E DIN EN 1993-7:2025-02 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-01-10

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 7: Sandwich-Elemente; Deutsche und Englische Fassung prEN 1993-7:2025

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 7: Sandwich panels; German and English version prEN 1993-7:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 7

0 Einleitung 8
0.1 Einleitung zu den Eurocodes 8
0.2 Einleitung zu EN 1993 (alle Teile) 8
0.3 Einleitung zu EN 1993-7 10
0.4 Verwendung modaler Hilfsverben in Eurocodes 10
0.5 Nationaler Anhang zu EN 1993-7 10

1 Anwendungsbereich 12
1.1 Anwendungsbereich von EN 1993-7 12
1.2 Annahmen 12

2 Normative Verweisungen 12

3 Begriffe und Symbole 12
3.1 Begriffe 12
3.2 Symbole und Abkürzungen 14
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben 14
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben 16
3.2.3 Griechische Buchstaben 17
3.2.4 Abkürzungen 18
3.2.5 Symbols for member axes/Cross-sectional dimensions 19
3.2.6 Geometrische Eigenschaften 19

4 Grundlagen für die Tragwerksplanung 19
4.1 Anforderungen 19
4.2 Prinzipien der Bemessung nach Grenzzuständen 20
4.3 Einwirkungen und Umwelteinflüsse 20
4.3.1 Ständige Einwirkungen 20
4.3.2 Veränderliche Einwirkungen 20
4.3.3 Temperatureinwirkungen 21
4.3.4 Erdbebeneinwirkungen 22
4.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten 22
4.4.1 Bemessungswerte von Einwirkungen 22
4.4.2 Kombination von Einwirkungen 22
4.4.3 Bemessungswerte der Werkstoffeigenschaften 23

5 Materialien 23
5.1 Allgemein 23
5.2 Deckschichtmaterial 23
5.3 Kernmaterial — Der Einfluss der Zeit auf die Scherverformungen des Kerns 24

6 Dauerhaftigkeit 25

7 Tragwerksberechnung 25
7.1 Berechnungsverfahren 25
7.1.1 Allgemein 25

7.1.2 Tragwerksberechnung nach der Elastizitätstheorie ... 25
7.1.3 Tragwerksberechnung nach der Plastizitätstheorie ... 26
7.2 Grundsätze für Sandwichelemente ... 26
7.2.1 Sandwichelemente mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten ... 26
7.2.2 Sandwichelemente mit einer oder zwei profilierten Deckschichten ... 26
7.3 Grundsätze für Querschnittsnachweise ... 26
7.3.1 Allgemein ... 26
7.3.2 Spannungen auf Biegung beanspruchter Sandwichelementen ... 29
7.3.3 Schubspannungen in Sandwichelementen ... 30
7.3.4 Druckspannung im Kern am Auflager ... 31
7.4 Interaktion von Knitterspannung und Auflagerkräften oder Linienlasten senkrecht zur Spannrichtung ... 31
7.5 Elemente mit Öffnungen ... 31
7.6 Axial belastete Elemente ... 32
7.7 Elemente mit Linien- oder Punktlasten ... 32
7.8 Elemente unter Erdbebenbeanspruchung ... 32
7.9 Aussteifende Wirkung von Sandwichelementen zur Stabilisierung der Unterkonstruktion ... 32
7.10 Elemente unter Torsionsbeanspruchung ... 32

8 Grenzzustand der Tragfähigkeit ... 33
8.1 Allgemein ... 33
8.2 Querschnittswiderstand von Sandwichelementen ... 33
8.2.1 Deckschichten ... 33
8.2.2 Kern ... 36
8.3 Punkt- und Linienlasten ... 38
8.3.1 Linienlasten senkrecht zur Spannrichtung ... 38
8.3.2 Punktlasten ohne Abminderung der Knitterspannung ... 38
8.3.3 Linien- oder Punktlasten mit Abminderung der Knitterspannung ... 38
8.4 Globales Knicken eines axial belasteten Elements ... 38
8.5 Bemessung der Verbindungsmittel ... 41

9 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 41
9.1 Allgemein ... 41
9.2 Querschnittswiderstand von Sandwichelementen ... 42
9.2.1 Deckschichten ... 42
9.2.2 Kern ... 44
9.3 Punkt- und Linienlasten ... 45
9.3.1 Knittern ... 45
9.3.2 Berechnung der Verformungen ... 45
9.4 Kopfverformung des Verbindungsmittels ... 46
9.5 Begrenzung der Durchbiegung ... 47

Anhang A (informativ) Bemessungsformeln für Standardfälle ... 48
A.1 Zweck dieses Anhangs ... 48
A.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 48
A.3 Bemessungsformeln für Standardfälle ... 48

Anhang B (informativ) Elemente mit Punkt- oder Linienlasten ... 61
B.1 Zweck dieses Anhangs ... 61
B.2 Anwendungs- und Gültigkeitsgrenzen ... 61
B.3 Effektive Breite für Punkt- und Längslinienlasten ... 61
B.3.1 Allgemein ... 61
B.3.2 Effektive Breiten ... 62
B.3.3 Reduzierte effektive Breite aufgrund der Nähe zwischen Lasteinleitung und Längsfugen ... 64
B.3.4 Mehrere Punktlasten ... 65

Anhang C (informativ) Elemente mit Öffnungen ... 67
C.1 Zweck dieses Anhangs ... 67
C.2 Anwendungs- und Gültigkeitsgrenzen ... 67

C.3 Bestimmung der Tragfähigkeit eines Sandwichelementes mit Öffnung ... 67
C.3.1 Allgemeines ... 67
C.3.2 Sandwichelemente mit ebenen und leicht profilierten Deckschichten ... 68
C.3.3 Sandwichelemente mit profilierten Deckschichten ... 69

Anhang D (informativ) Versuchsgestützte Bemessung von Sandwichelementen und Anbauten unter Erdbebenbelastung ... 71
D.1 Zweck dieses Anhangs ... 71
D.2 Anwendungsbereich ... 71
D.3 Seismische Einwirkungen und Randbedingungen ... 71
D.4 Bemessung von Sandwichelementen unter Erdbebenbelastung ... 73
D.4.1 Allgemein ... 73
D.4.2 Bemessung der Verbindungsmittel ... 73
D.5 Bestimmung der Erdbebentragfähigkeit der Elemente und Anbauten mittels Prüfung ... 74
D.5.1 Allgemein ... 74
D.5.2 In der Ebene ... 75
D.5.3 Senkrecht zur Ebene ... 78
D.5.4 Anzahl der Prüfungen ... 80
D.5.5 Prüfbericht ... 80

Anhang M (informativ) Kennwerte für die Bemessung ... 82
M.1 Zweck dieses Anhangs ... 82
M.2 Anwendungs- und Gültigkeitsgrenzen ... 82
M.3 Werkstoffeigenschaften ... 82
M.4 Verbindungsmittel ... 84
M.5 Optionale Herstellerangaben ... 84

Literaturhinweise ... 85

Bilder

Bild 3.1 — Sandwichquerschnitt mit profilierten Deckschichten ... 19

Bild 3.2 — Sandwichquerschnitt mit beispielhaften leicht profilierten Deckschichten ... 19

Bild 7.1 — Teilschnittgrößen in einem Sandwichelement mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten ... 27

Bild 7.2 — Spannungsverteilung über den Querschnitt in einem Sandwichelement mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten ... 27

Bild 7.3 — Teilschnittgrößen in einem Sandwichelement mit einer profilierten Deckschicht ... 28

Bild 7.4 — Spannungsverteilung über den Querschnitt in einem Sandwichelement mit einer profilierten Deckschicht ... 28

Bild 7.5 — Teilschnittgrößen in einem Sandwichelement mit zwei profilierten Deckschichten ... 28

Bild 7.6 — Spannungsverteilung über den Querschnitt in einem Sandwichelement mit zwei profilierten Deckschichten ... 29

Bild 8.1 — Längendefinition am Auflager ... 37

Bild 8.2 — Imperfektion, Lastexzentrizität und Kern mit effektivem Schubmodul ... 39

Bild B.1 — Effektive Breite ... 63

Bild B.2 — Mindestwert der effektiven Breite für Punktlasten ... 64

Bild B.3 — Effektive Breite für Punktlasten oder Längslinienlasten in der Nähe von Längsfugen 65

Bild C.1 — Öffnung im Bereich zwischen zwei Trapezrippen 69

Bild C.2 — Öffnung durch eine Trapezrippe 69

Bild D.1 — Maximale Höhe der Wand oder Trennwand in Abhängigkeit von der Plattenausrichtung, für die eine seismische Auslegung nicht erforderlich ist 72

Bild D.2 — Beispiel einer Vorrichtung für T-Stützen und Abdeckungen für die Kontinuität der Flächen 72

Bild D.3 — Prüfungen in der Ebene unter zyklischen Beschleunigungen/Verschiebungen 75

Bild D.4 — Beispiel eines Prüfstands für ein horizontal spannendes Element 76

Bild D.5 — Beispiel für die Abfolge der Zwangs-Verschiebung für den Fall ±10 mm 78

Bild D.6 — Darstellung der Prüfungen aus der Ebene mit zwei bzw. drei Auflagern 79

Bild D.7 — Beispiel einer dynamischen Last-Verformungskurve bei zyklischer Belastung 81

Tabellen

Tabelle 4.1: (NDP) Maximale Temperatur der Außenfläche 21

Tabelle 4.2 — (NDP) Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mi} 23

Tabelle 9.1: (NDP) Ablenkungsgrenzen 47

Tabelle A.1 — Eingangswerte für ein gesamtes Element 48

Tabelle A.2 — Bemessungsformeln für einfeldrige Platten mit ebenen oder leicht profilierten Flächen für gleichmäßig verteilte Lasten und Temperatureinwirkungen — Einfeldige Platten mit *L* 49

Tabelle A.3 — Bemessungsformeln für Zweifeldplatten mit ebenen oder leicht profilierten Deckschichten für gleichmäßig verteilte Lasten und Temperatureinwirkungen — Zwei gleiche Spannweiten von *L* 49

Tabelle A.4 — Bemessungsformeln für Dreifeldplatten mit ebenen oder leicht profilierten Flächen für gleichmäßig verteilte Lasten und Temperatureinwirkungen — Drei gleiche Spannweiten von *L* 50

Tabelle A.5 — Bemessungsformeln für Einfeldplatten mit einer profilierten und einer ebenen oder leicht profilierten Fläche und gleichmäßig verteilten Lasten und Temperatureinwirkungen – Werte *Vs* und V_F am Auflager und M_S, M_F und *w* in der Mitte des Feldes "*m*" 50

Tabelle A.6 — Bemessungsformeln für einfeldrige Platten mit einer profilierten und einer ebenen oder leicht profilierten Fläche und gleichmäßig verteilten Lasten und Temperatureinwirkungen - Alle Werte an einem beliebigen Punkt bei 51

Tabelle A.7 — Bemessungsformeln für Zwei-Feld-Platten mit einer profilierten und einer flachen oder leicht profilierten Deckschicht 53

Tabelle A.8 — Bemessungsformeln für Einfeldplatten mit ebenen oder leicht profilierten Flächen für Punkt- und Linienlasten senkrecht zur Feldrichtung 55

Tabelle A.9 — Bemessungsformeln für Zweifeldplatten mit ebenen oder leicht profilierten Flächen für Punkt- und Linienlasten senkrecht zur Feldrichtung 56

Tabelle A.10 — Bemessungsformeln für Einfeldtafeln mit einer profilierten und einer ebenen oder leicht profilierten Fläche für Punktlasten und Linienlasten senkrecht zur Spannweitenrichtung — *P* in der Mitte der Spannweite 57

Tabelle A.11 — Bemessungsformeln für Einfeldtafeln mit einer profilierten und einer ebenen oder leicht profilierten Fläche für Punktlasten und Linienlasten senkrecht zur Spannweitenrichtung - Alle Werte an einem beliebigen Punkt ξ 58

Tabelle A.12 — Bemessungsformeln für Zweifeldplatten mit einer profilierten und einer ebenen oder leicht profilierten Fläche für Punkt- und Linienlasten senkrecht zur Feldrichtung 59

Tabelle B.1 — Effektive Breite für Einfeldsysteme 65

Tabelle B.2 — Effektive Breite für Kragarm-Systeme 66

Tabelle B.3 —Effektive Breite für Mehrfeldsysteme 66

Tabelle D.1 — Beispiel für eine zyklische Zwangs-Verschiebung δ 77

Tabelle M.1 — Mechanische Eigenschaften der Deckschichten 82

Tabelle M.2 — Mechanische Eigenschaften des Kerns 83

Tabelle M.3 — Eigenschaften des Elements 84

Tabelle M.4 — Teilsicherheitsbeiwerte 84