

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 Schrägeilungen 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 Anschweißteilen.....	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
Anhang D (informativ) Physikalische Kennwerte von Stählen		156
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
Anhang E (informativ) Berücksichtigung des äußeren Abtrags durch Rauchgaseinwirkung.....		166
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
Anhang F (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe		168
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie)		169
Literaturhinweise		171