

# 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
<b>Anhang B (normativ) Anwendung bestehender und anerkannter Auslegungsnormen für die ortsfeste Lagerung .....</b>		
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
<b>Anhang C (informativ) Verifizierung der Spannungsverhältnisse mittels Verwendung von Dehnungsmessstreifen .....</b>		
65		
<b>Anhang D (informativ) Fehlergröße für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) mittels Lastwechselbeanspruchung gekerbter Druckbehälter .....</b>		
66		
<b>Anhang E (informativ) Herstelleranweisungen für die Handhabung, Verwendung und Inspektion von Druckbehältern .....</b>		
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
<b>Anhang F (informativ) Beurteilung der Ermüdungslebensdauer unter Verwendung von Goodman-Diagrammen .....</b>		
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
<b>Anhang G (informativ) Optionaler Bonfire-Test.....</b>		
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

<b>Anhang H (informativ) Angaben zum Sicherheitsfaktor</b> .....	<b>80</b>
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
<b>Anhang I (informativ) Anleitung zur Bewertung von Druckbehältern, die entsprechend anderer Normen ausgelegt sind</b> .....	<b>83</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>86</b>

## **Bilder**

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

## **Tabellen**

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