DIN EN 1993-5:2026-08 (D)

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 5: Pfähle und Spundwände; Deutsche Fassung EN 1993-5:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 6

0 Einleitung ... 8
0.1 Einleitung zu den Eurocodes ... 8
0.2 Einleitung zu EN 1993 (alle Teile) ... 8
0.3 Einleitung zu EN 1993-5 ... 10
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen ... 10
0.5 Nationaler Anhang zu EN 1993-5 ... 10

1 Anwendungsbereich ... 11
1.1 Anwendungsbereich von EN 1993-5 ... 11
1.2 Voraussetzungen ... 11

2 Normative Verweisungen ... 12

3 Begriffe und Symbole ... 13
3.1 Begriffe ... 13
3.1.1 Begriffe für Pfähle und Spundwände ... 13
3.1.2 Begriffe in Bezug auf Anker, Zugpfähle und Gurtung ... 17
3.2 Symbole ... 23
3.2.1 Allgemeines ... 23
3.2.2 Lateinische Großbuchstaben ... 24
3.2.3 Lateinische Kleinbuchstaben ... 27
3.2.4 Griechische Buchstaben ... 29
3.3 Vereinbarung für die Spundbohlenachsen ... 32

4 Grundlagen für Entwurf, Bemessung und Konstruktion ... 33
4.1 Allgemeine Regeln ... 33
4.1.1 Grundlegende Anforderungen ... 33
4.1.2 Tragwerkszuverlässigkeit und Versagensfolgen ... 33
4.1.3 Robustheit ... 33
4.1.4 Nutzungsdauer ... 34
4.1.5 Dauerhaftigkeit ... 34
4.1.6 Nachhaltigkeit ... 34
4.2 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen ... 34
4.2.1 Bemessungssituationen ... 34
4.2.2 Kriterien für den Grenzzustand der Tragfähigkeit ... 35
4.2.3 Kriterien für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 36
4.3 Basisvariablen ... 36
4.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse ... 36
4.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften und Abmessungen ... 37
4.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten ... 37
4.4.1 Bemessungswerte von Einwirkungen ... 37
4.4.2 Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften ... 37
4.4.3 Bemessungswerte von geometrischen Eigenschaften ... 37
4.4.4 Konstruktionstoleranzen ... 37
4.4.5 Imperfektionen ... 38
4.5 Rammbarkeit ... 38
4.6 Bemessung mithilfe von Finite-Element-Berechnungen ... 38
4.6.1 Allgemeines ... 38

4.6.2 Füllelemente ... 38
4.7 Versuchsgestützte Bemessung ... 39
4.8 Nachweis durch Beobachtungsverfahren ... 39
4.9 Ermüdung ... 39

5 Werkstoffe ... 40
5.1 Allgemeines ... 40
5.2 Werkstoffeigenschaften von Stahlpfählen ... 40
5.2.1 Festigkeit von Tragpfählen ... 40
5.2.2 Festigkeit von warmgewalzten Spundbohlen ... 40
5.2.3 Festigkeit von kaltgeformten Spundbohlen ... 41
5.2.4 Festigkeit von Stahlbauteilen für kombinierte Spundwände ... 41
5.2.5 Duktilität von Stahlpfählen ... 41
5.2.6 Bruchzähigkeit von Stahlpfählen ... 41
5.3 Schlösser und Verbindungselemente ... 42
5.4 Werkstoffeigenschaften für Stahlelemente von Ankern und Zugpfählen ... 43
5.4.1 Allgemeines ... 43
5.4.2 Ankerzugelemente ... 43
5.4.3 Duktilität von Ankern und Zugpfählen ... 43
5.5 Werkstoffeigenschaften für Stahlelemente von Aussteifungen ... 44

6 Dauerhaftigkeit ... 44
6.1 Allgemeines ... 44
6.2 Dauerhaftigkeitsanforderungen an Pfähle und Spundwände ... 45
6.3 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Ankern und Zugpfählen ... 46
6.4 Korrosionsraten für die Bemessung ... 47
6.4.1 Korrosionsraten für die Bemessung im Boden und in Wasser ... 47
6.4.2 Korrosionsraten für die Bemessung infolge von mechanischem Verschleiß ... 49
6.4.3 Korrosion durch Streuströme ... 49
6.4.4 Korrosionsraten für die Bemessung in atmosphärischer Umgebung ... 49

7 Tragwerksberechnung ... 49
7.1 Tragwerksmodellierung ... 49
7.1.1 Modellierung des Tragwerks ... 49
7.1.2 Modellierung von Ankern, Zugpfählen, Gurtungen, Aussteifungen und Verbindungen ... 50
7.2 Tragwerksberechnung zur Überprüfung der Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ... 50
7.3 Imperfektionen ... 55
7.4 Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung des nichtlinearen Werkstoffverhaltens ... 56
7.5 Querschnittsklassifizierung ... 57
7.5.1 Klassifizierung von U- und Z-Bohlen ... 57
7.5.2 Klassifizierung von Rohrpfählen ... 58
7.5.3 Klassifizierung anderer Querschnitte ... 59

8 Grenzzustand der Tragfähigkeit ... 59
8.1 Allgemeines ... 59
8.2 Teilsicherheitsbeiwerte ... 60
8.3 Spundwände ... 60
8.3.1 Biegebeanspruchbarkeit von Spundwänden unter Berücksichtigung der mitwirkenden Breiten ... 60
8.3.2 Schubkraftbeanspruchbarkeit von Spundwänden ... 64
8.3.3 Beanspruchbarkeit von Spundwänden bei kombinierter Biege-, Quer- und Normalkraft ... 65
8.3.4 Biegeknicken von Spundwänden unter Biegung und axialem Druck ... 67
8.3.5 Lokale Auswirkungen des Wasserdrucks ... 70
8.3.6 Konzentrierte Lasteinleitung ... 71
8.4 Tragpfähle ... 74
8.4.1 Allgemeines ... 74

8.4.2 Bemessungsverfahren und Überlegungen zur Bemessung ... 74
8.4.3 Biegeknicken von Tragpfählen ... 75
8.4.4 Nachweis von betongefüllten Stahlpfählen ... 76
8.5 Tragpfahlwände ... 76
8.6 Verbundwände in Winkelform ... 77
8.7 Kombinierte Spundwände ... 77
8.7.1 Allgemeines ... 77
8.7.2 Füllelemente ... 78
8.7.3 Schlossprofile ... 79
8.7.4 Tragelemente ... 79
8.8 H-Bohlen als Tragelemente ... 80
8.8.1 Allgemeines ... 80
8.8.2 H-Bohlen unter Axialdruck und Biegung ... 80
8.8.3 Biegedrillknicken von H-Bohlen ... 83
8.8.4 Schubbeulen von H-Bohlen ... 87
8.8.5 Kombinierte Wirkung von Bauteilkräften und Flanschbiegung ... 87
8.9 Rohrprofile als Tragelemente ... 89
8.9.1 Allgemeines ... 89
8.9.2 Rohrpfähle unter Biegung und Querkraft ... 90
8.9.3 Rohrpfähle unter Axialdruck und Biegung ... 90
8.9.4 Biegeknicken von Rohrpfählen ... 91
8.9.5 Auswirkungen von Querbelastungen ... 91
8.9.6 Kombinierte Wirkung von Bauteilkräften und Biegung in Ringrichtung ... 93
8.9.7 Auswirkung von Verformungen in Ringrichtung auf die Bauteilbeanspruchbarkeit ... 94
8.9.8 Flexibilität und Duktilität der Rohrpfähle ... 96
8.10 Stahlspundbohlen aus Flachprofilen ... 97
8.10.1 Allgemeines ... 97
8.10.2 Nachweis von Anschlussbohlen ... 98
8.11 Anker und Zugpfähle ... 100
8.11.1 Allgemeines ... 100
8.11.2 Bemessungswert der Beanspruchbarkeit von Zugelementen in Ankern ... 101
8.11.3 Anker und Zugpfähle in Probebelastungen ... 103
8.12 Gurtungen und Aussteifungen ... 104
8.13 Anschlüsse ... 104

9 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 106
9.1 Grundlagen ... 106
9.2 Verformungen von Stützwänden ... 106
9.3 Verformungen von Tragpfählen ... 107
9.4 Konstruktive Aspekte von Stahlspundwänden ... 107
9.5 Anker und Zugpfähle ... 107

Anhang A (normativ) Kaltgeformte Klasse-4-Stahlspundbohlen ... 108
A.1 Anwendung dieses Anhangs ... 108
A.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 108
A.3 Allgemeines ... 109
A.3.1 Form von kaltgeformten Stahlspundbohlen ... 109
A.3.2 Begriffe ... 109
A.4 Grundlagen für Entwurf, Bemessung und Konstruktion ... 109
A.4.1 Grenzzustände der Tragfähigkeit ... 109
A.4.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit ... 109
A.5 Werkstoff- und Querschnittseigenschaften ... 110
A.5.1 Werkstoffeigenschaften ... 110
A.5.2 Querschnittseigenschaften ... 110
A.6 Lokales Beulen ... 112
A.7 Querschnittsbeanspruchbarkeit ... 113

A.7.1 Allgemeines ... 113
A.7.2 Biegemoment ... 115
A.7.3 Querkraft ... 115
A.7.4 Lokal einwirkende Querkräfte ... 115
A.7.5 Kombination von Querkraft und Biegemoment ... 116
A.7.6 Kombination von Biegemoment und lokal einwirkenden Querkräften ... 116
A.7.7 Kombination von Biegemoment und Normalkraft ... 116
A.7.8 Lokale Querbiegung ... 116
A.8 Rechnerischer Nachweis ... 117

Anhang B (normativ) Versuche mit Klasse-4-Stahlspundbohlen ... 119
B.1 Anwendung dieses Anhangs ... 119
B.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 119
B.3 Allgemeines ... 119
B.4 Prüfungen am Werkstoff ... 120
B.5 Querschnittswerte auf der Grundlage von Versuchen ... 120
B.6 Versuche mit Einfeldträgern ... 120
B.7 Versuche am Zwischenlager ... 121
B.8 Versuche mit Zweifeldträgern ... 122
B.9 Auswertung der Versuchsergebnisse ... 123
B.9.1 Allgemeines ... 123
B.9.2 Anpassung von Versuchsergebnissen ... 123
B.9.3 Charakteristische Werte ... 123
B.9.4 Bemessungswerte ... 123

Anhang C (normativ) Bedingungen für die Durchführung der Tragwerksberechnung nach Plastizitätstheorie und der elastisch-plastischen Nachweisführung für Spundwände ... 124
C.1 Anwendung dieses Anhangs ... 124
C.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 124
C.3 Art der Berechnung ... 124
C.3.1 Allgemeines ... 124
C.3.2 Anwendung des nichtlinearen Verhaltens für den Nachweis des Biegemoments ... 124
C.4 Biegetragfähigkeit von Querschnitten ... 125
C.4.1 Allgemeines ... 125
C.4.2 Bestimmung der erforderlichen Rotationskapazität ... 127

Anhang D (normativ) Bemessung von Rohrpfählen mit Klasse-3- und Klasse-4-Querschnitten unter Biegebeanspruchung in Längsrichtung ... 131
D.1 Anwendung dieses Anhangs ... 131
D.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 131
D.3 Querschnittsbeanspruchbarkeit ... 132
D.4 Nachweis der Beulbeanspruchbarkeit ... 132
D.5 Beulparameter ... 133

Anhang E (normativ) Eigenschaften von semi-kompakten Querschnitten ... 135
E.1 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 135
E.2 Querschnittseigenschaften ... 135

Anhang F (informativ) Typische Sorten von Beton- und Spannstählen zur Verwendung für Zugelemente ... 136
F.1 Anwendung dieses Anhangs ... 136
F.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 136

Literaturhinweise ... 137