

# DIN EN 12952-3:2012-03 (D)

## Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten - Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Kesselteile; Deutsche Fassung EN 12952-3:2011

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	6
1 Anwendungsbereich .....	8
2 Normative Verweisungen .....	8
3 Begriffe .....	8
4 Symbole und Abkürzungen .....	9
5 Allgemeines .....	9
5.1 Zweck .....	9
5.2 Abmessungen von drucktragenden Teilen .....	9
5.3 Festigkeit von drucktragenden Teilen .....	10
5.4 Berechnung durch Analyse .....	10
5.5 Wechselbeanspruchung .....	10
5.6 Weitere Konstruktionsanforderungen .....	11
5.6.1 Allgemeines .....	11
5.6.2 Befahren .....	11
5.6.3 Entleerung und Entlüftung .....	12
5.7 Auslegungs-, Berechnungs- und Prüfdrücke .....	12
5.7.1 Auslegungsdruck .....	12
5.7.2 Berechnungsdruck .....	12
5.7.3 Berechnungsdruck für Druckdifferenzen .....	12
5.7.4 Wasserdruckprüfung .....	13
5.8 Werkstoffabtrag .....	14
5.8.1 Innerer Abtrag .....	14
5.8.2 Äußerer Abtrag .....	14
5.8.3 Anforderungen .....	14
5.8.4 Spannungsrisskorrosion .....	14
5.8.5 Mechanische Anforderungen .....	15
5.9 Befestigungen an drucktragenden Teilen .....	15
5.9.1 Lasttragende Befestigungen .....	15
5.9.2 Nicht lasttragende Befestigungen .....	15
6 Berechnungstemperatur und zulässige Spannung .....	15
6.1 Berechnungstemperatur .....	15
6.1.1 Allgemeines .....	15
6.1.2 Umlaufkessel .....	16
6.1.3 Durchlaufkessel, Überhitzer und Zwischenüberhitzer .....	16
6.1.4 Heißwassererzeuger .....	16
6.1.5 Temperaturzuschläge für unbeheizte Bauteile .....	16
6.1.6 Sammler .....	17
6.1.7 Unbeheizte Bauteile .....	17
6.1.8 Gegen Strahlung geschützte Bauteile .....	17
6.1.9 Konvektionsbeheizte Bauteile .....	17
6.1.10 Durch Strahlung beheizte Bauteile .....	18
6.2 Maximale Temperaturdifferenz über die Wanddicke und maximale Rauchgastemperatur für beheizte Trommeln und Sammler .....	19
6.2.1 Maximale Temperaturdifferenz über die Wanddicke .....	19
6.2.2 Maximale Rauchgastemperatur für Sammler .....	19

6.2.3	Zulässige Abweichungen .....	20
6.3	Zulässige Spannung .....	20
6.3.1	Allgemeines .....	20
6.3.2	Walz- und Schmiedestähle .....	20
6.3.3	Austenitische Stähle .....	21
6.3.4	Stahlguss .....	22
6.3.5	Gusseisen mit Kugelgraphit .....	22
6.3.6	Zulässige Spannung für Schweißnähte unter Kriechbedingungen .....	22
6.3.7	Zulässige Spannung bei Prüfdruck .....	23
7	Zylindrische Mäntel von Trommeln und Sammlern unter Innendruck .....	23
7.1	Mantelwanddicke .....	23
7.1.1	Anforderungen .....	23
7.1.2	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen .....	23
7.2	Grundlegende Berechnung .....	24
7.2.1	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge .....	24
7.2.2	Unterschiedliche Wanddicken .....	24
7.2.3	Fertigungstoleranzen .....	24
7.3	Kombinierte Spannungen in Trommel- oder Sammlermänteln .....	24
7.3.1	Allgemeines .....	24
7.3.2	Spannungen infolge Belastungen in Längsrichtung .....	25
7.3.3	Biegespannung in Längsrichtung .....	26
7.3.4	Bewertung der Stegspannung von Schrägeilungen in Trommeln .....	26
7.4	Auflagerungen von Kesseltrommeln .....	28
7.5	Andere Spannungen in zylindrischen Mänteln .....	28
8	Ausschnitte und Abzweige in zylindrischen Mänteln von Trommeln, Sammlern sowie eingebauten Rohrleitungen .....	28
8.1	Allgemeines .....	28
8.1.1	Anforderungen an Grundkörper mit Verschwächung durch Ausschnitte und Abzweige ...	28
8.1.2	Mitragende Längen für die Berechnung der Verschwächungsbeiwerte von Bauteilen ....	34
8.1.3	Bedingungen für Einzelabzweige .....	35
8.1.4	Anforderungen an die Auslegung der Abzweige .....	35
8.1.5	Anforderungen an die Auslegung von Verstärkungsscheiben .....	36
8.2	Verschwächungsbeiwert, Berechnung durch Näherung und größter Durchmesser unverstärkter Ausschnitte .....	36
8.2.1	Allgemeines .....	36
8.2.2	Zulässiger Verschwächungsbeiwert und größter Durchmesser eines unverstärkten Ausschnitts .....	37
8.2.3	Einzelausschnitte .....	37
8.2.4	Benachbarte Ausschnitte .....	40
8.3	Berechnung von Ausschnitten und Abzweigen in zylindrischen Mänteln (Verschwächungsbeiwert und Verstärkung) .....	40
8.3.1	Symbole und Abkürzungen .....	40
8.3.2	Anforderungen an die Anwendung .....	41
8.3.3	Auslegung von Einzelausschnitten und Einzelabzweigen .....	46
8.3.4	Auslegung von benachbarten Ausschnitten und Abzweigen .....	49
8.4	Schraubenverbindungen .....	50
8.4.1	Allgemeines .....	50
8.4.2	Symbole und Abkürzungen .....	51
8.4.3	Berechnung des Schraubendurchmessers .....	52
8.4.4	Berechnung der Schraubenkraft .....	53
8.4.5	Berechnungstemperatur $t_c$ .....	55
8.4.6	Festigkeitskennwert $K$ .....	56
8.4.7	Sicherheitsbeiwert $S$ .....	56
8.4.8	Qualitätsbeiwert $q$ .....	57
8.5	Einschraub- und Einschweißverbindungen .....	57
8.5.1	Einschraubverbindungen im Mantel .....	57
8.5.2	Schraubmuffenverbindungen .....	57
8.5.3	Schweißmuffenverbindungen .....	58
9	Sammler und glatte Rohre mit rechteckigem Querschnitt .....	59

9.1	Allgemeines .....	59
9.2	Symbole und Abkürzungen .....	61
9.3	Erforderliche Wanddicke .....	62
9.3.1	Allgemeines .....	62
9.3.2	Mindestwanddicke an der Mitte einer Seitenwand .....	63
9.3.3	Mindestwanddicke an den Ecken .....	63
9.3.4	Mindestwanddicke an einer Lochreihe .....	63
9.3.5	Mindestwanddicke bei versetzten Lochanordnungen (diagonale Teilung) .....	64
9.3.6	Mindestwanddicke bei Einzelausschnitten .....	64
10	Böden und Kugelschalen .....	65
10.1	Symbole und Abkürzungen .....	65
10.2	Kugelschalen und gewölbte Böden .....	65
10.2.1	Allgemeines .....	65
10.2.2	Berechnungsgleichungen .....	66
10.2.3	Ausschnitte in gewölbten Böden und Kugelschalen .....	70
10.3	Unverankerte ebene Böden .....	74
10.3.1	Allgemeines .....	74
10.3.2	Wanddicke von runden, unverankerten, ebenen Böden .....	76
10.3.3	Wanddicke von nicht kreisförmigen und rechteckigen, unverankerten, ebenen Böden .....	77
10.4	Ebene unverankerte Verschlüsse .....	80
11	Rohre .....	82
11.1	Symbole und Abkürzungen .....	82
11.2	Wanddicke von geraden Kesselrohren .....	82
11.2.1	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen .....	82
11.2.2	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge .....	83
11.2.3	Mindestwanddicke .....	83
11.2.4	Rohre mit stumpfgeschweißter Rundnaht .....	84
11.3	Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen .....	84
11.3.1	Allgemeines .....	84
11.3.2	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen .....	84
11.3.3	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge .....	84
11.3.4	Unrundheit an Rohrbögen .....	85
11.4	Elastizität von eingebauten Rohrleitungssystemen .....	85
11.4.1	Allgemeines .....	85
11.4.2	Analyse .....	85
11.5	Halterungen an Rohren .....	86
11.5.1	Allgemeines .....	86
11.5.2	Anschweißteile an Rohrbögen .....	88
11.5.3	Länge von Anschweißteilen .....	88
11.5.4	Zulässige Beanspruchung bei Radiallast .....	88
11.5.5	Berechnung der Beanspruchung bei Radiallast .....	88
11.5.6	Schweißnahtfestigkeit .....	90
11.6	Anschlüsse und Verbindungen von beheizten Rohren .....	91
11.6.1	Rohranschlüsse .....	91
11.6.2	Verbindungen von beheizten Rohren .....	91
11.7	Verbindungen von nicht beheizten Rohren .....	91
11.7.1	Allgemeines .....	91
11.7.2	Flansche und Schrauben .....	91
11.7.3	Stumpfschweißverbindungen .....	91
11.7.4	Schweißmuffenverbindungen .....	92
11.7.5	Einschraub- oder eingeschraubte und dichtgeschweißte Verbindungen .....	92
12	Druckteile mit unregelmäßiger Form .....	92
12.1	Wasserdruckprüfung zur Bestimmung des zulässigen Innendrucks .....	92
12.1.1	Allgemeines .....	92
12.1.2	Belastungsversuch zum Erreichen von Verformung .....	92
12.1.3	Belastungsversuch bis zum Bruch .....	93
12.2	Numerische Verfahren .....	94
12.2.1	Allgemeines .....	94
12.2.2	Verfahren .....	94

12.2.3	Spannungsbewertung .....	94
13	Ermüdung .....	94
13.1	Allgemeines .....	94
13.1.1	Durchführung .....	94
13.1.2	Ermüdungsbeanspruchung .....	94
13.1.3	Berechnung von wechselnden Spannungen .....	95
13.1.4	Ermüdungsbewertung .....	95
13.2	Symbole und Abkürzungen .....	95
13.3	Ausnahmeregel für die Ermüdungsanalyse .....	97
13.3.1	Allgemeines .....	97
13.3.2	Werkstoffe .....	97
13.3.3	Belastungen .....	98
13.3.4	Temperaturdifferenzen infolge von Betriebsänderungen .....	99
13.4	Spannungsanalyse für die Ermüdungsberechnung .....	105
13.4.1	Hauptspannungen und äquivalente Spannungen .....	105
13.4.2	Temperatur eines Lastwechsels .....	105
13.4.3	Schutz der Magnetitschicht .....	106
13.4.4	Zulässige Spannungsschwingbreite am Lochrand an der Innenfläche einer Bohrung .....	106
13.4.5	Umfangsspannung durch Druck an der Innenfläche einer Bohrung .....	106
13.4.6	Spannungen am Abzweig durch äußere Kräfte und Momente .....	107
13.4.7	Wärmespannungen .....	107
13.4.8	Oberer und unterer Grenzwert für die Umfangsspannung an der Innenfläche einer Bohrung .....	108
13.4.9	Zulässige Temperaturdifferenzen über die Wanddicke .....	112
13.4.10	Zulässige Temperaturgefälle .....	113
13.4.11	Bauteile mit schrägen und/oder nicht radial angeordneten Abzweigen .....	113
13.5	Berechnungsbeispiele .....	113
Anhang A (normativ) Berechnung von Rohrbiegungen und Rohrbögen .....		118
Anhang B (normativ) Ermüdungsrissbildung - Berechnung zur Berücksichtigung wechselnder Spannungen .....		128
Anhang C (informativ) Beispiele zur Berechnung der Auswirkungen von Ermüdung .....		144
Anhang D (informativ) Physikalische Kennwerte von Stählen .....		150
Anhang E (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe .....		161
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG (Druckgeräterichtlinie) .....		162
Literaturhinweise .....		165