

E DIN EN 12952-3:2021-08 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2021-06-25

Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten - Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Kesselteile; Deutsche und Englische Fassung prEN 12952-3:2021

Water-tube boilers and auxiliary installations - Part 3: Design and calculation for pressure parts of the boiler; German and English version prEN 12952-3:2021

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	14
5.7.1 Auslegungsdruck.....	14
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	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	40
8.2.1	Allgemeines.....	40
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	63
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	70
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	81
10.4	Ebene unverankerte Verschlüsse.....	83
11	Rohre	85
11.1	Symbole und Abkürzungen	85
11.2	Wanddicke von geraden Kesselrohren	85
11.2.1	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen.....	85
11.2.2	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge	86
11.2.3	Mindestwanddicke.....	86
11.2.4	Rohre mit stumpfgeschweißter Rundnaht.....	87
11.3	Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen	87
11.3.1	Allgemeines.....	87
11.3.2	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlägen.....	87
11.3.3	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge	88
11.3.4	Unrundheit an Rohrbögen.....	88
11.4	Elastizität von eingebauten Rohrleitungssystemen.....	88
11.4.1	Allgemeines.....	88
11.4.2	Analyse.....	89
11.5	Halterungen an Rohren	89
11.5.1	Allgemeines.....	89
11.5.2	Anschweißsteile an Rohrbögen.....	91
11.5.3	Länge von Anschweißteilen	91
11.5.4	Zulässige Beanspruchung bei Radiallast	91
11.5.5	Berechnung der Beanspruchung bei Radiallast	91
11.5.6	Schweißnahtfestigkeit	93
11.6	Anschlüsse und Verbindungen von beheizten Rohren	94
11.6.1	Rohranschlüsse.....	94
11.6.2	Verbindungen von beheizten Rohren.....	94
11.7	Verbindungen von nicht beheizten Rohren	94
11.7.1	Allgemeines.....	94
11.7.2	Flansche und Schrauben	94
11.7.3	Stumpfschweißverbindungen.....	94
11.7.4	Einschraub- oder eingeschraubte und dichtgeschweißte Verbindungen.....	94

11.8	Genormte Formstücke.....	95
12	Druckteile mit unregelmäßiger Form	95
12.1	Wasserdruckprüfung zur Bestimmung des zulässigen Innendrucks.....	95
12.1.1	Allgemeines.....	95
12.1.2	Belastungsversuch zum Erreichen von Verformung.....	95
12.1.3	Belastungsversuch bis zum Bruch.....	96
12.2	Numerische Verfahren	97
12.2.1	Allgemeines.....	97
12.2.2	Verfahren.....	97
12.2.3	Spannungsbewertung.....	97
13	Ermüdung	97
13.1	Allgemeines.....	97
13.1.1	Durchführung.....	97
13.1.2	Ermüdungsbeanspruchung.....	97
13.1.3	Berechnung von wechselnden Spannungen	98
13.1.4	Ermüdungsbewertung.....	98
13.2	Symbole und Abkürzungen	99
13.3	Ausnahmeregel für die Ermüdungsanalyse.....	100
13.3.1	Allgemeines.....	100
13.3.2	Werkstoffe	101
13.3.3	Belastungen.....	101
13.3.4	Temperaturdifferenzen infolge von Betriebsänderungen	102
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.....	116
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.....		122
A.1	Allgemeines.....	122
A.2	Symbole und Abkürzungen	122
A.2.1	Erforderliche Wanddicke	123
A.3	Berechnung	123
A.3.1	Berechnung der Wanddicke	123
A.3.2	Berechnung der Spannung.....	125
Anhang B (normativ) Ermüdungsrissbildung - Berechnung zur Berücksichtigung wechselnder Spannungen.....		132
B.1	Allgemeines.....	132
B.2	Bedingungen	132
B.3	Symbole und Abkürzungen	133
B.4	Spannungsschwingbreite und Mittelspannung bei einachsiger und mehrachsiger wechselnder Spannung	134
B.4.1	Allgemeines.....	134
B.4.2	Einachsiger Spannungszustand	134
B.4.3	Mehrachsiger Spannungszustand mit konstanten Hauptspannungsrichtungen	135
B.5	Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung des Einflusses von Oberflächenbearbeitung und Schweißnähten.....	137
B.6	Maßgebende Spannungsschwingbreite	145

B.6.1	Allgemeines	145
B.6.2	Korrekturfaktor	145
B.7	Zulässige Spannungsschwingbreite bei bekannter Lastwechselzahl	146
Anhang C (informativ) Beispiele zur Berechnung der Auswirkungen von Ermüdung.....		148
C.1	Allgemeines	148
C.2	Berechnung der zulässigen Lastspielzahl	148
C.3	Berechnung des zulässigen Temperaturgefälles	151
Anhang D (informativ) Physikalische Kennwerte von Stählen		155
D.1	Allgemeines	155
D.2	Symbole und Abkürzungen	155
D.3	Physikalische Eigenschaften.....	155
D.3.1	Dichte	155
D.3.2	Differentieller linearer Wärmeausdehnungskoeffizient	155
D.3.3	Wärmekapazität	156
D.3.4	Wärmeleitfähigkeit	156
D.3.5	Querkontraktionszahl	156
D.4	Physikalische Kennwerte von Stählen	156
D.4.1	Datenblatt (Tabellen)	156
D.4.2	Diagramme	158
D.4.3	Polynome	162
Anhang E (informativ) Berücksichtigung des äußeren Abtrags durch Rauchgaseinwirkung		165
E.1	Allgemeines	165
E.2	Symbole und Abkürzungen	165
E.3	Wanddicke von geraden Rohren nach Abschnitt 11	165
E.3.1	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlag.....	165
E.3.2	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge	165
E.3.3	Rohre mit stumpfgeschweißter Rundnaht.....	165
E.4	Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen nach Abschnitt 11	166
E.4.1	Erforderliche Wanddicke mit Zuschlag.....	166
E.4.2	Erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge	166
E.5	Wanddicke von Rohrbiegungen und Rohrbögen nach Anhang A.....	166
Anhang F (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe		167
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie)		168
Literaturhinweise		171