DIN EN 13445-3:2021-12 (D)

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 3: Konstruktion; Deutsche Fassung EN 13445-3:2021, nur auf CD-ROM

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 7

1 Anwendungsbereich ... 8

2 Normative Verweisungen ... 8

3 Begriffe ... 9

4 Symbole und Abkürzungen ... 12

5 Grundlegende Auslegungskriterien ... 14
5.1 Allgemeines ... 14
5.2 Schutz vor Korrosion und Erosion ... 14
5.3 Lastfälle ... 17
5.4 Konstruktions- und Berechnungsverfahren ... 24
5.5 Wanddickenberechnungen (DBF) ... 26
5.6 Schweißnahtfaktor ... 27
5.7 Gestaltungsforderungen für Schweißverbindungen ... 28

6 Maximal zulässige Werte für Berechnungsnennspannungen an drucktragenden Teilen ... 31
6.1 Allgemeines ... 31
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 % ... 32
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 % ... 32
6.4 Austenitische Stähle (außer Gusseisen) von 30 % < A% < 35 % Bruchdehnung A% nach der maßgeblichen Werkstoffnorm ... 33
6.5 Austenitische Stähle (außer Gusseisen) von A% ≥ 35 % Bruchdehnung A% nach zugehöriger Werkstoffnorm ... 33
6.6 Stahlgussstücke ... 34
6.7 Berechnungsnennspannung von Verankerungsschrauben ... 35

7 Schalen unter Innendruck ... 35
7.1 Allgemeines ... 35
7.2 Zusätzliche Definitionen ... 35
7.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 36
7.4 Zylinder- und Kugelschalen ... 36
7.5 Gewölbte Böden ... 37
7.6 Kegelschalen und Kegelböden ... 42
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 95
9.5 Einzelausschnitte 107
9.6 Mehrfachausschnitte 124
9.7 Ausschnitte in der Nähe von Störstellen der Schale 135

10 Ebene Böden 142
10.1 Anwendungsbereich 142
10.2 Zusätzliche Begriffe 143
10.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 143
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 188
11.7 Dichtgeschweißte Flansche 191
11.8 Innenliegende Flansche mit innenliegender Dichtung 192
11.9 Innenliegende Flansche mit durchgehender Weichstoffdichtung 194
11.10 Flansche mit durchgehender Dichtfläche in Kraftnebenschluss 198

12 Tellerböden (verschraubte gewölbte Böden) 201
12.1 Zweck 201
12.2 Zusätzliche Definitionen 201
12.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 201
12.4 Allgemeines 201
12.5 Tellerböden mit innenliegender Dichtung 201
12.6 Tellerböden mit durchgehender Dichtung 203

13 Wärmeaustauscher-Rohrböden 205
13.1 Zweck 205
13.2 Zusätzliche Definitionen 205
13.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 205
13.4 U-Rohr-Wärmeaustauscher 208
13.5 Festkopf-Wärmeaustauscher 221
13.6 Schwimmkopf-Wärmeaustauscher 250
13.7 Eigenschaften von Rohrböden 268
13.8 Höchstzulässige Berechnungsspannung an der Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden 275
13.9 Höchstzulässige Knickspannung der Rohre 276
13.10 Auslegung des Rohrbodenflansches mit schmaler Dichtfläche 279
13.11 Auslegung des Rohrbodenflansches mit vollflächiger Dichtung 282
13.12 Spezielle Rohr-Rohrboden-Schweißverbindungen 285

14 Kompensatoren 288
14.1 Zweck 288
14.2 Zusätzliche Definitionen 288
14.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 290
14.4 Geltungsbereich 292
14.5 Unverstärkte Kompensatoren mit U-förmigem Profil 295

14.6 Verstärkte Kompensatorbälge mit U-förmigem Profil ... 311
14.7 Torusbälge (Kompensatoren mit torusförmigem Wellenprofil) ... 320
14.8 Herstellung ... 326
14.9 Inspektion und Prüfung ... 328
14.10 Kompensatoren unter Einwirkung von Axial-, Lateral- oder Angularbewegungen ... 330

15 Rechteckige Druckbehälter ... 336
15.1 Ziel ... 336
15.2 Zusätzliche Definitionen ... 336
15.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 336
15.4 Allgemeines ... 338
15.5 Unverstärkte Behälter ... 338
15.6 Verstärkte Behälter ... 347
15.7 Öffnungen ... 356

16 Andere Einwirkungen als Druck ... 357
16.1 Allgemeines ... 357
16.2 Zusätzliche Definitionen ... 358
16.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 358
16.4 Lokale Lasten an Stutzen in Kugelschalen ... 359
16.5 Lokale Lasten an Stutzen in Zylinderschalen ... 370
16.6 Streckenlasten ... 379
16.7 Aufhängeösen ... 385
16.8 Liegende Behälter auf Sätteln ... 390
16.9 Liegende Behälter mit Ringlagerung ... 405
16.10 Stehende Behälter mit Tragpratzen ... 410
16.11 Stehende Behälter auf Stützfüßen ... 415
16.12 Stehende Behälter auf Standzargen ... 417
16.13 Stehende Behälter mit Ringlagerung ... 449
16.14 Globale Lasten auf Zylinderschalen ... 459

17 Vereinfachte Berechnung der Ermüdungslebensdauer ... 470
17.1 Zweck ... 470
17.2 Zusätzliche Definitionen ... 470
17.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 473
17.4 Bedingungen für die Anwendbarkeit ... 474
17.5 Allgemeines ... 476
17.6 Bestimmung der zulässigen Anzahl von Druck- und Temperaturzyklen ... 482
17.7 Berechnungsregel ... 508
17.8 Konstruktion und Fertigung ... 508
17.9 Prüfung ... 509

18 Ausführliche Berechnung der Ermüdungslebensdauer ... 509
18.1 Zweck ... 509
18.2 Zusätzliche Definitionen ... 510
18.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 513
18.4 Geltungsbereich ... 515
18.5 Allgemeines ... 517
18.6 Geschweißte Bauteile ... 519
18.7 Ungeschweißte Bauteile und Schrauben ... 524
18.8 Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung von Spannungen im überelastischen Bereich ... 528
18.9 Ermüdung ... 530
18.10 Ermüdungsfestigkeit geschweißter Bauteile ... 534
18.11 Ermüdungsfestigkeit ungeschweißter Bauteile ... 554
18.12 Ermüdungsfestigkeit von Stahlschrauben ... 560

19 Auslegung im Zeitstandbereich ... 562
19.1 Zweck ... 562
19.2 Zusätzliche Begriffe ... 562

19.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 562
19.4 Auslegung im Zeitstandbereich ... 563
19.5 Berechnungsnennspannung im Zeitstandbereich ... 564
19.6 Schweißnahtfaktor im Zeitstandbereich ... 568
19.7 Überwiegend ruhende Druckbelastungen im Zeitstandbereich ... 568
19.8 Auslegung nach Formeln DBF ... 568

20 Regeln für die Auslegung von verstärkten ebenen Wänden ... 572
20.1 Allgemeines ... 572
20.2 Verankerte ebene Wände ... 572
20.3 Zusätzliche Symbole für verankerte ebene Wände ... 572
20.4 Erforderliche Wanddicke für verankerte ebene Wände ... 572
20.5 Erforderliche Maße und Anordnung von Stehbolzen und Ankern ... 572
20.6 Anforderungen für Stehbolzen mit Gewinde ... 573
20.7 Anforderungen für eingeschweißte Stehbolzen und geschweißte Anker ... 573
20.8 Tabellen für verankerte ebene Wände ... 574
20.9 Bilder/Verankerte ebene Wandungen ... 574

21 Runde ebene Böden mit radialen Verstärkungsrippen ... 578
21.1 Zweck ... 578
21.2 Zusätzliche Begriffe ... 578
21.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 580
21.4 Böden ohne zusätzliches Umfangsmoment ... 581
21.5 Böden mit zusätzlichem Umfangsmoment ... 583
21.6 Ausschnitte ... 585
21.7 Schweißnähte ... 585
21.8 Zentrierring ... 586

22 Statische Berechnung hoher stehender Behälter auf Standzargen ... 587
22.1 Zweck ... 587
22.2 Zusätzliche Begriffe ... 587
22.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen ... 587
22.4 Lasten ... 588
22.5 Lastkombinationen ... 592
22.6 Spannungsberechnung für Druckbehälterschalen und Standzargen ... 592
22.7 Auslegung der Schweißnaht zwischen Standzarge und Druckbehälter (an gewölbtem Boden oder zylindrischer Schale) ... 593
22.8 Auslegung von Verankerungsschrauben und der Bodenringanordnung ... 593
22.9 Fundamentlasten ... 593
22.10 Wirbelablösung ... 594

Anhang A (normativ) Anforderungen an die Ausführung von drucktragenden Schweißverbindungen ... 598

Anhang B (normativ) Analytischer Zulässigkeitsnachweis – Direktes Verfahren ... 622
B.9.6 Kriechermüdung und zyklische Ermüdung (KEN) ... 652

Anhang C (normativ) Verfahren der Spannungskategorien für die Auslegung mit Analyseverfahren ... 653

Anhang D (informativ) Prüfung der Form von Druckbehältern unter Außendruck ... 675

Anhang E (normativ) Verfahren zur Berechnung der Unrundheit von Zylinder- und Kegelschalen 682

Anhang F (normativ) Zulässiger Außendruck für Druckbehälter mit toleranzüberschreitender Unrundheit ... 685

Anhang G (normativ) Alternativverfahren zur Auslegung von Flanschen und Flanschverbindungen mit Dichtung ... 687

Anhang H (informativ) Dichtungsbeiwerte *m* und *y* ... 738

Anhang I (informativ) Zusätzliche Angaben zu Rohrböden für Wärmeaustauscher 741

Anhang J (normativ) Alternativverfahren zur Auslegung von Rohrböden für Wärmeaustauscher. 745

Anhang K (informativ) Ergänzende Angaben für die Auslegung von Kompensatoren..... 792

Anhang L (informativ) Berechnungsgrundlage für andere Einwirkungen als Druck..... 799

Anhang M (informativ) Überwachung im Betrieb von Behältern, die im Ermüdungsbereich bzw. Zeitstandbereich betrieben werden..... 801

Anhang N (informativ) Literaturhinweise zu Abschnitt 18 804

Anhang O (informativ) Physikalische Eigenschaften von Stahl..... 805

Anhang P (normativ) Klassifizierung von Einzelheiten von Schweißnähten, die unter Verwendung von Hauptspannungen zu beurteilen sind 813

Anhang Q (normativ) Vereinfachte Methode zur Berechnung der Werkstoffermüdung für ungeschweißte Bereiche..... 827

Anhang R (informativ) Koeffizienten für Kriechbruch-Modellgleichungen für die Extrapolation der Kriechbruchfestigkeit..... 828

Anhang S (informativ) Extrapolation der Berechnungsnennspannung auf der Basis des zeitunabhängigen Werkstoffverhaltens im Zeitstandbereich 835

Anhang T (normativ) Auslegung nach experimentellen Verfahren..... 841

Anhang U (informativ) Leitlinien zur Vernachlässigbarkeit zusätzlicher Temperaturzyklen beim Ermüdungs- und Ratcheting-Nachweis 854

Anhang V (informativ) Berücksichtigung eines Puffers für unbekannte Lasten am Stutzen — Auslegung der Ausschnitte für unbekannte Lasten am Stutzen..... 863

Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13445-3..... 864

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU..... 865