

# E DIN EN 13445-3/A20:2019-06 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2019-05-17

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 3: Konstruktion; Deutsche und Englische Fassung  
EN 13445-3:2014/prA20:2019

Unfired pressure vessels - Part 3: Design; German and English version EN 13445-  
3:2014/prA20:2019

---

## Inhalt

Seite

|   |    |
|---|----|
| Europäisches Vorwort.....   | 5  |
| 1 Änderung an Abschnitt 18.....   | 6  |
| 18 Ausführliche Berechnung der Ermüdungslebensdauer.....  | 6  |
| 18.1 Zweck.....   | 6  |
| 18.2 Besondere Definitionen.....  | 8  |
| 18.2.1 Kritischer Bereich.....  | 8  |
| 18.2.2 Unterer Grenzwert der Spannungsschwingbreite.....  | 8  |
| 18.2.3 Störstelle.....  | 8  |
| 18.2.4 Effektive Kerbspannung.....  | 8  |
| 18.2.5 Effektiver Spannungskonzentrationsfaktor.....  | 9  |
| 18.2.6 Elastische Beanspruchung.....  | 9  |
| 18.2.7 Dauerwechselfestigkeit.....  | 9  |
| 18.2.8 Vergleichsspannungsschwingbreite.....  | 9  |
| 18.2.9 Ermüdung.....  | 9  |
| 18.2.10 Ermüdungskurven.....  | 9  |
| 18.2.11 Grobe Störstelle.....   | 9  |
| 18.2.12 Hotspot.....  | 9  |
| 18.2.13 Lastzyklus.....   | 9  |
| 18.2.14 Lokale strukturelle Störstelle.....   | 10 |
| 18.2.15 Nennspannung.....   | 10 |
| 18.2.16 Kerbe.....  | 10 |
| 18.2.17 Kerbspannung.....   | 11 |
| 18.2.18 Nahtschweißverbindung.....  | 11 |
| 18.2.19 Schweißnahtspannung.....  | 11 |
| 18.2.20 Spannungsschwingbreite ( $\Delta\sigma$ ).....  | 11 |
| 18.2.21 Strukturspannung.....   | 12 |
| 18.2.22 Strukturelle Hotspot-Spannung.....  | 12 |
| 18.2.23 Theoretischer elastischer Spannungskonzentrationsfaktor.....  | 12 |
| 18.2.24 Teilnutzungsfaktor.....   | 13 |
| 18.2.25 Kumulativer Nutzungsfaktor (kumulative Schädigungskennzahl).....  | 13 |
| 18.2.26 Schweißnahtdicke.....   | 13 |
| 18.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen.....   | 13 |
| 18.4 Geltungsbereich.....   | 15 |
| 18.5 Ausführliches Verfahren der Berechnung der Ermüdungslebensdauer.....   | 16 |
| 18.6 Bestimmung der Spannungen für die Berechnung der Ermüdungslebensdauer<br>geschweißter Bauteile und Bereiche..... | 18 |
| 18.7 Spannungen für die Berechnung der Ermüdungslebensdauer geschweißter Bauteile und<br>Schrauben.....               | 20 |
| 18.7.1 Ungeschweißte Bauteile.....  | 20 |
| 18.7.2 Schrauben.....   | 22 |
| 18.8 Elastisch-plastische Bedingungen.....  | 22 |
| 18.8.1 Allgemeines.....   | 22 |
| 18.8.2 Mechanische Beanspruchung.....   | 22 |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 18.8.3  | Beanspruchung durch Wärmespannungen  | 23 |
| 18.8.4  | Kombinierte Beanspruchung durch mechanische und Wärmespannungen  | 24 |
| 18.8.5  | Analyse des elastisch-plastischen Bereichs   | 24 |
| 18.9  | Zyklen der Vergleichsspannungsschwingbreite $\Delta\sigma_{eq}$  | 24 |
| 18.10   | Ermüdungsfestigkeit geschweißter Bauteile  | 24 |
| 18.10.1   | Klassifizierung von Schweißnahtdetails   | 24 |
| 18.10.2   | Änderung der Klassifizierung   | 35 |
| 18.10.3   | Nicht klassifizierte Schweißnähte  | 37 |
| 18.10.4   | Abweichungen von der Konstruktionsform   | 38 |
| 18.10.5   | Korrekturfaktoren  | 42 |
| 18.10.6   | Ermüdungskurven  | 44 |
| 18.11   | Ermüdungsfestigkeit ungeschweißter Bauteile  | 50 |
| 18.11.1   | Korrekturfaktoren  | 50 |
| 18.11.2   | Gesamtkorrekturfaktor für ungeschweißte Bauteile   | 52 |
| 18.11.3   | Auslegungswerte  | 53 |
| 18.12   | Ermüdungsfestigkeit von Stahlschrauben   | 55 |
| 18.12.1   | Allgemeines  | 55 |
| 18.12.2   | Korrekturfaktoren  | 55 |
| 18.12.3   | Auslegungsdaten  | 55 |
| 18.13   | Kumulative Schädigungskennzahl   | 57 |
| 18.13.1   | Beanspruchung mit konstanter Amplitude   | 57 |
| 18.13.2   | Beanspruchung mit variabler Amplitude  | 57 |
| 18.13.3   | Ermüdungsauslegungskriterien   | 57 |
| 18.13.4   | Angabe der anfänglichen Betriebsgrenzwerte und Ermüdungsschadenstellen   | 57 |
| 18.13.5   | Schweißfehler  | 58 |
| 18.13.6   | Überwachung bei laufendem Betrieb von Behältern, die im Ermüdungsbereich betrieben werden  | 58 |
| 2   | Änderung in Anhang N „Literaturhinweise zu Abschnitt 18“   | 58 |
| 3   | Neuer Anhang NA „Beispiele für die Bestimmung der Hotspot-Strukturspannung durch Finite-Element-Analyse unter Verwendung von Schalen- und soliden Elementen“ | 59 |
| Anhang NA (informativ) Beispiele für die Bestimmung der Hotspot-Strukturspannung durch Finite-Element-Analyse unter Verwendung von Schalen- und soliden Elementen |  | 59 |
| NA.1  | Zweck  | 59 |
| NA.2  | Besondere Definitionen   | 59 |
| NA.3  | Zusätzliche Symbole und Abkürzungen  | 59 |
| NA.4  | Bestimmung der Hotspot-Strukturspannungen mittels Schalenelementen   | 60 |
| NA.4.1  | Direkter Zugang  | 60 |
| NA.4.2  | Lineare Oberflächen-Extrapolation (Hotspot-Strukturspannung)   | 61 |
| NA.4.3  | Quadratische Oberflächen-Extrapolation (Hotspot-Strukturspannung)  | 62 |
| NA.5  | Bestimmung der Hotspot-Strukturspannungen mittels solider Elemente   | 63 |
| NA.6  | Allgemeine Empfehlungen [8]  | 67 |
| NA.7  | Literaturhinweise  | 68 |
| 4   | Neuer Anhang NB „Zykluszahl und Bestimmung der Vergleichsspannungsschwingbreite“   | 69 |
| Anhang NB (informativ) Zykluszahl und Bestimmung der Vergleichsspannungsschwingbreite   |  | 69 |
| NB.1  | Allgemeine Herangehensweise  | 69 |
| NB.1.1  | Einleitung   | 69 |
| NB.1.2  | Zweck und grundlegende Anwendungsfälle   | 69 |
| NB.1.3  | Zykluszahlparameter für proportionale Last-Spannungshistorien  | 70 |
| NB.1.4  | Zykluszahl für proportionale Last-Spannungshistorien:  | 71 |
| NB.2  | Zykluszahl   | 72 |
| NB.2.1  | Empfohlene Verfahren   | 72 |
| NB.2.2  | Vereinfachtes Lastzyklenzählverfahren  | 72 |
| NB.2.3  | Reservoir-Zählverfahren  | 73 |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| NB.2.4   | Rainflow-Zählverfahren .....  | 74  |
| NB.2.5   | Bemessungsdatenbewertung .....  | 81  |
| NB.3   | Bestimmung der Vergleichsspannungsschwingbreiten und der mittleren Spannung.....  | 96  |
| NB.3.1   | Konstante Hauptspannungsrichtungen (proportionale Last-Spannungshistorie).....  | 96  |
| NB.3.2   | Veränderliche Hauptspannungsrichtungen (nicht-proportionale Historie).....  | 98  |
| NB.4   | Bestimmung der Vergleichsspannungsschwingbreite basierend auf dem Tresca-Kriterium für nicht-proportionale Last-Spannungs-Historien ..... | 101 |
| NB.5   | Literaturhinweise .....   | 102 |
| 5  | Neuer Anhang NC „Berechnung der Ermüdungslebensdauer für teilweise durchgeschweißte Schweißnähte“ .....                                   | 103 |
| Anhang NC (informativ) Berechnung der Ermüdungslebensdauer für teilweise durchgeschweißte Schweißnähte ..... |   | 103 |
| NC.1   | Allgemein .....   | 103 |
| NC.2   | Nennspannungsschwingbreite an der Schweißnaht .....   | 104 |
| NC.3   | Allgemeines Verfahren .....   | 106 |
| NC.4   | Spezifisches Verfahren für doppelseitige Kehlnähte.....   | 108 |
| 6  | Neuer Anhang ND „Tabelle der Spannungskonzentrationsfaktoren $K_t$ “ .....  | 111 |
| Anhang ND (informativ) Tabelle der Spannungskonzentrationsfaktoren $K_t$ .....                               |   | 111 |