

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 $A\% \geq 35\%$ 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 Stützen im Krepfenbereich | 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 Stützen in Kugelschalen | 359 |
| 16.5 | Lokale Lasten an Stützen 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..... | 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 |

