DIN EN 13445-3:2026-12 (D)

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 3: Konstruktion; Deutsche Fassung EN 13445-3:2026

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 7

1 Anwendungsbereich ... 8

2 Normative Verweisungen ... 8

3 Begriffe ... 9

4 Symbole und Abkürzungen ... 12

5 Grundlegende Auslegungskriterien ... 13
5.1 Allgemeines ... 13
5.2 Schutz vor Korrosion und Erosion ... 14
5.3 Lastfälle ... 16
5.4 Konstruktions- und Berechnungsverfahren ... 23
5.5 Wanddickenberechnungen (DBF) ... 25
5.6 Schweißnahtfaktor ... 26
5.7 Gestaltungsforderungen für Schweißverbindungen ... 27

6 Maximal zulässige Werte für Berechnungsnennspannungen an drucktragenden Teilen ... 30
6.1 Allgemeines ... 30
6.2 Stähle (außer Gusseisen), außer austenitische Stähle nach 6.4 und 6.5, mit einer Mindestbruchdehnung nach der zutreffenden technischen Werkstoffnorm von weniger als 30 % ... 31
6.3 Alternatives Verfahren für Stähle (außer Gusseisen), außer austenitische Stähle nach 6.4 und 6.5, mit einer Mindestbruchdehnung nach der zutreffenden technischen Werkstoffnorm von weniger als 30 % ... 31
6.4 Austenitische Stähle (außer Gusseisen) von 30 % < A % < 35 % Bruchdehnung A % nach der maßgeblichen Werkstoffnorm ... 32
6.5 Austenitische Stähle (außer Gusseisen) von A % ≥ 35 % Bruchdehnung A % nach zugehöriger Werkstoffnorm ... 32
6.6 Stahlgussstücke ... 33
6.7 Berechnungsnennspannung von Verankerungsschrauben ... 34

7 Schalen unter Innendruck ... 34
7.1 Allgemeines ... 34
7.2 Zusätzliche Definitionen ... 34
7.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 35
7.4 Zylinder- und Kugelschalen ... 35
7.5 Gewölbte Böden ... 36
7.6 Kegelschalen und Kegelböden ... 41
7.7 Stutzen im Krempenbereich ... 51

8 Schalen unter Außendruck ... 55
8.1 Zweck ... 55
8.2 Zusätzliche Definitionen ... 55
8.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 56
8.4 Allgemeines ... 59
8.5 Zylinderschalen ... 60
8.6 Kegelschalen ... 81
8.7 Kugelschalen ... 89
8.8 Behälterböden ... 90

9 Ausschnitte in Schalen und Böden 90
9.1 Zweck 90
9.2 Zusätzliche Definitionen 91
9.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 92
9.4 Allgemeines 96
9.5 Einzelausschnitte 108
9.6 Mehrfachausschnitte 124
9.7 Ausschnitte in der Nähe von Störstellen der Schale 135

10 Ebene Böden 143
10.1 Anwendungsbereich 143
10.2 Zusätzliche Begriffe 143
10.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 144
10.4 An Zylinderschalen angeschweißte runde ebene Böden ohne Ausschnitte 145
10.5 Verschraubte runde ebene Böden ohne Ausschnitte 152
10.6 Runde ebene Böden mit Ausschnitten 155
10.7 Nicht runde oder ringförmige ebene Böden 160

11 Flansche 164
11.1 Zweck 164
11.2 Zusätzliche Definitionen 164
11.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 165
11.4 Allgemeines 167
11.5 Flansche mit innenliegender Dichtung 171
11.6 Flansche mit durchgehender Weichstoffringdichtung 187
11.7 Dichtgeschweißte Flansche 190
11.8 Innenliegende Flansche mit innenliegender Dichtung 191
11.9 Innenliegende Flansche mit durchgehender Weichstoffdichtung 193
11.10 Flansche mit durchgehender Dichtfläche in Kraftnebenschluss 197

12 Tellerböden (verschraubte gewölbte Böden) 199
12.1 Zweck 199
12.2 Zusätzliche Definitionen 199
12.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 199
12.4 Allgemeines 200
12.5 Tellerböden mit innenliegender Dichtung 200
12.6 Tellerböden mit durchgehender Dichtung 202

13 Wärmeaustauscher-Rohrböden 203
13.1 Zweck 203
13.2 Zusätzliche Definitionen 204
13.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 204
13.4 U-Rohr-Wärmeaustauscher 207
13.5 Festkopf-Wärmeaustauscher 221
13.6 Schwimmkopf-Wärmeaustauscher 249
13.7 Eigenschaften von Rohrböden 266
13.8 Höchstzulässige Berechnungsspannung an der Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden 274
13.9 Höchstzulässige Knickspannung der Rohre 275
13.10 Auslegung des Rohrbodenflansches mit schmaler Dichtfläche 277
13.11 Auslegung des Rohrbodenflansches mit vollflächiger Dichtung 281
13.12 Spezielle Rohr-Rohrboden-Schweißverbindungen 283

14 Kompensatoren 287
14.1 Zweck 287
14.2 Zusätzliche Definitionen 287
14.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 289
14.4 Geltungsbereich 291

14.5 Unverstärkte Kompensatoren mit U-förmigem Profil ... 293
14.6 Verstärkte Kompensatorbälge mit U-förmigem Profil ... 308
14.7 Torusbälge (Kompensatoren mit torusförmigem Wellenprofil) ... 316
14.8 Herstellung ... 322
14.9 Inspektion und Prüfung ... 324
14.10 Kompensatoren unter Einwirkung von Axial-, Lateral- oder Angularbewegungen ... 326

15 Rechteckige Druckbehälter ... 331
15.1 Ziel ... 331
15.2 Zusätzliche Definitionen ... 332
15.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 332
15.4 Allgemeines ... 335
15.5 Unverstärkte Behälter ... 335
15.6 Verstärkte Behälter ... 343
15.7 Öffnungen ... 352

16 Andere Einwirkungen als Druck ... 353
16.1 Allgemeines ... 353
16.2 Zusätzliche Definitionen ... 354
16.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 354
16.4 Lokale Lasten an Stutzen in Kugelschalen ... 355
16.5 Lokale Lasten an Stutzen in Zylinderschalen ... 365
16.6 Streckenlasten ... 374
16.7 Aufhängeösen ... 380
16.8 Liegende Behälter auf Sätteln ... 383
16.9 Liegende Behälter mit Ringlagerung ... 396
16.10 Stehende Behälter mit Tragpratzen ... 401
16.11 Stehende Behälter auf Stützfüßen ... 426
16.12 Stehende Behälter auf Standzargen ... 428
16.13 Stehende Behälter mit Ringlagerung ... 461
16.14 Globale Lasten auf Zylinderschalen ... 470
16.15 Globale Lasten auf der Kegelschale und kegelförmige Übergänge ohne Krempen ... 481

17 Vereinfachte Berechnung der Ermüdungslebensdauer ... 488
17.1 Zweck ... 488
17.2 Zusätzliche Definitionen ... 488
17.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 490
17.4 Bedingungen für die Anwendbarkeit ... 492
17.5 Allgemeines ... 494
17.6 Bestimmung der zulässigen Anzahl von Druck- und Temperaturzyklen ... 500
17.7 Berechnungsregel ... 526
17.8 Konstruktion und Fertigung ... 526
17.9 Prüfung ... 527

18 Ausführliche Berechnung der Ermüdungslebensdauer ... 527
18.1 Zweck ... 527
18.2 Besondere Definitionen ... 530
18.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 534
18.4 Geltungsbereich ... 537
18.5 Ausführliches Verfahren der Berechnung der Ermüdungslebensdauer ... 538
18.6 Bestimmung der Spannungen für die Berechnung der Ermüdungslebensdauer geschweißter Bauteile und Bereiche ... 540
18.7 Spannungen für die Berechnung der Ermüdungslebensdauer ungeschweißter Bauteile und Schrauben ... 542
18.8 Elastisch-plastische Bedingungen ... 544
18.9 Zyklen der Vergleichsspannungsschwingbreite $\Delta\sigma_{eq}$ ... 546
18.10 Ermüdungsfestigkeit geschweißter Bauteile ... 546

18.11 Ermüdungsfestigkeit ungeschweißter Bauteile 570
18.12 Ermüdungsfestigkeit von Stahlschrauben 575
18.13 Kumulative Schädigungskennzahl 577

19 Auslegung im Zeitstandbereich 578
19.1 Zweck 578
19.2 Zusätzliche Begriffe 578
19.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 579
19.4 Auslegung im Zeitstandbereich 580
19.5 Berechnungsnennspannung im Zeitstandbereich 580
19.6 Schweißnahtfaktor im Zeitstandbereich 584
19.7 Überwiegend ruhende Druckbelastungen im Zeitstandbereich 585
19.8 Auslegung nach Formeln DBF 585

20 Regeln für die Auslegung von verstärkten ebenen Wänden 588
20.1 Allgemeines 588
20.2 Verankerte ebene Wände 588
20.3 Zusätzliche Symbole für verankerte ebene Wände 588
20.4 Erforderliche Wanddicke für verankerte ebene Wände 588
20.5 Erforderliche Maße und Anordnung von Stehbolzen und Ankern 589
20.6 Anforderungen für Stehbolzen mit Gewinde 589
20.7 Anforderungen für eingeschweißte Stehbolzen und geschweißte Anker 589
20.8 Tabellen für verankerte ebene Wände 590
20.9 Bilder/Verankerte ebene Wandungen 591

21 Runde ebene Böden mit radialen Verstärkungsrippen 593
21.1 Zweck 593
21.2 Zusätzliche Begriffe 593
21.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 595
21.4 Böden ohne zusätzliches Umfangsmoment 596
21.5 Böden mit zusätzlichem Umfangsmoment 599
21.6 Ausschnitte 601
21.7 Schweißnähte 601
21.8 Zentrierring 602

22 Statische Berechnung hoher stehender Behälter auf Standzargen 603
22.1 Zweck 603
22.2 Zusätzliche Begriffe 603
22.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 603
22.4 Lasten 604
22.5 Lastkombinationen 608
22.6 Spannungsberechnung für Druckbehälterschalen und Standzargen 608
22.7 Auslegung der Schweißnaht zwischen Standzarge und Druckbehälter (an gewölbtem Boden oder zylindrischer Schale) 609
22.8 Auslegung von Verankerungsschrauben und der Bodenringanordnung 609
22.9 Fundamentlasten 609
22.10 Wirbelablösung 610

Anhang A (normativ) Anforderungen an die Ausführung von drucktragenden Schweißverbindungen 614

Anhang B (normativ) Analytischer Zulässigkeitsnachweis – Direktes Verfahren 629

Anhang C (normativ) Verfahren der Spannungskategorien für die Auslegung mit Analyseverfahren 660

Anhang D (informativ) Prüfung der Form von Druckbehältern unter Außendruck 683

Anhang E (normativ) Verfahren zur Berechnung der Unrundheit von Zylinder- und Kegelschalen 690

Anhang F (normativ) Zulässiger Außendruck für Druckbehälter mit toleranzüberschreitender Unrundheit 694

Anhang G (normativ) Alternativverfahren zur Auslegung von Flanschen und Flanschverbindungen mit Dichtung 696

Anhang H (informativ) Dichtungsbeiwerte *m* und *y* 744

Anhang I (normativ) Zusätzliche Angaben zu Rohrböden für Wärmeaustauscher 747

Anhang J (normativ) Alternativverfahren zur Auslegung von Rohrböden für Wärmeaustauscher 751

Anhang K (informativ) Ergänzende Angaben für die Auslegung von Kompensatoren 797

Anhang L (informativ) Berechnungsgrundlage für andere Einwirkungen als Druck 804

Anhang M (informativ) Überwachung im Betrieb von Behältern, die im Ermüdungsbereich bzw. Zeitstandbereich betrieben werden 806

Anhang N (informativ) Literaturhinweise zu Abschnitt 18 809

Anhang NA (normativ) Verfahren für die Bestimmung der Hotspot-Strukturspannung durch Finite-Element-Analyse unter Verwendung von Schalen- oder Volumen-Elementen 810

Anhang NB (normativ) Zykluszählung und Bestimmung der Vergleichsspannungsschwingbreite 820

Anhang NC (normativ) Berechnung der Ermüdungslebensdauer für teilweise durchgeschweißte Schweißnähte 852

Anhang ND (normativ) Verfahren zur Berechnung der Spannungskonzentration σtotal und der Spannungskonzentrationsfaktoren K_t 860

Anhang O (informativ) Physikalische Eigenschaften von Stahl 863

Anhang P (normativ) Klassifizierung von Einzelheiten von Schweißnähten, die unter Verwendung von Hauptspannungen zu beurteilen sind 871

Anhang Q (normativ) Vereinfachte Methode zur Berechnung der Werkstoffermüdung für ungeschweißte Bereiche 884

Anhang R (informativ) Koeffizienten für Kriechbruch-Modellgleichungen für die Extrapolation der Kriechbruchfestigkeit 885

Anhang S (informative) Extrapolation der Berechnungsnennspannung auf der Basis des zeitunabhängigen Werkstoffverhaltens im Zeitstandbereich 892

Anhang T (normativ) Auslegung nach experimentellen Verfahren 899

Anhang U (informativ) Leitlinien zur Vernachlässigbarkeit zusätzlicher Temperaturzyklen beim Ermüdungs- und Ratcheting-Nachweis 912

Anhang V (informativ) Berücksichtigung eines Puffers für unbekannte Lasten am Stutzen — Auslegung der Ausschnitte für unbekannte Lasten am Stutzen 921

Anhang Y (informativ) Entwicklung von EN 13445-3 922

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU 923