DIN EN 17533:2024-11 (D)

Gasförmiger Wasserstoff - Flaschen und Großflaschen zur ortsfesten Lagerung; Deutsche Fassung EN 17533:2020

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 9

Einleitung 10

1 Anwendungsbereich 11

2 Normative Verweisungen 11

3 Begriffe und Symbole 13
3.1 Begriffe 13
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 Flache Druckzyklus-Lebensdauer 18
4.6 Wirksame Druckzyklus-Anzahl und höchstzulässige Anzahl von Druckzyklen im Betrieb 19
4.6.1 Allgemeines 19
4.6.2 Druckzyklen-Berechnungsverfahren — in Anhang B beschriebenes Verfahren 19
4.6.3 Druckzyklen-Berechnungsverfahren — Goodman-Diagramm-Verfahren, in Anhang F beschrieben 19
4.7 Nutzungsdauer 19

5 Zusätzliche Betriebsbedingungen 19
5.1 Umgebungsbedingungen 19
5.2 Brandbedingungen 20

6 Aufzuzeichnende Angaben 20
6.1 Allgemeines 20
6.2 Betriebserklärung 20
6.3 Auslegungszeichnungen und -angaben 21
6.4 Spannungsanalysebericht 21
6.5 Daten zu Werkstoffeigenschaften 22
6.6 Herstellungsdaten 22
6.7 Aufbewahrung der Aufzeichnungen 22

7 Werkstoffeigenschaften 22
7.1 Verträglichkeit 22
7.2 Stahl 22
7.3 Nichtrostende Stähle 23
7.4 Aluminiumlegierungen 23
7.5 Faserwerkstoff 23
7.6 Harze 23
7.7 Werkstoff für Kunststoff-Liner 23

8 Anforderungen an neue Auslegungen 23
8.1 Allgemeine Anforderungen 23
8.1.1 Spannungsanalyse 23
8.1.2 Berstdruck und Faserspannungsverhältnis 24
8.1.3 Prüfdruck 25

8.1.4 Maximale Fehlergröße bei metallischen Werkstoffen ... 25
8.1.5 Schutz von Liner und Stutzen vor Korrosion ... 25
8.1.6 Beständigkeit gegen UV-Emissionen ... 26
8.1.7 Feuchtebeständigkeit ... 26
8.1.8 Schutzschicht ... 26
8.2 Bau und Ausführung ... 26
8.2.1 Linerwerkstoffe ... 26
8.2.2 Öffnungen, Halsgewinde, Ring am oberen Ende, Ring am unteren Ende, Halterung ... 27
8.2.3 Formen ... 27
8.2.4 Faserwicklung ... 27
8.2.5 Aushärten warmaushärtender Harze ... 28
8.2.6 Autofrettage ... 28
8.2.7 Äußerer Schutz gegen Umgebungseinflüsse ... 28
8.3 Qualifizierung neuer Auslegungen ... 29
8.3.1 Allgemeines ... 29
8.3.2 Werkstoffprüfungen ... 29
8.3.3 Prüfungen der Druckbehälter ... 31
8.3.4 Qualifizierung von Auslegungsänderungen ... 35
8.3.5 Qualifizierung der Auslegung und des Begriffs des Lebenszyklus aufgrund der Bruchmechanik ... 39
8.4 Produktions- und Losprüfungen ... 41
8.4.1 Produktionsprüfungen ... 41
8.4.2 Losprüfungen ... 42
8.5 Kennzeichnungen ... 45
8.6 Vorbereitung für den Versand ... 47

9 Anforderungen an vorhandene Auslegungsnormen ... 47

Anhang A (normativ) Prüfverfahren und Annahmekriterien ... 48
A.1 Prüfungen der Wasserstoffverträglichkeit ... 48
A.2 Prüfungen der Wasserstoffempfindlichkeit ... 48
A.2.1 Allgemeines ... 48
A.2.2 Prüfverfahren 1 — Ermüdungsprüfung von Zugproben ... 48
A.2.3 Verfahren 2: Ermüdungsprüfung von Scheiben ... 50
A.3 Zugeigenschaften von Kunststoffen ... 51
A.4 Erweichungstemperatur von Kunststoffen ... 51
A.5 Prüfungen der Eigenschaften des Harzes ... 51
A.6 Hydrostatische Berstdruckprüfung ... 52
A.7 Lastwechselprüfung bei Umgebungstemperatur ... 52
A.7.1 Lastwechselprüfung mit voller Amplitude ... 52
A.7.2 Lastwechselprüfung mit Teilamplitude ... 52
A.7.3 Alternative Prüfungen zu A.7.1 und A.7.2 ... 53
A.7.4 Alternative Bedingungen für die Lastwechselbeanspruchung ... 53
A.7.5 Parameter, die zu überwachen und aufzuzeichnen sind ... 54
A.8 Leck-vor-Bruch-Prüfung (LBB) ... 54
A.9 Bonfire-Test ... 54
A.10 Kerbschlagbiegeprüfung bei hohen Dehngeschwindigkeiten ... 54
A.11 Beschleunigter Zeitstandsversuch ... 54
A.12 Lastwechselprüfung bei extremen Temperaturen ... 55
A.13 Permeationsprüfung ... 55
A.14 Drehmomentprüfung des Stutzens ... 55
A.15 Wasserstoffgas-Lastwechselprüfung ... 56
A.16 Härteprüfung ... 56
A.17 Hydraulische Prüfung ... 57
A.18 Dichtheitsprüfung ... 57
A.19 Prüfung von Beschichtungen ... 57
A.20 Losprüfungen der Beschichtung ... 58
A.20.1 Dicke der Beschichtung ... 58
A.20.2 Haftung der Beschichtung ... 58

A.21 Fallprüfung ... **58**

Anhang B (normativ) Anwendung bestehender und anerkannter Auslegungsnormen für die ortsfeste Lagerung ... **60**
B.1 Allgemeines ... **60**
B.2 Anforderungen ... **60**
B.2.1 Allgemeine Anforderungen ... **60**
B.2.2 Besondere Anforderungen ... **61**
B.3 Kennzeichnung ... **63**
B.3.1 Druckbehälter, die speziell für den ortsfesten Einsatz hergestellt werden ... **63**
B.3.2 Druckbehälter, die anfänglich als ortsbewegliche Flaschen verwendet werden ... **63**
B.4 Bescheinigung ... **63**
B.5 Beispiele für die Berechnung des MAWP ... **64**
B.5.1 Flasche vom Typ 1 nach EN ISO 9809 mit P_w/P_h von 200 bar/300 bar in Europa ... **64**
B.5.2 Flasche vom Typ 4 nach ISO 11119-3 mit P_w/P_h von 200 bar/300 bar in Europa ... **64**
B.5.3 Flasche vom Typ 1 nach EN ISO 9809 mit P_w/P_h von 1 000 bar/1 500 bar in Europa ... **64**
B.5.4 Flasche vom Typ 4 nach ISO 11119-3 mit P_w/P_h von 1 000 bar/1 500 bar in Europa ... **64**
B.6 Berechnung der Zykluslebensdauer ... **64**

Anhang C (informativ) Verifizierung der Spannungsverhältnisse mittels Verwendung von Dehnungsmessstreifen ... **65**

Anhang D (informativ) Fehlergröße für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) mittels Lastwechselbeanspruchung gekerbter Druckbehälter ... **66**

Anhang E (informativ) Herstelleranweisungen für die Handhabung, Verwendung und Inspektion von Druckbehältern ... **67**
E.1 Allgemeines ... **67**
E.2 Vertrieb ... **67**
E.3 Bezugnahme auf bestehende Codes, Normen und Vorschriften ... **67**
E.4 Handhabung der Druckbehälter ... **67**
E.5 Einbau ... **67**
E.6 Verwendung von Druckbehältern ... **68**
E.7 Überprüfung während des Betriebs ... **68**
E.7.1 Allgemeines ... **68**
E.7.2 Wiederkehrende Requalifizierung ... **68**
E.7.3 Druckbehälter, die durch einen Aufprall beschädigt wurden ... **68**
E.7.4 In Brände involvierte Druckbehälter ... **68**

Anhang F (informativ) Beurteilung der Ermüdungslebensdauer unter Verwendung von Goodman-Diagrammen ... **70**
F.1 Zweck ... **70**
F.2 Erstellung eines *S-N*-Diagramms ... **70**
F.3 Gleichwertige Lastwechselbeanspruchung ... **71**
F.4 Erstellung eines Goodman-Diagramms ... **71**

Anhang G (informativ) Optionaler Bonfire-Test ... **75**
G.1 Allgemeines ... **75**
G.2 Prüfung der Flasche ... **75**
G.2.1 Anordnung der Flasche ... **75**
G.2.2 Brandquelle ... **75**
G.2.3 Temperatur- und Druckmessungen ... **76**
G.2.4 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung ... **76**
G.2.5 Möglichkeiten der Prüfung ... **76**
G.3 Prüfung der Druckentlastungseinrichtung ... **77**
G.4 Entlüftungsprüfung ... **77**
G.5 Bewertung des Systems ... **77**
G.5.1 Qualifizierungsgrenzwert-Hülle ... **77**
G.5.2 Betriebsgrenzwert-Hülle ... **77**
G.5.3 Annehmbare Ergebnisse ... **78**
G.6 Erzeugung einer Sicherheitshülle und die aktuelle Flaschen-/Druckentlastungsleistung ... **78**

Anhang H (informativ) Angaben zum Sicherheitsfaktor **80**
H.1 Zweck **80**
H.2 Hintergrund **80**
H.3 Empfohlener Sicherheitsfaktor **80**
H.4 Diskussion **80**
H.5 Schlussfolgerungen **82**
H.6 Empfehlungen **82**
H.7 Weitere Literaturhinweise: **82**
Anhang I (informativ) Anleitung zur Bewertung von Druckbehältern, die entsprechend anderer Normen ausgelegt sind **83**
Literaturhinweise **86**

Bilder

Bild A.1 — Probekörper für die Ermüdungsprüfung **49**
Bild F.1 — Ermüdungslebensdauer von Kohlenstofffaserverbundwerkstoff gegenüber der Laststufe **71**
Bild F.2 — Dauerfestigkeitsdiagramm nach Goodman **73**
Bild G.1 — Erzeugung einer Sicherheitshülle und der tatsächlichen Leistung der Flasche/Druckentlastungseinrichtung **79**

Tabellen

Tabelle 1 — Mindestspannungsverhältnisse und -berstdrücke **25**
Tabelle 2 — Zusammenfassung der Werkstoffprüfungen **30**
Tabelle 3 — Zusammenfassung der Prüfungen von Druckbehältern oder Linern **32**
Tabelle 4 — Qualifizierungsprüfungen für Auslegungsänderungen **36**
Tabelle 5 — Risswachstumsgeschwindigkeitsfaktoren **41**
Tabelle F.1 — Erstellung eines Goodman-Diagramms **72**
Tabelle F.2 — Proben-Druckzyklusspezifikation **73**
Tabelle F.3 — Normalisierte Probenbedingungen **74**
Tabelle F.4 — Beurteilung der Lebensdauer **74**