DIN EN 1993-1-14:2026-11 (D)

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-14: Bemessung mithilfe von Finite-Element-Berechnung; Deutsche Fassung EN 1993-1-14:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 5

0 Einleitung 6

1 Anwendungsbereich 10
1.1 Anwendungsbereich von EN 1993-1-14 10
1.2 Voraussetzungen 10

2 Normative Verweisungen 11

3 Begriffe 11
3.1 Begriffe 11
3.2 Symbole und Abkürzungen 13
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben 13
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben 14
3.2.3 Griechische Großbuchstaben 15
3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben 15

4 Grundlagen der Tragwerksplanung 16

5 Modellierung 18
5.1 Geometrische Modelle 18
5.1.1 Allgemeine Regeln für die geometrische Modellierung und Diskretisierung 18
5.1.2 Modelle mit Balkenelementen 19
5.1.3 Modelle mit Platten- oder Schalenelementen 19
5.1.4 Modelle mit Volumenelementen 20
5.1.5 Mehrskalige und kombinierte Modelle 20
5.2 Auflager- und Lastmodelle 20
5.2.1 Definition von Auflagern 20
5.2.2 Definition der Lasten 21
5.3 Werkstoffmodelle 21
5.3.1 Allgemeines 21
5.3.2 Werkstoffmodelle für warmgewalzte Stähle mit ausgeprägter Streckgrenze 23
5.3.3 Werkstoffmodelle für warmgewalzte Stähle mit ausgerundeter Spannungs-Dehnungs-Kurve, kaltgeformte Stähle und nichtrostende Stähle 25
5.3.4 Erweiterte Werkstoffmodelle 27
5.4 Imperfektionen 27
5.4.1 Imperfektionsansätze 27
5.4.2 Geometrische Imperfektionen 28
5.4.3 Eigenspannungen 28
5.4.4 Äquivalente geometrische Ersatzimperfektionen 32
5.5 Kombinationen von Imperfektionen 35

6 Berechnung 35
6.1 Tragwerksberechnung 35
6.1.1 Allgemeines 35
6.1.2 Berechnungsverfahren 36
6.2 Thermische Berechnung 38

7 Verifizierung und Validierung 39
7.1 Allgemeines 39
7.2 Verifizierung 40

7.3 Validierung ... 41
8 Bemessungsmethoden ... 43
8.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (ohne Ermüdung) ... 43
8.1.1 Allgemeines ... 43
8.1.2 Nachweis der elastischen Beanspruchbarkeit – Spannungsnachweis ... 43
8.1.3 Nachweis der plastischen Beanspruchbarkeit ... 44
8.1.4 Stabilitätsnachweis ... 45
8.1.5 Verfahren zur Bewertung der Berechnung mit materieller Nichtlinearität ... 48
8.2 Ermüdung ... 49
8.2.1 Allgemeines ... 49
8.2.2 Ermüdungsnachweis nach dem Strukturspannungs- und Kerbspannungskonzept ... 50
8.2.3 Spannungsextrapolation für das Strukturspannungskonzept in Anschlüssen ... 51
8.2.4 FE-Modellierung – Strukturspannungskonzept ... 56
8.2.5 FE-Modellierung – Kerbspannungskonzept ... 57
8.2.6 Zusätzliche Betrachtungen ... 59
8.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 59
9 Dokumentation ... 60
Anhang A (informativ) Berechnung des Modellfaktors (γ_{FE}) ... 61
A.1 Verwendung dieses Anhangs ... 61
A.2 Anwendungsbereich und Geltungsbereich ... 61
A.3 Berechnung des Modellfaktors (γ_{FE}) ... 61
Anhang B (informativ) Spannungskonzentrationen ... 63
B.1 Verwendung dieses Anhangs ... 63
B.2 Anwendungsbereich und Geltungsbereich ... 63
B.3 Trennung von Spannungskonzentration und numerischen Singularitäten ... 63
B.4 Berücksichtigung von Spannungskonzentrationen bei der Bemessung ... 64
Anhang C (normativ) Grenzwerte für maximale Dehnungen für finite Balkenelemente ... 66
C.1 Verwendung dieses Anhangs ... 66
C.2 Anwendungsbereich und Geltungsbereich ... 66
C.3 Grenzdehnungen ... 66
Literaturhinweise ... 70

Bilder

Bild 5.1 — Modellierung für warmgewalzte Stähle mit ausgeprägter Streckgrenze ... 24
Bild 5.2 — Zweistufiges Ramberg-Osgood-Modell ... 25
Bild 5.3 — Quad-lineares Werkstoffmodell für kaltgeformte Bauteile ... 27
Bild 5.4 — Eigenspannungen für warmgewalzte I-Profile ... 29
Bild 5.5 — Eigenspannungen für geschweißte I-Profile ... 29
Bild 5.6 — Eigenspannungen für kreisförmige Hohlprofile ... 30
Bild 5.7 — Eigenspannungen für rechteckige Hohlprofile ... 30
Bild 5.8 — Eigenspannungen für geschweißte Profile aus nichtrostendem Stahl ... 31
Bild 6.1 — Grafische Erläuterung der verschiedenen Berechnungsverfahren ... 38
Bild 7.1 — Interpretation des Verifizierungs- und Validierungsprozesses ... 40
Bild 7.2 — Anwendung des Modellfaktors (γ_{FE}) ... 42
Bild 8.1 — Bestimmung der Beanspruchbarkeit des Tragwerks nach materiell nichtlinearer Berechnung ... 49

Bild 8.2 — Definitionen von Nennspannung, Hot-Spot-Spannung und wirksamer Kerbspannung 50
Bild 8.3 — Definition der Hot-Spot-Typen „a“ und „b“ 51
Bild 8.4 — Lineare Extrapolation zur Ermittlung der Hot-Spot-Spannung von Modellen mit „feinem“ und „grobem“ Netz 52
Bild 8.5 — Quadratische Spannungsextrapolation zur Ermittlung der Hot-Spot-Spannung 53
Bild 8.6 — 3D-Schalenmodell mit zwei Extrapolationspfaden 54
Bild 8.7 — Modellierung der Schweißnaht mit schrägen Schalenelementen 54
Bild 8.8 — Definition der Extrapolationsbereiche und -punkte in Hohlprofilanschlüssen 56
Bild 8.9 — Empfehlungen für die Elementgröße im lokalen Bereich um die Kerbe an dem Schweißnahtübergang und im Bereich der Schweißnahtwurzel 57
Bild 8.10 — Ausrundung von Schweißnahtübergang und Schweißnahtwurzel bei verschiedenen Schweißnahttypen 58
Bild B.1 — Bestimmung der netzunabhängigen Spannungen 64

Tabellen

Tabelle 5.1 — Werte von n 26
Tabelle 5.2 — Eigenspannungen für geschweißte Kastenprofile 30
Tabelle 5.3 — Eigenspannungsmodell für geschweißte I-Profile aus nichtrostendem Stahl 31
Tabelle 5.4 — Eigenspannungsmodell für geschweißte Kastenprofile aus nichtrostendem Stahl 31
Tabelle 5.5 — Äquivalente geometrische Ersatzimperfektionen von Bauteilen für Biegedrillknicken 33
Tabelle 5.6 — Äquivalente geometrische Ersatzimperfektionen für Querschnitte von plattenförmigen Bauteilen 33
Tabelle 5.7 — Äquivalente geometrische Ersatzimperfektionen für Bleche und plattenförmige Bauteile 34
Tabelle 6.1 — Berechnungsverfahren 36
Tabelle 8.1 — Extrapolationsregeln für verschiedene Arten von Hot-Spots und Netzdichte 53
Tabelle 8.2 — Grenzen des Extrapolationsbereichs für kreisförmige und rechteckige Hohlprofilanschlüsse 55
Tabelle 8.3 — Parameter für die Elementgröße im lokalen Bereich um die Kerbe am Schweißnahtübergang und im Bereich der Schweißnahtwurzel 58
Tabelle C.1 — Faktoren η_y und η_z für die Berücksichtigung der kombinierten Auswirkungen von Schubspannungen infolge von Querkraft und Torsion 69