) mittels Lastwechselbeanspruchung gekerbter Druckbehälter ... 63

Anhang G (informativ) Herstellerangaben zur Handhabung, Verwendung und Inspektion von Druckbehältern ... 64
G.1 Allgemeines ... 64
G.2 Vertrieb ... 64
G.3 Verweisung auf bestehende Codes, Normen und Vorschriften ... 64
G.4 Handhabung von Druckbehältern ... 64
G.5 Einbau ... 64
G.6 Verwendung von Druckbehältern ... 65
G.7 Betriebsinspektion ... 65
G.7.1 Allgemeines ... 65
G.7.2 Wiederkehrende erneute Qualifizierung ... 65
G.7.3 Durch Stoß beschädigte Druckbehälter ... 65
G.7.4 Druckbehälter unter Brandeinwirkung ... 65

Anhang H (informativ) Wahlfreier Brandversuch ... 67
H.1 Allgemeines ... 67
H.2 Flaschenprüfung ... 67
H.2.1 Flaschenanordnung ... 67
H.2.2 Brandquelle ... 67
H.2.3 Temperatur- und Druckmessungen ... 68
H.2.4 Allgemeine Prüfanforderungen ... 68
H.2.5 Möglichkeiten der Prüfung ... 68
H.3 Prüfung der PRD ... 69
H.4 Entlüftungsprüfung ... 69
H.5 Bewertung des Systems ... 69
H.5.1 Qualifizierungsgrenzwert-Hülle ... 69
H.5.2 Betriebsgrenzwert-Hülle ... 69
H.5.3 Annehmbare Ergebnisse ... 70

H.6 Erzeugung einer Sicherheitshülle und tatsächliche Leistung der Flasche/PRD 70

Anhang I (informativ) Angaben zum Sicherheitsfaktor 72
I.1 Zweck 72
I.2 Hintergrund 72
I.3 Empfohlener Sicherheitsfaktor 72
I.4 Diskussion 72
I.5 Schlussfolgerungen 74
I.6 Empfehlungen 74
I.7 Weitere Literaturhinweise 74

Literaturhinweise 75

Bilder

Bild A.1 — Konzept von Anhang A 37

Bild D.1 — Probekörper für die Ermüdungsprüfung 53

Bild H.1 — Erzeugung einer Sicherheitshülle und tatsächliche Leistung der Flasche/PRD 71

Tabellen

Tabelle 1 — Mindestspannungsverhältnisse und Berstdrücke 25

Tabelle 2 — Anforderungen und Beispiele für Kennzeichnungen 33

Tabelle C.1 — Zusammenfassung der Werkstoffprüfungen 43

Tabelle C.2 — Zusammenfassung der Prüfungen von Druckbehältern oder Linern 45

Tabelle C.3 — Qualifizierungsprüfungen für Auslegungsänderungen 49