

# E DIN EN 1993-5:2023-09 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2023-07-28

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 5: Pfähle und Spundwände; Deutsche und Englische Fassung prEN 1993-5:2023**

**Eurocode 3: Design of steel structures - Part 5: Piling; German and English version prEN 1993-5:2023**

---

## Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	6
<b>0</b> Einleitung.....	<b>7</b>
<b>0.1</b> Einleitung zu den Eurocodes .....	<b>7</b>
<b>0.2</b> Einleitung zu EN 1993 (alle Teile) .....	<b>7</b>
<b>0.3</b> Einleitung zu EN 1993-5.....	<b>9</b>
<b>0.4</b> In den Eurocodes verwendete Verbformen.....	<b>9</b>
<b>0.5</b> Nationaler Anhang zu EN 1993-5 .....	<b>9</b>
<b>1</b> Anwendungsbereich.....	<b>11</b>
<b>1.1</b> Anwendungsbereich von EN 1993-5 .....	<b>11</b>
<b>1.2</b> Voraussetzungen .....	<b>11</b>
<b>2</b> Normative Verweisungen .....	<b>12</b>
<b>3</b> Begriffe und Symbole .....	<b>13</b>
<b>3.1</b> Begriffe .....	<b>13</b>
<b>3.1.1</b> Begriffe für Pfähle und Spundwände .....	<b>13</b>
<b>3.1.2</b> Begriffe in Bezug auf Anker, Zugpfähle und Gurtung .....	<b>16</b>
<b>3.2</b> Symbole .....	<b>22</b>
<b>3.2.1</b> Allgemeines.....	<b>22</b>
<b>3.2.2</b> Lateinische Großbuchstaben.....	<b>22</b>
<b>3.2.3</b> Lateinische Kleinbuchstaben .....	<b>25</b>
<b>3.2.4</b> Griechische Buchstaben .....	<b>27</b>
<b>3.3</b> Vereinbarung für die Spundbohlenachsen .....	<b>29</b>
<b>4</b> Grundlagen für Entwurf, Bemessung und Konstruktion .....	<b>30</b>
<b>4.1.1</b> Grundlegende Anforderungen .....	<b>30</b>
<b>4.1.2</b> Tragwerkszuverlässigkeit und Versagensfolgen.....	<b>30</b>
<b>4.1.3</b> Robustheit .....	<b>30</b>
<b>4.1.4</b> Auslegungsnutzungsdauer.....	<b>31</b>
<b>4.1.5</b> Dauerhaftigkeit.....	<b>31</b>
<b>4.1.6</b> Nachhaltigkeit .....	<b>32</b>
<b>4.2</b> Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen .....	<b>32</b>
<b>4.2.1</b> Bemessungssituationen .....	<b>32</b>
<b>4.2.2</b> Kriterien für den Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	<b>32</b>
<b>4.2.3</b> Kriterien für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	<b>33</b>
<b>4.3</b> Basisvariablen.....	<b>33</b>
<b>4.3.1</b> Einwirkungen und Umgebungseinflüsse .....	<b>33</b>
<b>4.3.2</b> Werkstoff- und Produkteigenschaften und geometrische Daten .....	<b>34</b>
<b>4.4</b> Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten.....	<b>34</b>
<b>4.4.1</b> Bemessungswerte von Einwirkungen .....	<b>34</b>
<b>4.4.2</b> Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften .....	<b>35</b>
<b>4.4.3</b> Bemessungswerte von geometrischen Eigenschaften.....	<b>35</b>
<b>4.4.4</b> Konstruktionstoleranzen .....	<b>35</b>
<b>4.4.5</b> Imperfektionen .....	<b>35</b>
<b>4.5</b> Rammbarkeit.....	<b>35</b>

4.6	Bemessung mithilfe von Finite-Element-Berechnungen.....	35
4.6.1	Allgemeines.....	35
4.6.2	Füllelemente.....	36
4.7	Versuchsgestützte Bemessung.....	36
4.8	Nachweis durch Beobachtungsverfahren .....	37
4.9	Ermüdung.....	37
5	Werkstoffe.....	37
5.1	Allgemeines.....	37
5.2	Werkstoffeigenschaften von Stahlpählen.....	37
5.2.1	Festigkeit von Tragpählen.....	37
5.2.2	Festigkeit von warmgewalzten Spundbohlen.....	38
5.2.3	Festigkeit von kaltgeformten Spundbohlen.....	38
5.2.4	Festigkeit von Stahlbauteilen für kombinierte Spundwände.....	39
5.2.5	Duktilität von Stahlpählen.....	39
5.2.6	Bruchzähigkeit von Stahlpählen.....	39
5.3	Schlösser und Verbindungselemente.....	40
5.4	Werkstoffeigenschaften für Stahlelemente von Ankern und Zugpählen.....	40
5.4.1	Allgemeines.....	40
5.4.2	Ankerzugelemente.....	41
5.4.3	Duktilität von Ankern und Zugpählen.....	41
5.5	Werkstoffeigenschaften für Stahlelemente von Aussteifungen.....	41
6	Dauerhaftigkeit.....	42
6.1	Allgemeines.....	42
6.2	Dauerhaftigkeitsanforderungen an Spundwände.....	43
6.3	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Ankern und Zugpählen.....	44
6.4	Korrosionsraten für die Bemessung.....	45
6.4.1	Korrosionsraten für die Bemessung im Boden und in Wasser.....	45
6.4.2	Korrosionsraten für die Bemessung infolge von mechanischem Verschleiß.....	47
6.4.3	Korrosion durch Streuströme.....	47
6.4.4	Korrosionsraten für die Bemessung in atmosphärischer Umgebung.....	48
7	Tragwerksberechnung.....	48
7.1	Tragwerksmodellierung.....	48
7.1.1	Modellierung des Tragwerks.....	48
7.1.2	Modellierung von Ankern, Zugpählen, Gurtungen, Aussteifungen und Verbindungen.....	48
7.2	Statische Berechnung zur Überprüfung der Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	49
7.3	Imperfektionen.....	54
7.4	Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung des nichtlinearen Werkstoffverhaltens.....	55
7.5	Querschnittsklassifizierung.....	55
7.5.1	Klassifikation von U-, Z- und $\Omega$ -Spundbohlen.....	55
7.5.2	Klassifizierung anderer Querschnitte.....	56
8	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	57
8.1	Allgemeines.....	57
8.2	Teilsicherheitsbeiwerte.....	57
8.3	Spundwände.....	58
8.3.1	Biegewiderstand von Spundwänden unter Berücksichtigung der mitwirkenden Breiten.....	58
8.3.2	Schubkraftwiderstand von Spundwänden.....	61
8.3.3	Widerstand von Spundwänden bei kombinierter Biege-, Quer- und Normalkraft.....	63
8.3.4	Biegeknicken von Spundwänden unter Biegung und axialem Druck.....	64
8.3.5	Lokale Auswirkungen des Wasserdrucks.....	68
8.3.6	Konzentrierte Lasteinleitung.....	68
8.4	Tragpähle.....	72
8.4.1	Allgemeines.....	72
8.4.2	Bemessungsverfahren und Überlegungen zur Bemessung.....	72
8.4.3	Knicken von Tragpählen.....	72
8.4.4	Nachweis von betongefüllten Stahlpählen.....	74

8.5	Trägerpfahlwände .....	74
8.6	Verbundwände in Winkelform .....	75
8.7	Kombinierte Spundwände.....	75
8.7.1	Allgemeines.....	75
8.7.2	Füllelemente .....	75
8.7.3	Verbindungsstücke.....	77
8.7.4	Tragelemente.....	77
8.8	H-Bohlen als Tragelemente.....	78
8.8.1	Allgemeines.....	78
8.8.2	H-Bohlen unter Axialdruck und Biegung.....	78
8.8.3	Biegedrillknicken von H-Bohlen .....	80
8.8.4	Schubbeulen von H-Bohlen .....	84
8.8.5	Kombinierte Wirkung von Bauteilkräften und Flanschbiegung.....	84
8.9	Rohrprofile als Tragelemente .....	85
8.9.1	Allgemeines.....	85
8.9.2	Rohrpfähle unter Biegung und Querkraft.....	86
8.9.3	Rohrpfähle unter Axialdruck und Biegung.....	87
8.9.4	Knicken von Rohrpfählen.....	87
8.9.5	Auswirkungen von Querbelastungen .....	88
8.9.6	Kombinierte Wirkung von Bauteilkräften und Biegung in Ringrichtung.....	90
8.9.7	Auswirkung von Verformungen quer zur Wandebene auf den Bauteilwiderstand .....	90
8.9.8	Flexibilität und Duktilität der Rohrpfähle .....	92
8.10	Stahlspundbohlen aus Flachprofilen .....	93
8.10.1	Allgemeines.....	93
8.10.2	Nachweis von Anschlussbohlen.....	94
8.11	Anker und Zugpfähle.....	96
8.11.1	Allgemeines.....	96
8.11.2	Bemessungswert des Widerstandes von Zugelementen in Ankern.....	97
8.11.3	Anker und Zugpfähle in Probelastungen .....	99
8.12	Gurtungen und Aussteifungen .....	100
8.13	Anschlüsse .....	100
9	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	102
9.1	Grundlagen.....	102
9.2	Verformungen von Stützwänden.....	102
9.3	Verformungen von Tragpfählen .....	103
9.4	Konstruktive Aspekte von Stahlspundwänden .....	103
9.5	Anker und Zugpfähle.....	104
Anhang A (normativ) Kaltverformte Klasse-4-Stahlspundbohlen.....		105
A.1	Anwendung dieses Anhangs .....	105
A.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	105
A.3	Allgemeines.....	106
A.3.1	Form von kaltgeformten Stahlspundbohlen.....	106
A.3.2	Begriffe .....	106
A.4	Grundlagen für Entwurf, Bemessung und Konstruktion .....	106
A.4.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	106
A.4.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.....	106
A.5	Werkstoff- und Querschnittseigenschaften .....	107
A.5.1	Werkstoffeigenschaften .....	107
A.5.2	Querschnittseigenschaften.....	107
A.6	Lokales Beulen .....	109
A.7	Querschnittswiderstand .....	110
A.7.1	Allgemeines.....	110
A.7.2	Biegemoment.....	112
A.7.3	Querkraft.....	112
A.7.4	Lokal einwirkende Querkräfte .....	112
A.7.5	Kombination von Querkraft und Biegemoment.....	113
A.7.6	Kombination von Biegemoment und lokal einwirkenden Querkräften.....	113

A.7.7	Kombination von Biegemoment und Normalkraft.....	113
A.7.8	Lokale Querbiegung .....	113
A.8	Rechnerischer Nachweis.....	114
<b>Anhang B (normativ) Versuche mit Klasse-4-Stahlspundbohlen.....</b>		<b>115</b>
B.1	Anwendung dieses Anhangs .....	115
B.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	115
B.3	Allgemeines.....	115
B.4	Prüfungen am Werkstoff.....	116
B.5	Querschnittswerte auf der Grundlage von Versuchen.....	116
B.6	Versuche mit Einfeldträgern .....	116
B.7	Versuche am Zwischenlager .....	117
B.8	Versuche mit Zweifeldträgern .....	118
B.9	Auswertung der Versuchsergebnisse .....	119
B.9.1	Allgemeines.....	119
B.9.2	Anpassung von Versuchsergebnissen .....	119
B.9.3	Charakteristische Werte .....	119
B.9.4	Bemessungswerte .....	119
<b>Anhang C (normativ) Bedingungen für die Durchführung der plastischen Berechnung und der elasto-plastischen Berechnung für Spundwände .....</b>		<b>120</b>
C.1	Anwendung dieses Anhangs .....	120
C.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	120
C.3	Art der Berechnung .....	120
C.3.1	Allgemeines.....	120
C.3.2	Anwendung des nicht-linearen Verhaltens zur Bestimmung des Biegemoments.....	120
C.4	Biegetragfähigkeit von Querschnitten .....	121
C.4.1	Bestimmung der erforderlichen Rotationskapazität .....	122
<b>Anhang D (normativ) Referenz-Gleichungen für die Bemessung des Widerstands von gefertigten Rohrpfählen mit Klasse-3- und Klasse-4-Querschnitten unter Biegebelastung in Längsrichtung.....</b>		<b>125</b>
D.1	Anwendung dieses Anhangs .....	125
D.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	125
D.3	Querschnittswiderstand .....	126
D.4	Nachweis der Knickfestigkeit.....	126
D.5	Knickparameter.....	127
<b>Anhang E (normativ) Eigenschaften von semi-kompakten Querschnitten.....</b>		<b>129</b>
E.1	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	129
E.2	Querschnittseigenschaften .....	129
<b>Anhang F (informativ) Typische Sorten von Beton- und Spannstählen zur Verwendung für Zugelemente .....</b>		<b>130</b>
F.1	Anwendung dieses Anhangs .....	130
F.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	130
<b>Literaturhinweise .....</b>		<b>131</b>