

# DIN EN 12952-3:2023-01 (D)

## Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten - Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Kesselteile; Deutsche Fassung EN 12952-3:2022

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen .....	9
3 Begriffe .....	10
4 Symbole und Abkürzungen .....	10
5 Allgemeines.....	10
5.1 Zweck .....	10
5.2 Abmessungen von drucktragenden Teilen .....	10
5.3 Festigkeit von drucktragenden Teilen .....	11
5.4 Auslegung nach Analyseverfahren .....	11
5.5 Wechselbeanspruchung.....	12
5.6 Weitere Konstruktionsanforderungen .....	13
5.6.1 Allgemeines.....	13
5.6.2 Befahren.....	13
5.6.3 Entleerung und Entlüftung.....	13
5.7 Auslegungs-, Berechnungs- und Prüfdrücke .....	13
5.7.1 Auslegungsdruck.....	13
5.7.2 Berechnungsdruck.....	14
5.7.3 Berechnungsdruck für Druckdifferenzen .....	14
5.7.4 Wasserdruckprüfung.....	14
5.8 Werkstoffabtrag.....	16
5.8.1 Innerer Abtrag.....	16
5.8.2 Äußerer Abtrag .....	16
5.8.3 Anforderungen.....	16
5.8.4 Spannungsrisskorrosion.....	16
5.8.5 Mechanische Anforderungen.....	17
5.9 Befestigungen an drucktragenden Teilen .....	17
5.9.1 Lasttragende Befestigungen .....	17
5.9.2 Nicht lasttragende Befestigungen .....	17
6 Berechnungstemperatur und zulässige Spannung.....	17
6.1 Berechnungstemperatur.....	17
6.1.1 Allgemeines.....	17
6.1.2 Umlaufkessel.....	18
6.1.3 Durchlaufkessel, Überhitzer und Zwischenüberhitzer.....	18
6.1.4 Heißwassererzeuger .....	18
6.1.5 Temperaturzuschläge für unbeheizte Bauteile .....	18
6.1.6 Sammler .....	19
6.1.7 Unbeheizte Bauteile .....	19
6.1.8 Gegen Strahlung geschützte Bauteile.....	19
6.1.9 Konvektionsbeheizte Bauteile .....	19
6.1.10 Durch Strahlung beheizte Bauteile.....	20
6.2 Maximale Temperaturdifferenz über die Wanddicke und maximale Rauchgastemperatur für beheizte Trommeln und Sammler.....	22
6.2.1 Maximale Temperaturdifferenz über die Wanddicke.....	22
6.2.2 Maximale Rauchgastemperatur für Sammler .....	22

6.2.3	Zulässige Abweichungen.....	22
6.3	Zulässige Spannung .....	22
6.3.1	Allgemeines.....	22
6.3.2	Walz- und Schmiedestähle .....	23
6.3.3	Austenitische Stähle .....	24
6.3.4	Unlegierter und niedrig legierter Stahlguss.....	24
6.3.5	Gusseisen mit Kugelgraphit.....	25
6.3.6	Zulässige Spannung für Schweißnähte unter Kriechbedingungen .....	25
6.3.7	Zulässige Spannung bei Prüfdruck.....	25
7	Zylindrische Mäntel von Trommeln und Sammlern unter Innendruck.....	26
7.1	Mantelwanddicke.....	26
7.1.1	Anforderungen.....	26
7.1.2	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen.....	26
7.2	Grundlegende Berechnung .....	26
7.2.1	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge .....	26
7.2.2	Unterschiedliche Wanddicken.....	27
7.2.3	Fertigungstoleranzen.....	27
7.3	Kombinierte Spannungen in Trommel- oder Sammlermänteln .....	27
7.3.1	Allgemeines.....	27
7.3.2	Spannungen infolge Belastungen in Längsrichtung.....	27
7.3.3	Biegespannung in Längsrichtung.....	28
7.3.4	Bewertung der Stegspannung von Schrägeteilungen in Trommeln .....	29
7.4	Auflagerungen von Kesseltrommeln .....	31
7.5	Andere Spannungen in zylindrischen Mänteln .....	31
8	Ausschnitte und Abzweige in zylindrischen Mänteln von Trommeln, Sammlern sowie eingebauten Rohrleitungen .....	31
8.1	Allgemeines.....	31
8.1.1	Anforderungen an Grundkörper mit Verschwächung durch Ausschnitte und Abzweige .....	31
8.1.2	Mittragende Längen für die Berechnung der Verschwächungsbeiwerte von Bauteilen.....	37
8.1.3	Bedingungen für Einzelabzweige.....	38
8.1.4	Anforderungen an die Auslegung der Abzweige .....	38
8.1.5	Anforderungen an die Auslegung von Verstärkungsscheiben .....	39
8.2	Verschwächungsbeiwert, Berechnung durch Näherung und größter Durchmesser unverstärkter Ausschnitte .....	39
8.2.1	Allgemeines.....	39
8.2.2	Zulässiger Verschwächungsbeiwert und größter Durchmesser eines unverstärkten Ausschnitts.....	40
8.2.3	Einzelausschnitte .....	40
8.2.4	Benachbarte Ausschnitte.....	43
8.3	Berechnung von Ausschnitten und Abzweigen in zylindrischen Mänteln (Verschwächungsbeiwert und Verstärkung).....	43
8.3.1	Symbole und Abkürzungen .....	43
8.3.2	Anforderungen an die Anwendung .....	44
8.3.3	Auslegung von Einzelausschnitten und Einzelabzweigen.....	49
8.3.4	Auslegung von benachbarten Ausschnitten und Abzweigen .....	52
8.4	Schraubenverbindungen .....	53
8.4.1	Allgemeines.....	53
8.4.2	Symbole und Abkürzungen .....	54
8.4.3	Berechnung des Schraubendurchmessers.....	55
8.4.4	Berechnung der Schraubenkraft.....	56
8.4.5	Berechnungstemperatur $t_c$ .....	58
8.4.6	Festigkeitskennwert $K$ .....	59
8.4.7	Sicherheitsbeiwert $S$ .....	59
8.4.8	Qualitätsbeiwert $q$ .....	60
8.5	Einschraub- und Einschweißverbindungen .....	60
8.5.1	Einschraubverbindungen im Mantel .....	60
8.5.2	Schraubmuffenverbindungen .....	60

8.5.3	Schweißmuffenverbindungen.....	61
9	Sammler und glatte Rohre mit rechteckigem Querschnitt.....	62
9.1	Allgemeines.....	62
9.2	Symbole und Abkürzungen.....	64
9.3	Erforderliche Wanddicke.....	65
9.3.1	Allgemeines.....	65
9.3.2	Mindestwanddicke an der Mitte einer Seitenwand.....	66
9.3.3	Mindestwanddicke an den Ecken.....	66
9.3.4	Mindestwanddicke an einer Lochreihe.....	66
9.3.5	Mindestwanddicke bei versetzten Lochanordnungen (diagonale Teilung).....	67
9.3.6	Mindestwanddicke bei Einzelausschnitten.....	67
10	Böden und Kugelschalen.....	68
10.1	Symbole und Abkürzungen.....	68
10.2	Kugelschalen und gewölbte Böden.....	68
10.2.1	Allgemeines.....	68
10.2.2	Berechnungsgleichungen.....	69
10.2.3	Ausschnitte in gewölbten Böden und Kugelschalen.....	73
10.3	Unverankerte ebene Böden.....	77
10.3.1	Allgemeines.....	77
10.3.2	Wanddicke von runden, unverankerten, ebenen Böden.....	80
10.3.3	Wanddicke von nicht kreisförmigen und rechteckigen, unverankerten, ebenen Böden.....	80
10.4	Ebene unverankerte Verschlüsse.....	83
11	Rohre.....	85
11.1	Symbole und Abkürzungen.....	85
11.2	Wanddicke von geraden Kesselrohren.....	86
11.2.1	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen.....	86
11.2.2	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge.....	86
11.2.3	Mindestwanddicke.....	87
11.2.4	Rohre mit stumpfgeschweißter Rundnaht.....	87
11.3	Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen.....	88
11.3.1	Allgemeines.....	88
11.3.2	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen.....	88
11.3.3	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge.....	88
11.3.4	Unrundheit an Rohrbögen.....	89
11.4	Elastizität von eingebauten Rohrleitungssystemen.....	89
11.4.1	Allgemeines.....	89
11.4.2	Analyse.....	89
11.5	Halterungen an Rohren.....	90
11.5.1	Allgemeines.....	90
11.5.2	Anschweißsteile an Rohrbögen.....	92
11.5.3	Länge von Anschweißsteilen.....	92
11.5.4	Zulässige Beanspruchung bei Radiallast.....	92
11.5.5	Berechnung der Beanspruchung bei Radiallast.....	92
11.5.6	Schweißnahtfestigkeit.....	94
11.6	Anschlüsse und Verbindungen von beheizten Rohren.....	95
11.6.1	Rohranschlüsse.....	95
11.6.2	Verbindungen von beheizten Rohren.....	95
11.7	Verbindungen von nicht beheizten Rohren.....	95
11.7.1	Allgemeines.....	95
11.7.2	Flansche und Schrauben.....	95
11.7.3	Stumpfschweißverbindungen.....	95
11.7.4	Einschraub- oder eingeschraubte und dichtgeschweißte Verbindungen.....	95
11.8	Genormte Formstücke.....	96
12	Druckteile mit unregelmäßiger Form.....	96
12.1	Wasserdruckprüfung zur Bestimmung des zulässigen Innendrucks.....	96
12.1.1	Allgemeines.....	96

12.1.2	Belastungsversuch zum Erreichen von Verformung .....	96
12.1.3	Belastungsversuch bis zum Bruch .....	97
12.2	Numerische Verfahren .....	98
12.2.1	Allgemeines .....	98
12.2.2	Verfahren .....	98
12.2.3	Spannungsbewertung .....	98
13	Ermüdung .....	98
13.1	Allgemeines .....	98
13.1.1	Durchführung .....	98
13.1.2	Ermüdungsbeanspruchung .....	99
13.1.3	Berechnung von wechselnden Spannungen .....	99
13.1.4	Ermüdungsbewertung .....	99
13.2	Symbole und Abkürzungen .....	100
13.3	Ausnahmeregel für die Ermüdungsanalyse .....	101
13.3.1	Allgemeines .....	101
13.3.2	Werkstoffe .....	102
13.3.3	Belastungen .....	102
13.3.4	Temperaturdifferenzen infolge von Betriebsänderungen .....	103
13.4	Spannungsanalyse für die Ermüdungsberechnung .....	109
13.4.1	Hauptspannungen und äquivalente Spannungen .....	109
13.4.2	Temperatur eines Lastwechsels .....	109
13.4.3	Schutz der Magnetitschicht .....	110
13.4.4	Zulässige Spannungsschwingbreite am Lochrand an der Innenfläche einer Bohrung .....	110
13.4.5	Umfangsspannung durch Druck an der Innenfläche einer Bohrung .....	110
13.4.6	Spannungen am Abzweig durch äußere Kräfte und Momente .....	111
13.4.7	Wärmespannungen .....	111
13.4.8	Oberer und unterer Grenzwert für die Umfangsspannung an der Innenfläche einer Bohrung .....	112
13.4.9	Zulässige Temperaturdifferenzen über die Wanddicke .....	117
13.4.10	Zulässige Temperaturgefälle .....	117
13.4.11	Bauteile mit schrägen und/oder nicht radial angeordneten Abzweigen .....	117
13.5	Berechnungsbeispiele .....	117
Anhang A (normativ) Berechnung von Rohrbiegungen und Rohrbögen .....		123
A.1	Allgemeines .....	123
A.2	Symbole und Abkürzungen .....	123
A.3	Berechnung .....	124
A.3.1	Erforderliche Wanddicke .....	124
A.3.2	Berechnung der Wanddicke .....	124
A.3.3	Berechnung der Spannung .....	126
Anhang B (normativ) Ermüdungsrissbildung — Berechnung zur Berücksichtigung wechselnder Spannungen .....		133
B.1	Allgemeines .....	133
B.2	Bedingungen .....	133
B.3	Symbole und Abkürzungen .....	134
B.4	Spannungsschwingbreite und Mittelspannung bei einachsiger und mehrachsiger wechselnder Spannung .....	135
B.4.1	Allgemeines .....	135
B.4.2	Einachsiger Spannungszustand .....	135
B.4.3	Mehrachsiger Spannungszustand mit konstanten Hauptspannungsrichtungen .....	136
B.5	Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung des Einflusses von Oberflächenbearbeitung und Schweißnähten .....	138
B.6	Maßgebende Spannungsschwingbreite .....	146
B.6.1	Allgemeines .....	146
B.6.2	Korrekturfaktor .....	146
B.7	Zulässige Spannungsschwingbreite bei bekannter Lastwechselzahl .....	147
Anhang C (informativ) Beispiele zur Berechnung der Auswirkungen von Ermüdung .....		149

C.1	Allgemeines .....	149
C.2	Berechnung der zulässigen Lastspielzahl .....	149
C.3	Berechnung des zulässigen Temperaturgefälles .....	152
<b>Anhang D (informativ) Physikalische Kennwerte von Stählen .....</b>		<b>156</b>
D.1	Allgemeines .....	156
D.2	Symbole und Abkürzungen .....	156
D.3	Physikalische Eigenschaften.....	156
D.3.1	Dichte .....	156
D.3.2	Differentieller linearer Wärmeausdehnungskoeffizient .....	156
D.3.3	Wärmekapazität .....	157
D.3.4	Wärmeleitzahl.....	157
D.3.5	Querkontraktionszahl .....	157
D.4	Physikalische Kennwerte von Stählen .....	157
D.4.1	Datenblatt (Tabellen) .....	157
D.4.2	Diagramme .....	159
D.4.3	Polynome .....	163
<b>Anhang E (informativ) Berücksichtigung des äußeren Abtrags durch Rauchgaseinwirkung .....</b>		<b>166</b>
E.1	Allgemeines .....	166
E.2	Symbole und Abkürzungen .....	166
E.3	Wanddicke von geraden Rohren nach Abschnitt 11 .....	166
E.3.1	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlag.....	166
E.3.2	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge .....	166
E.3.3	Rohre mit stumpfgeschweißter Rundnaht.....	167
E.4	Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen nach Abschnitt 11 .....	167
E.4.1	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlag.....	167
E.4.2	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge .....	167
E.5	Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen nach Anhang A .....	167
<b>Anhang F (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe .....</b>		<b>168</b>
<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie) .....</b>		<b>169</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>		<b>171</b>