

DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V.

Einsprüche bis 31. Aug 1991

DIN 2918

Ortsfeste geschweißte Großwasserraumkessel (ausgenommen Wasserrohrkessel)

(Vorschlag für eine Europäische Norm)

Normenausschuß Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA)
im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

BEUTH VERLAG GMBH · BERLIN

Ortsfeste geschweißte Großwasserraumkessel (ausgenommen Wasserrohrkessel) (Vorschlag für eine Europäische Norm)

DIN 2918

Stationary shell boilers of welded construction (other than water-tube boilers) (Proposal for a European Standard)

Einsprüche bis 31. Aug 1991

Chaudières à tubes de fumée de construction soudée (autres que chaudières aquatubulaires) (Proposition pour une Norme Européenne)

Anwendungswarnvermerk
auf Seite 2 beachten!

Nationales Vorwort

Der Inhalt dieses Norm-Entwurfes ist die unveränderte Übersetzung der im ISO/TC 11/SC 5 "Shell boilers" im Jahre 1990 angenommenen weltweiten Norm ISO 5730 "Stationary shell boilers of welded construction (other than water-tube boilers)". Die Veröffentlichung als ISO-Norm wird derzeit im ISO-Zentralsekretariat vorbereitet.

Es wurde von deutscher Seite vorgeschlagen, den Inhalt von ISO 5730 im sogenannten PQ-Verfahren (Erstfragebogen-Verfahren) unverändert in die europäische Normungsarbeit des CEN als Europäischen Norm-Entwurf zu übernehmen. Das zugehörige CEN-Komitee CEN/TC 269 "Großwasserraumkessel" (Sekretariat: DIN, NÜA) hat diesem Vorschlag in seiner Sitzung am 27./28. Februar 1991 zugestimmt.

Diese Vorabveröffentlichung als Entwurf DIN 2918 dient dazu, die interessierten Kreise rechtzeitig über den Inhalt der geplanten Europäischen Norm über Großwasserraumkessel zu unterrichten.

Zu den in Abschnitt 1.2 genannten ISO-Normen wird nachstehend auf den Zusammenhang mit entsprechenden DIN-Normen hingewiesen:

ISO 148	entspricht nicht vollständig DIN 50 115 und DIN 51 222
ISO 404	entspricht nicht vollständig DIN 17 010 und DIN 50 049
ISO 1027	entspricht DIN 54 109 Teil 1
ISO 1106 Teil 1 und Teil 3	entsprechen DIN 54 111 Teil 1
ISO 1106 Teil 2	entspricht nicht vollständig DIN 54 111 Teil 1

ISO 2504	entspricht nicht vollständig DIN 54 109 Teil 2
ISO 2604 Teil 1	entspricht nicht vollständig DIN 17 280 und DIN 17 440
ISO 2604 Teil 2	entspricht nicht vollständig DIN 17 173, DIN 17 175, DIN 17 458 und DIN E 17 459
ISO 2604 Teil 3	entspricht nicht vollständig DIN 17 174 und DIN 17 177
ISO 2604 Teil 4	entspricht nicht vollständig DIN 17 155, DIN 17 280 und DIN 17 440
ISO 3452	entspricht nicht vollständig DIN 54 152 Teil 1
ISO 3453	entspricht nicht vollständig DIN 54 152 Teil 2
ISO 5579	entspricht nicht vollständig DIN 54 111 Teil 1 und DIN 54 111 Teil 2
ISO 5580	entspricht nicht vollständig DIN 54 116 Teil 2
ISO 6520	entspricht DIN 8524 Teil 1 und ent- spricht nicht vollständig DIN 32 502
ISO 6947	entspricht DIN ISO 6947 (z. Z. Ent- wurf) und entspricht nicht voll- ständig DIN 1912 Teil 2

Zitierte Normen

- im Text für den zukünftigen Europäischen Norm-Entwurf

siehe Abschnitt 1.2

- im nationalen Vorwort

DIN 1912 Teil 2	Zeichnerische Darstellung, Schweißen, Löten; Arbeitspositionen, Nahtneigungswinkel, Nahtdrehwinkel
DIN 8524 Teil 1	Fehler an Schweißverbindungen aus metallischen Werkstoffen; Schmelzschweißverbindungen; Einteilung, Benennungen, Erklärungen
DIN 8524 Teil 2	Fehler an Schweißverbindungen aus metallischen Werkstoffen; Preßschweißverbindungen; Einteilung, Benennungen, Erklärungen

Fortsetzung Seite 2
und 307 Seiten ISO Norm 5730

Normenausschuß Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

DIN 8524 Teil 3	Fehler an Schweißverbindungen aus metallischen Werkstoffen; Risse, Einteilung, Benennungen, Erklärungen
DIN 17 010	Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse
DIN 17 155	Blech und Band aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 173	Nahtlose kreisförmige Rohre aus kaltzähren Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 174	Geschweißte kreisförmige Rohre aus kaltzähren Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 175	Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 177	Elektrisch preßgeschweißte Rohre aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 280	Kaltzähre Stähle; Technische Lieferbedingungen für Blech, Band, Breitflachstahl, Formstahl, Stabstahl und Schmiedestücke
DIN 17 440	Nichtrostende Stähle; Technische Lieferbedingungen für Blech, Warmband, Walzdraht, gezogenen Draht, Stabstahl, Schmiedestücke und Halbzeug
DIN 17 458	Nahtlose kreisförmige Rohre aus austenitischen nichtrostenden Stählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 459	Nahtlose kreisförmige Rohre aus hochwarmfesten austenitischen Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 32 502	Fehler an Schweißverbindungen aus Kunststoffen; Einteilung, Benennungen, Erklärungen
DIN 50 049	Bescheinigungen über Materialprüfungen
DIN 50 115	Prüfung metallischer Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch
DIN 51 222	Werkstoffprüfmaschinen; Pendelschlagwerke
DIN 54 109 Teil 1	Zerstörungsfreie Prüfung; Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen; Begriffe, Bildgüteprüfkörper, Ermittlung der Bildgütezahl
DIN 54 109 Teil 1	(z. Z. Entwurf) Zerstörungsfreie Prüfung; Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen; Begriffe; Bildgüteprüfkörper (Drahtsteg); Ermittlung der Bildgütezahl (Vorschlag für eine Europäische Norm)
DIN 54 109 Teil 2	Zerstörungsfreie Prüfung; Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen; Anleitung für das Festlegen von Bildgütezahlen und Bildgüteklassen
DIN 54 111 Teil 1	Zerstörungsfreie Prüfung; Prüfung metallischer Werkstoffe mit Röntgen- und Gammastrahlen; Aufnahme von Durchstrahlungsbildern von Schmelzschweißverbindungen
DIN 54 111 Teil 2	Zerstörungsfreie Prüfung; Prüfung metallischer Werkstoffe mit Röntgen- oder Gammastrahlen; Aufnahme von Durchstrahlungsbildern von Gußstücken aus Eisenwerkstoffen
DIN 54 111 Teil 2	(z. Z. Entwurf) Zerstörungsfreie Prüfung; Prüfung metallischer Werkstoffe mit Röntgen- und Gammastrahlen; Aufnahme von Durchstrahlungsbildern von Gußstücken
DIN 54 111 Teil 10	(z. Z. Entwurf) Zerstörungsfreie Prüfung; Prüfung metallischer Werkstoffe mit Röntgen- und Gammastrahlen; Grundlagen (Vorschlag für eine Europäische Norm)
DIN 54 116 Teil 2	Zerstörungsfreie Prüfverfahren; Betrachtung von Durchstrahlungsaufnahmen, Betrachtungsgeräte
DIN 54 152 Teil 1	Zerstörungsfreie Prüfung; Eindringverfahren; Durchführung
DIN 54 152 Teil 2	Zerstörungsfreie Prüfung; Eindringverfahren; Prüfung von Prüfmitteln
DIN 54 152 Teil 3	Zerstörungsfreie Prüfung; Eindringverfahren; Kontrollkörper und ihre Verwendung zur Ermittlung und Klassifizierung der Empfindlichkeit von Prüfmittelsystemen
DIN ISO 6947	(z. Z. Entwurf) Schweißen; Arbeitspositionen; Definitionen der Winkel von Neigung und Drehung; Identisch mit ISO 6947 : 1990

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuß Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Kamekestraße 8, 5000 Köln 1.

Deutsche Übersetzung

ISO 5730

ORTSFESTE GESCHWEISSTE GROSSWASSERRAUM- KESSEL (KEINE WASSERROHRKESSEL)

Stationary shell boilers of welded construction (other
than water-tube boilers)

Chaudières à tubes de fumée de construction soudée (autres
que chaudières aquatubulaires)

DK: 621.181.122+.27

Deskriptoren: Schweißkonstruktion, Dampfkessel, Spezifikation,
Konstruktion, Prüfung, Druckprüfung, Abnahme-
prüfung, Kennzeichnung

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
Abschnitt 1 - Allgemeines	9
1.1 Geltungsbereich	9
1.2 Bezugsnormen	10
1.3 Begriffsbestimmungen	11
1.4 Terminologie und Formelzeichen	12
1.5 Vom Besteller und vom Hersteller zu liefernde Informationen	19
1.6 Einheiten	19
Abschnitt 2 - Werkstoffe	20
2.1 Einleitung	20
2.2 Allgemeines	20
2.3 Stahlherstellung	21
2.4 Schmiedestücke	21
2.5 Wärmebehandlung	22
2.6 Chemische Zusammensetzung	22
2.7 Mechanische Eigenschaften	22
2.8 Nachweisverfahren	23
2.9 Allgemeine Regeln zur Durchführung von Abnahmeversuchen	24
2.10 Anzahl und Auswahl von Proben und Probestücken	24
2.11 Prüfverfahren	25
2.12 Wiederholungsprüfungen	25
2.13 Bescheinigungen	25
2.14 Kennzeichnung	25

	<u>Seite</u>
Abschnitt 3 - Konstruktion und Berechnung von drucktragenden Teilen	27
3.1 Allgemeines	27
3.2 Zulässiger Betriebsüberdruck	27
3.3 Berechnungsdruck	27
3.4 Berechnungstemperatur	28
3.5 Flammrohre	29
3.6 Zulässige Spannung	30
3.7 Zylinderschalen unter Innendruck	30
3.8 Unverankerte gewölbte Böden ohne Ausschnitte	31
3.9 Berechnung von Ausschnitten in Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbten Böden	33
3.10 Berechnung von Einzelausschnitten in ebenen Böden von Großwasserraumkesseln	42
3.11 Kehlnähte zur Befestigung von scheibenförmigen Verstärkungen an Mänteln unter Innendruck	44
3.12 Mindestdicke von Stutzen- und Abzweigverbindungen	44
3.13 Befahr- und Besichtigungsöffnungen	45
3.14 Anker, Versteifungen und Stützflächen	48
3.15 Rohre und Rohrböden	59
3.16 Zylindrische Flammrohre und innenliegende Wendekammern unter Außendruck	62
Abschnitt 4 - Ausführung und Fertigung außer Schweißarbeiten	68
4.1 Kennzeichnung von Blechen	68
4.2 Schneiden von Schmiedestücken	68
4.3 Zylinderschalen	68
4.4 Kontrollbohrungen	69
4.5 Böden und Rohrböden	69
4.6 Glatte Rohre und Ankerrohre	70
4.7 Mannlochrahmen und Ausschnitte	71

	<u>Seite</u>
4.8 Sitze für Armaturen	72
4.9 Zylindrische Flammrohre	74
4.10 Wassergekühlte Wendekammern	75
4.11 Anker	75
Abschnitt 5 - Ausführung und Fertigung beim Schweißen	76
5.1 Allgemeines	76
5.2 Werkstoffe	77
5.3 Ausführung	77
5.4 Wärmebehandlung und Wärmebehandlung nach dem Schweißen	81
5.5 Zerstörungsfreie Prüfung	82
5.6 Ausschnitte in oder neben Schweißnähten	87
5.7 Kehlnähte	87
5.8 Fertigung	88
5.9 Bauüberwachung und Prüfungen	112
5.10 Anforderungen an die Ergebnisse von Prüfungen an Arbeitsprüfstücken	123
Abschnitt 6 - Bauüberwachung und Prüfung	125
6.1 Qualifikation von Sachverständigen	125
6.2 Bauüberwachung	125
6.3 Druckprüfungen	126
Abschnitt 7 - Dokumentation, Bescheinigungen und Stempelung	128
7.1 Konstruktionsvorschriften, Zeichnungen und Datenblätter	128
7.2 Dem Sachverständigen auszuhändigende Unterlagen	128
7.3 Stempelung	129

	<u>Seite</u>
Abschnitt 8 - Sicherheitsventile, Formstücke und Armaturen	130
8.1 Sicherheitsventile	130
8.2 Wasserstandsgläser	133
8.3 Manometer (Dampfdruck)	134
8.4 Abschlammarmaturen	134
8.5 Anschlußventile	135
8.6 Werkstoffe für Ventile und Anschlüsse	135
8.7 Flansche und Verschraubungen	136
 Anhang A - Dem Hersteller vom Besteller zu liefernde Informationen	 201
 Anhang B - Typische Beispiele zulässiger Schweißnaht-einheiten	 203
 Anhang C - Berechnung der Rohrbodentemperaturen	 234
 Anhang D - Speisewasser- und Kesselwasserqualität	 252
 Anhang E - Musterformblatt für Abnahmeprüfzeugnisse	 259
 Anhang G - Ultraschallprüfung von Schweißnähten	 272
 Anhang H - Magnetpulverprüfung	 295

TABELLEN		<u>Seite</u>
1	International standardisierte Stahlsorten für Großwasserraumkessel	26
2	Freie Räume zwischen Festpunkten zwischen Flammrohren und Mänteln, wenn die Dicke des Bodens 25 mm oder weniger beträgt	49
3	Schweißverbindungen	56
4	Berechnungsparameter für ungekrempte ebene Böden	58
5	Freie Räume zwischen Festpunkten zwischen Flammrohr und Mantel, wenn die Bodendicke 25 mm überschreitet	59
5	Bedingungen für das Auslassen von Abschnitten von Kehlnähten (Gegennähten) bei Eckstößen an ebenen Böden	80
7	Umfang der Durchstrahlungs- und US-Prüfung bei Stumpfnähten	83
8	Empfohlene Vorwärmtemperaturen für das Schweißen von Blechen, Profilen, Stabmaterial und Schmiedestücken	88
9	Aus den Prüfstücken für stumpfgeschweißte Rohre zu entnehmende Proben	91
10	Breite der Biegeproben für Rohre	92
11	Maximaler Versatz von Blechen mit Rundnähten	100
12	Maximaler Versatz von Blechen mit Längsnähten	101
13	Maximal überhöhte Dicke für fertig bearbeitete Längs- und Rundnähte an Blechen	102
14	Aufheizgeschwindigkeit über 300° C während der Wärmenachbehandlung	105
15	Abkühlgeschwindigkeit auf 300° C während der Wärmenachbehandlung	106
16	Grenzen für die Abnahme von Fehlern in Stumpfnähten	113
17	Zulässige Nahtüberhöhungen	114
18	Zulässige Abnahmegrenzen von in Stumpfnähten mittels Durchstrahlung nachgewiesener Fehler	115
19	Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung von Verbindungen usw.	119
20	Anforderungen an Biegeversuche	123
D.1	Richtwerte für die Speisewasserqualität	255
D.2	Richtwerte für die Kesselwasserqualität	256
D.3	Richtwerte des Kesselwassers bei Speisung mit salzarmem Speisewasser	257

ABBILDUNGEN		<u>Seite</u>
1	Kessel mit innenliegender Wendekammer	137
2	Kessel mit außenliegender wassergekühlter Wendekammer	138
3	Kessel mit innenliegender Wendekammer	139
4	Kessel mit außenliegender Wendekammer	140
5	Kessel mit halb innenliegender Wendekammer	141
6	Beziehung zwischen Wärmeleistung und Flammrohrinnendurchmesser	142
7	Berechnungsbeiwert C für unverankerte gewölbte Böden ohne Ausschnitte	143
8	Verstärkung von Ausschnitten und Abzweigen	144
9	Nicht radial angeordnete Abzweige und benachbarte Abzweige	147
10	Ausgleich für Abzweige in ebenen Böden	150
11	Ausgleich für elliptische Mannlöcher oder Besichtigungsöffnungen in ebenen Böden	151
12	Anschweißen von Verstärkungsblechen	152
13	Ausschnitte für Zugang und Besichtigung	153
14	Typische Anordnung eines Bodens in einem Flammrohr-Rauchrohrkessel	156
15	Äußere Grenzen für Stützflächen, Ausdehnungsräume, Haupt- und Nebenkreise in gekrempten Böden	157
16	Anwendung von Nebenkreisen (Zweiflammrohrkessel)	158
17	Anwendung von Nebenkreisen (Einflammrohrkessel)	159
18	Bestimmung des Beiwertes γ	160
19	Beispiel für Blechanker	161
20	Zulässige Schweißdetails von glatten Rundankern	162
21	Zulässige Nahtdetails von Ankerrohren	164
22	Zulässige Nahtdetails von Rundankern	165
23	Zulässige Nahtdetails von Wendekammerankern	166
24	Typische Verfahren zum Anschweißen von Trägern an Wendekammern	168
25	Abstand vom Mannlochverstärkungsring	171

ABBILDUNGEN (Fortsetzung)		<u>Seite</u>
26	Anordnung von Ankern an hinteren Böden von Wendekammern	172
27	Befestigung geschweißter Blechanker	173
28	Ausführung von geschweißten und versteiften Blechankern	174
29	Einzelheiten für diagonale Gliederanker	175
30	Bei Rohrbögen verwendete Formelzeichen	176
31	Berechnungsbeiwerte C_i und C_o	177
32	Zulässige Befestigungsverfahren von Rohren	178
33	Flächenträgheitsmomente und Querschnittsfläche für Flammrohre der Bauart Fox und Morrison	181
34	Flammrohrversteifungen bis 22 mm Dicke für glatte und gewellte Schüsse	186
35	Flammrohrversteifungen über 22 mm Dicke für glatte und gewellte Schüsse	186
36	Fairbairnringe	187
37	Beiwert für die Berechnung der Spannung an Sattelauflagern	189
38	In stählernes Abstandsstück geschraubte Armatur	190
39	Befahröffnungen für Kessel mit innenliegender Wendekammer	191
40	Aufschneiden des Prüfstücks	192
41	Biegeproben für Rohre	193
42	Prüfstücke für Kehlnähte	194
43	Fluchten der Bleche	195
44	Zugprobe mit reduziertem Querschnitt	196
45	Wahl der Zugprobe mit reduziertem Querschnitt in einem dicken Blech	197
46	Schweißgut-Zugprobe	198
47	Seitenbiegeprobe	199
48	V-Kerbproben	200
49	Kreuzende Schweißnahtbereiche, bei denen Schweißnahtfehler unzulässig sind	200

ABBILDUNGEN (Fortsetzung)		<u>Seite</u>
B.1	Genormte Einzelheiten für die Schweißnahtvorbereitung	209
B.2	Schweißnahteinzelheiten für eingeschweißte Abzweige	211
B.3	Aufgeschweißte Abzweige	212
B.4	Eingeschweißte Abzweige	213
B.5	Eingeschweißte Abzweige	214
B.6	Eingeschweißte Abzweige	215
B.7	Eingeschweißte Abzweige	216
B.8	Geschmiedete Abzweiganschlüsse	217
B.9	Geschmiedete Abzweiganschlüsse	218
B.10	Aufgeschweißte Abzweige mit zusätzlichen Verstärkungsringen	219
B.11	Eingeschweißte Abzweige mit zusätzlichen Verstärkungsringen	220
B.12	Stumpfgeschweißte Stiftschraubenverbindungen	221
B.13	Flansche	222
B.14	Vorschweißflansch	223
B.15	Befestigung von ungekrempen ebenen Böden (Scheibenböden) oder Rohrböden am Mantel	224
B.16	Befestigung von Böden an Wendekammermänteln	226
B.17	Befestigung von Flammrohren an Rohrböden oder Böden (gewölbt oder eben)	228
B.18	Blechvorbereitung für stumpfgeschweißte Längs- und Rundnähte	231
B.19	Kreuznähte in Böden	232
B.20	Befestigung eines Fahrstutzens am Boden	233
C.1	Strahlungszahl des schwarzen Körpers h_R ($F = 1$)	243
C.2	Bestimmung der Gesamtstrahlungsaustauschzahl	244
C.3	Verhältnis A_R / A_C für zylindrische Wendekammer mit Durchmesser D und Länge L	245
C.4	Ausgangszahl des konvektiven Wärmeübergangs h_{CO}	246
C.5	Bestimmung des Korrekturfaktors h_{CO} / h_{CO}	247

	<u>Seite</u>
ABBILDUNGEN (Fortsetzung)	
C.6 Bestimmung des Korrekturfaktors h_{CE} / h_{CO}	247
C.7 Dimensionsloser Rohrbereich	248
C.8 Dimensionsloser Rohrbodenbereich	248
C.9 Rohr- / Rohrboden-Verhältnis	249
C.10 Faktor η	250
C.11 Faktor θ	251
C.12 Faktor β	251
D.1 Richtwerte für Kieselsäure (SiO_2)	258
D.1 Richtwerte für Alkalität ($CaCO_3$)	258
G.1 Empfohlener Justierkörper	286
G.2 Verwendung von Justierkörpern	287
G.3 Tiefenausgleichskurve	290
G.4 Bewegung des Transversalwellen-Prüfkopfes zum Nachweis von Längsfehlern	291
G.5 Bezugsebene für Stumpfnähte	292
G.6 Graphische Darstellung des Schallstrahlenbündels	293
G.7 Bestimmung der herkömmlichen Fehlerlänge	294
H.1 Magnetisierungsrichtung	304

VORWORT

ISO (die Internationale Normenorganisation) ist ein weltweiter Zusammenschluß von nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitglieder). Die Vorbereitungsarbeit von Internationalen Normen wird normalerweise von Technischen Ausschüssen der ISO (ISO TC) durchgeführt. Jedes Mitglied, das an einem Thema interessiert ist, für das ein technischer Ausschuß eingerichtet worden ist, hat das Recht, in diesem Ausschuß vertreten zu sein. Internationale Organisationen als behördliche oder nicht behördliche Stellen, die in Verbindung mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bezüglich aller Angelegenheiten elektrotechnischer Normung zusammen.

Entwürfe Internationaler Normen, die von den technischen Ausschüssen angenommen werden, werden den Mitgliedern zwecks Abstimmung zugesandt. Eine Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert die Zustimmung von mindestens 66,7% der Mitglieder, die eine Stimme abgeben.

Die ISO 5730 wurde von technischem Ausschuß ISO TC 11 „Kessel und Druckbehälter“ vorbereitet.

Die Anhänge A, B, C, D, E, F, G und H dieser Internationalen Norm dienen nur der Information.

**ISO 5730 - ORTSFESTE GESCHWEISSTE GROSSWASSERRAUMKESSEL
(KEINE WASSERROHRKESSEL)**

ABSCHNITT EINS - ALLGEMEINES

1.1 GELTUNGS- UND ANWENDUNGSBEREICH

- 1.1.1** Diese Internationale Norm enthält die Anforderungen für sowohl direkt befeuerte Dampfkessel als auch Abhitzeessel mit einem gaseitigen Druck von nicht mehr als 0,05 N/mm² (0,5 bar) ¹⁾ der zylindrischen liegenden Bauart, die aus Kohlenstoff- oder Kohlenstoff-Manganstählen mittels Schmelzschweißung hergestellt werden, und im Fall von direkt befeuerten Kesseln mit einem zulässigen Betriebsdruck von maximal 3,0 N/mm². Die in dieser Internationalen Norm behandelten Dampfkessel sind für den Betrieb an Land zwecks Erzeugung von Dampf oder Hochdruckheißwasser vorgesehen. Typus Beispiele werden in den Abb. 1 bis 5 gezeigt. Diese Internationale Norm gilt weder für Wasserrohrkessel noch für Dampfkessel von Eisenbahnlokomotiven oder Schiffen.
- 1.1.2** Diese Internationale Norm gilt für den eigentlichen Dampfkessel vom Speisewassereintrittsstutzen bis zum Dampfaustrittsstutzen und bis zu allen anderen Anschlüssen, einschließlich der für Ventile, Dampf- und Wasserarmaturen erforderlichen. Werden Anschweißenden verwendet, so beginnen oder enden die hier vorgeschriebenen Bestimmungen an der Schweißnaht, mit welcher Flansche, sofern verwendet, befestigt worden wären.
- 1.1.3** Diese Internationale Norm gilt für Dampfkessel mit einem Inhalt über 0,025 m³, einem Druck über 0,1 N/mm² und einer Wassertemperatur über 120 °C
- 1.1.4** Luftvorwärmer, mechanische Rostfeuerungen, Gas- oder Ölfeuerungsanlagen, Saugzug- oder Druckzuggebläse oder andere Zubehörteile, die vom Besteller verlangt werden, sind im Sinne dieser Internationalen Norm nicht als Dampfkessel anzusehen. Überhitzer und Speisewasservorwärmer (Ecos), die entweder ein Teil des Dampfkessels oder von diesem getrennt sind, sind nach den Anforderungen der ISO-Norm für Wasserrohrkessel zu konstruieren.
- 1.1.5** Diese Internationale Norm betrifft weder die Einmauerung, Isolierung noch Feuerungszubehörteile.
- 1.1.6** Konstruktionsregeln können nicht so ausführlich festgelegt werden, daß sie eine gute Verarbeitung und Konstruktion gewährleisten. Jeder Hersteller ist verantwortlich dafür, daß alle notwendigen Vorkehrungen getroffen werden, damit die Qualität der Konstruktion und Herstellung und eine Übereinstimmung mit dem Stand der Technik sichergestellt werden.

1) N/mm² = MN/m² = MPA

1 bar = 10⁵ N/m² = 10⁵ Pa

1.2 BEZUGSNORMEN

Die folgenden Normen enthalten Bestimmungen, die aufgrund von Bezugnahme in diesem Text, Bestimmungen dieser Internationalen Norm darstellen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung gelten die angegebenen Ausgaben. Alle Normen unterliegen Änderungen, und Parteien, die Vereinbarungen aufgrund dieser Internationalen Norm treffen, werden ersucht, die Möglichkeit der Anwendung der neuesten Ausgaben der nachfolgend aufgeführten Normen zu untersuchen.

- ISO 148 :1983 - Stahl - Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (V-Kerbe)
- ISO 404: 1981 - Stahl und Stahlerzeugnisse - Allgemeine technische Lieferbedingungen
- ISO 1027:1983 - Radiographische Bildgüte -Prüfstege für die zerstörungsfreie Prüfung-Grundlagen und Identifizierung
- ISO 1106-1:1984-Empfohlene Durchführungspraktik für die Durchstrahlungsprüfung von schmelzgeschweißten Schweißnähten. Teil 1: Schmelzgeschweißte Stumpfnähte in Stahlblechen mit einer Dicke bis einschl. 50 mm
- ISO 1106-2:1985-Empfohlene Durchführungspraktik für die Durchstrahlungsprüfung von schmelzgeschweißten Nähten. Teil 2: Schmelzgeschweißte Stumpfnähte in Stahlblechen mit einer Dicke > 50 mm bis einschließlich 200 mm.
- ISO 1106-3:1984-Empfohlene Durchführungspraktik für die Durchstrahlungsprüfung von schmelzgeschweißten Nähten. Teil 3: Schmelzgeschweißte Rundnähte in Stahlrohren mit einer Wanddicke bis zu 50 mm
- ISO 2400:1972 - Schweißnähte an Stahl - Vergleichskörper für die Justierung von US-Prüfgeräten
- ISO 2504:1973 - Durchstrahlung von Schweißnähten und Filmbetrachtungsbedingungen - Verwendung von empfohlenen Mustern von Bildgüte Prüfstege (IQI)
- ISO 2604-1:1975 -Stahlerzeugnisse für Druckzwecke - Güteanforderungen
Teil 1- Schmiedestücke
- ISO 2604-2:1975 -Stahlerzeugnisse für Druckzwecke - Güteanforderungen
Teil 2- Warmverformte nahtlose Rohre
- ISO 2604-3:1975 -Stahlerzeugnisse für Druckzwecke - Güteanforderungen
Teil 3- Elektrisch widerstands- und induktionsgeschweißte Rohre aus nichtrostendem austenitischen Stahl
- ISO 2604-4:1975 -Stahlerzeugnisse für Druckzwecke - Güteanforderungen
Teil 4 -Grobbleche
- ISO 2604-6:1975 -Stahlerzeugnisse für Druckzwecke - Güteanforderungen
Teil 6 - UP-längs- und spiralnahtgeschweißte Stahlrohre

- ISO 2605-1:1976-Stahlerzeugnisse für Druckzwecke - Ableitung und Nachweis der Warmfestigkeitseigenschaften. Teil 1 Streck-oder 0,2%-Dehngrenze von unlegierten oder niedrig legierten Stahlerzeugnissen
- ISO 2605-3:1985-Stahlerzeugnisse für Druckzwecke - Ableitung und Nachweis der Warmfestigkeitseigenschaften. Teil 3 Alternatives Verfahren zur Ableitung der Warmstreckgrenzwerte, wenn die Daten begrenzt sind
- ISO 3059:1974 - Zerstörungsfreie Prüfung - Verfahren zur indirekten Beurteilung von Schwarzlichtquellen
- ISO 3452:1984 - Zerstörungsfreie Prüfung - Eindringmittelprüfung - Allgemeine Grundlagen
- ISO 3453:1984 - Zerstörungsfreie Prüfung - Eindringmittelprüfung - Nachweisverfahren
- ISO 4126:1981 - Sicherheitsventile- Allgemeine Anforderungen
- ISO 5579:1979 - Zerstörungsfreie Prüfung - Durchstrahlung von metallischen Werkstoffen mittels Röntgen- und Gammastrahlen - Grundregeln
- ISO 5580:1985.- Zerstörungsfreie Prüfung - Industrielle Durchleuchtung - Mindestanforderungen
- ISO 6520:1982 - Klassifizierung von Fehlern in metallischen schmelzgeschweißten Nähten mit Erläuterungen
- ISO 6947:1980 - Grundsweißpositionen - Bestimmung und Werte der Flanken- und Rotationswinkel für gerade Nähte für diese Positionen

1.3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Im Sinne dieser Internationalen Norm gelten die nachfolgend festgelegten Definitionen. In dieser Internationalen Norm sind durchweg zusätzliche Begriffsbestimmungen eingebracht, soweit sie notwendig waren, um den Erfordernissen des speziellen Textes zu entsprechen.

- 1.3.1 Besteller. Die Einzelperson oder Organisation, die den fertigen Dampfkessel vom Hersteller kauft.
- 1.3.2 Konstrukteur. Die Einzelperson oder Organisation, die die volle Verantwortung für die Konstruktion des Kessels übernimmt und die Form, die Abmessungen und Wanddicke des Dampfkessels bestimmt sowie die Werkstoffe, die Konstruktionsdetails, die Konstruktions- und Prüfverfahren auswählt.
- 1.3.3 Hersteller. Die Einzelperson oder Organisation, die den Kessel oder irgendein Kesselteil herstellt oder die Verantwortung für die Herstellung des Kessels oder irgendeines Kesselteiles übernimmt.

- 1.3.4 Werkstofflieferer. Die Einzelperson oder Organisation, die nicht Erzeugnishersteller ist und den Werkstoff oder bei der Herstellung des Kessels oder seiner Bauteile zu verwendende vorgefertigte Normteile liefert.
- 1.3.5 Erzeugnishersteller des gelieferten Konstruktionswerkstoffes oder Werkstoffhersteller. Die Einzelperson oder Organisation, die Werkstoffe für die Fertigung des Kessels für die Kesselkomponenten oder für vorgefertigte Normteile herstellt.
- 1.3.6 Gesetzgebende Behörde. Die Behörde im Aufstellungsland, die gesetzlich mit der Durchführung der Anforderungen der Gesetze und Vorschriften dieses Landes für Kessel beauftragt ist.
- 1.3.7 Überwachungsorganisation bzw. -behörde. Die unabhängige Körperschaft oder Gesellschaft, die im Namen des
- (a) Bestellers, und/oder
 - (b) der gesetzgebenden Behörde
- handelt und überprüft, ob die Konstruktion, die Werkstoffe und die Bauausführung die Anforderungen dieser Norm erfüllt.
- 1.3.8 Sachverständiger. Eine von der Überwachungsorganisation angestellte und ausgebildete Person zur Durchführung der Aufgaben der in 1.3.7. angegebenen Überwachungsorganisation (siehe auch 6.1).
- 1.3.9 Nationale Norm. Eine spezifische Norm, die sich bei ihrer Anwendung als zufriedenstellend erwiesen hat, von den Überwachungsbehörden anerkannt wird, eine Spezifikation oder eine Regel darstellt, die von einer Nationalen Normungsanstalt oder ähnlicher Behörde erstellt wurde, und die ebenso die Regeln beinhaltet, die von Regierungsbehörden festgelegt wurden und Gesetzeskraft haben.

1.4 TERMINOLOGIE UND FORMELZEICHEN

- 1.4.1 Im Sinne dieser Internationalen Norm gelten die nachstehend aufgeführten allgemeinen Fachausdrücke und Formelzeichen. In den verschiedenen Teilen dieser Internationalen Norm sind, wenn erforderlich, zusätzliche Fachausdrücke und Formelzeichen eingesetzt worden, um die Anforderungen des spezifischen betreffenden Textes zu erfüllen. Es sollte auch beachtet werden, daß in einigen Abschnitten von Teil 3 (Berechnung) dasselbe zusätzliche Formelzeichen in verschiedenen Formeln zur Darstellung unterschiedlicher Begriffe verwendet wird. In all solchen Fällen ist jedoch die entsprechende Begriffsbestimmung jedes Formelzeichens für jede Formel angegeben.

a	in den Abb. 14, 16, 17, 18, 43 u. 47 angegebene Abmessungen in mm	
a_i	große Innenachse der Verstärkungsscheibe	in mm
a_o	große Außenachse der Verstärkungsscheibe	in mm
A	nutzbare Stahlungsheizfläche (siehe Abb. 1 bis 5)	in m ²
A_f	tragende Querschnittsfläche ohne Zuschläge	in mm ²
A_{fb}	tragende Querschnittsfläche des Abzweigs	in mm ²
A_{fp}	tragende Querschnittsfläche des Verstärkungsringes	in mm ²
A_{fs}	tragende Querschnittsfläche des Grundkörpers	in mm ²
A_p	druckbelastete Fläche ohne Zuschläge	in mm ²
A_{pb}	druckbelastete Fläche, bezogen auf den Abzweig	in mm ²
A_{ps}	druckbelastete Fläche, bezogen auf den Grundkörper	in mm ²
b	in den Abb. 13 (i), 14, 16, 17, 18 , 19, 34, 35, 43, 47 und B 1 angegebene Abmessungen	in mm
b₁	kleine Mannlochachse	in mm
b_i	kleine Innenachse der Verstärkungsscheibe	in mm
b_o	kleine Außenachse der Verstärkungsscheibe	in mm
B₁	Abstand zwischen Mantelboden und Sattelmitte	in mm
B₂	Breite der Satteldeckplatte	in mm
c	Korrosionszuschlag	in mm
C	Berechnungsbeiwert (Abb. 7)	
C₁	eine vom Auflagerungsverfahren nach 3.14.2.4 abhängige Konstante	in mm
C₂	Mittragende Stützenlänge wie in 3.10.2 und Abb.10 angegeben	in mm

C₃	Faktor zur Berechnung der Spannung an den Sattelauflagern	---
d	Innendurchmesser des Rohrloches	in mm
d_i	Innendurchmesser	in mm
d_{ib}	Innendurchmesser des Abzweigs	in mm
d_{is}	Innendurchmesser des Grundkörpers (Zylinderschale, Kugelschale oder gewölbter Boden)	in mm
dg	Höhe des aufgeschweißten Versteifungsträgers	in mm
d_m	mittlerer Durchmesser	in mm
d_o	Außendurchmesser	in mm
d_{ob}	Außendurchmesser des Abzweigs	in mm
d_{os}	Außendurchmesser des Grundkörpers	in mm
d_s	Ankerdurchmesser	in mm
D_b	mittlerer Dichtungsdurchmesser	in mm
D_i	Durchmesser der inneren Peripherie eines kreisförmigen Rings oder einer kreisförmigen Verstärkungsscheibe	in mm
D_L	Schraubenlochkreisdurchmesser	in mm
D_o	Durchmesser der äußeren Peripherie eines kreisförmigen Rings oder einer kreisförmigen Verstärkungsscheibe	in mm
e	Mindestwanddicke	in mm
e_{cb}	rechnerische Wanddicke des Abzweigs oder Stützens	in mm
e_{cf}	rechnerische Wanddicke des Flammrohrs	in mm
e_{cp}	rechnerische Wanddicke des Bodens	in mm
e_{cs}	rechnerische Wanddicke von Zylinder- oder Kugelschalen oder gewölbten Böden	in mm

e_{ct}	rechnerische Wanddicke des Rohrs	in mm
e_g	Dicke eines Blechankers	in mm
e_{rb}	ausgeführte Wanddicke des Abzweigs oder Stutzens ohne Korrosionszuschlag und Minustoleranzen	in mm
e_{rep}	ausgeführte Wanddicke eines ebenen Bodens	in mm
e_{rf}	ausgeführte Wanddicke des Flammrohrs	in mm
e_{rp}	ausgeführte Wanddicke des Verstärkungsringes	in mm
e_{rs}	ausgeführte Wanddicke des Grundkörpers (Zylinder-oder Kugelschale oder gewölbter Boden ohne Korrosionszuschlag und Minustoleranzen	in mm
e_t	bestellte Rohrwanddicke	in mm
E	E-Modul bei Auslegungstemperatur	in N/mm ²
f	zulässige Spannung	in N/mm ²
f_a	vorhandene mittlere Spannung	in N/mm ²
$f_{a\phi}$	vorhandene mittlere Spannung zwischen zwei Ausschnittsmitten	in N/mm ²
f_b	zulässige Spannung für Abzweigwerkstoff	in N/mm ²
f_c	kombinierte Spannung an den Auflagern	in N/mm ²
f_p	zulässige Spannung für den Verstärkungsscheibenwerkstoff	in N/mm ²
f_s	zulässige Spannung für den Werkstoff des Grundkörpers	in N/mm ²
F	Berechnungs-Wärmestrom	in W/m ²
g	in Abb. 13 gezeigte lichte Höhe	in mm
G	Massenstromgeschwindigkeit der Gase in den Rohren des 1. Zuges	kg/m ² s

h_c	Wölbungshöhe von gewölbten Böden	in mm
h_f	Höhe eines Mannlochrahmens	in mm
h_s	Höhe des zylindrischen Bords eines gewölbten Bodens	in mm
H	Netto-Wärmezufuhr (Feuerungs- Wärmeleistung, bezogen auf den spezifischen Heizwert des Brennstoffs plus irgendeiner Vorwärmung)	in W
I_1	Flächenträgheitsmoment einer vollständigen Flammrohrwelle über ihre neutrale Achse, ohne Korrosionszuschlag	in mm ⁴
I_2	Flächenträgheitsmoment von Versteifungen	in mm ⁴
K	Wärmeleitfähigkeit	in W mm/m ² °C
l_{rb}	mittragende Länge des Abzweigs	in mm
l_{rbi}	innerer Überstand eines durchgesteckten Abzweigs	in mm
l_{rp}	mittragende Breite eines Verstärkungsringes	in mm
l_{rs}	mittragende Länge des Grundkörpers	in mm
L	Abstand zwischen zwei wirksamen Punkten der Flammrohrauflagerung	in mm
L_1	kürzester Abstand der Kante der Befahröffnung und der Mittellinie des am weitesten von der Befahröffnung entfernten Ankers oder, beim Fehlen einer Befahröffnung die Hälfte des größten Abstands zwischen den Ankermittellinien	in mm
L_2	Abstand zwischen der hinteren Wendekammerwand und dem hinteren Kesselboden	in mm

L_b	Länge des Kessels zwischen den Böden	in mm
L_i	Schenkellänge der Kehlnaht um den inneren Umfang des Rings oder der Verstärkungsscheibe	in mm
L_g	Länge der aufgeschweißten Träger	in mm
L_h	beheizte Flammrohlänge	in mm
L_o	Schenkellänge der Kehlnaht um den äußeren Umfang des Rings oder der Verstärkungsscheibe	in mm
L_s	Mantellänge zwischen den Kesselböden	in mm
L_t	mittlere Teilung benachbarter Rohre	in mm
p	Berechnungsdruck	in N/mm ²
P_b	Mittenabstand benachbarter Rohre bezogen auf die Wandmitte ohne Zuschläge	in mm
$P_{b\phi}$	Mittenabstand benachbarter Ausschnitte, versetzt um den Winkel ϕ bezogen auf die Wandmitte, ohne Zuschläge	in mm
P_c	Wellenteilung	in mm
P_t	Druck der Wasserdruckprüfung	in N/mm ²
Q	auf den Sattel ausgeübte Kraft	in N
r_{ik}	innerer Krempenradius eines gewölbten Bodens	in mm
r_{is}	innerer Krümmungsradius eines gewölbten Bodens oder kugelförmigen Mantels	in mm
r_{ms}	mittlerer Radius des Mantels	in mm
r_{ok}	äußerer Krempenradius eines gewölbten Bodens	in mm
r_{os}	äußerer Krümmungsradius eines gewölbten Bodens oder einer Kugelschale	in mm
R_m	Mindestzugfestigkeit der betreffenden Werkstoffgüte bei Raum- temperatur	in N/mm ²

$R_{p0,2}$	Mindeststreckgrenze (0,2%-Dehngrenze) der betreffenden Werkstoffgüte bei der Temperatur t	in N/mm ²
S_1	Sicherheitsbeiwert	
S_2	Sicherheitsbeiwert	
S_0	Ursprüngliche Querschnittsfläche eines Prüfstücks, das einem Zugversuch unterzogen wird	in mm ²
t	Berechnungstemperatur	in °C
t_m	maximale Wandtemperatur	in °C
t_s	dem Auslegedruck entsprechende Sättigungstemperatur	in °C
u	Unrundheit	in %
v	Schweißnahtfaktor	---
w	Wellentiefe	in mm
W	durch den Druck auf den Kesselboden in dem angenommenen, durch den Blechanker abgestützten Bereich ausgeübte Kraft	in N
x	Spannungs-Abminderungsbeiwert	---
X_2	Querschnittsfläche eines Längsschnitts der Flammrohrwandung mit der Länge einer Teilung und der Dicke ($e_{rf} - c$)	in mm ²
y	ein aus Abb.18 mit dem Verhältnis b/a ermittelter Beiwert	----
ϕ	Winkel der Verbindungslinien zwischen den Mitten zweier Ausschnitte, bezogen auf die Achse des Grundkörpers	in Grad
ψ	Neigungswinkel des Abzweigs, bezogen auf die Senkrechte zu der Umfanglinie des Grundkörpers	in Grad
θ	ein dem Sattel gegenüberliegender Winkel	in Grad
S_0	Ursprüngliche Querschnittsfläche eines Prüfstücks, das einem Zugversuch unterzogen wird	in mm ²

1.5 VOM BESTELLER UND VOM HERSTELLER ZU LIEFERNDE INFORMATIONEN

1.5.1 Vom Besteller zu liefernde Informationen

Der Besteller muß dem Hersteller zum Zeitpunkt der Anfrage mitteilen:

- (a) den Namen der Überwachungsbehörde die den Besteller vertritt
- (b) die Bedingungen, unter denen der Kessel betrieben werden soll (siehe 3.1.1 und Anhang A)
- (c) Alle besonderen gesetzlichen oder andere Regelungen, die der Kessel erfüllen soll (z.B. Dampfkesselgesetze in anderen Ländern als dem Herstellungsland)

1.5.2 Vom Hersteller zu liefernde Informationen

Vor Beginn der Fertigung eines Dampfkessels muß der Kesselhersteller der Überwachungsbehörde eine Liste der Werkstoffe, Berechnungen der wesentlichen Konstruktionseinheiten und voll bemaßte Schnittzeichnungen übergeben, die ausführlich die Ausführung aller Druckteile des Kessels einschließlich der Schweißnahtseinheiten zeigen (siehe Anhang B). Der Hersteller muß ebenfalls Zeugnisse und Unterlagen gemäß 7.1 liefern.

Der Kesselhersteller muß dem Besteller die der gelieferten Ausrüstung entsprechenden Betriebsanweisungen liefern. Sind nach dieser Norm alternative Herstellungs- oder Prüfverfahren zulässig, muß der Hersteller dem Besteller oder der Überwachungsbehörde oder beiden das von ihm ausgewählte Verfahren mitteilen, ehe er mit der Herstellung beginnt.

1.6 Einheiten

In dieser Internationalen Norm wird ausschließlich das Internationale Maßsystem (SI) angewandt.

ABSCHNITT ZWEI - WERKSTOFFE

2 WERKSTOFFE

2.1 ABGRENZUNG UND GELTUNGSBEREICH

Die Vorschriften dieses Abschnitts 2 gelten für Bleche, warmgeformte nahtlose, elektrisch widerstands- und induktionsgeschweißte Rohre, Schmiedestücke und Schweißgut aus Kohlenstoff- und Kohlenstoff-Manganstählen für druckführende Teile von Großwasserraumkesseln, die unter die vorliegende Internationale Norm fallen.

ANMERKUNG: Das Wort "Rohr" schließt Leitungsrohre (pipe) mit ein.

2.2 ALLGEMEINES

2.2.1 Grundwerkstoffe

2.2.1.1 Großwasserraumkessel sind aus Stahlerzeugnissen herzustellen, die gemäß a), b) oder c) im nachfolgenden ausgewählt wurden

- a) Stahlerzeugnisse der in Tabelle 1 aufgeführten Sorten, die gemäß ISO 2604: Teile 1 bis 4 und 6 hergestellt werden und in jeder Hinsicht die Mindestanforderungen dieser Norm erfüllen.
- b) Stahlerzeugnisse der in Tabelle 1 aufgeführten Sorten, die gemäß den Nationalen Normen oder Spezifikationen hergestellt werden vorausgesetzt, sie entsprechen in jeder Hinsicht ISO 2604 bezüglich der betroffenen Stahlsorte und den Mindestanforderungen dieses Abschnitts.
- c) Stahlerzeugnisse der in Tabelle 1 aufgeführten Sorten, die gemäß den Nationalen Normen oder Spezifikationen hergestellt wurden, die nicht in allen Belangen die Anforderungen von ISO 2604 erfüllen vorausgesetzt, sie erfüllen in jeder Hinsicht die Mindestanforderungen dieses Abschnitts und werden zwischen den beteiligten Parteien vereinbart.¹⁾

2.2.1.2 Flammrohre mit einem mittleren Durchmesser von nicht mehr als 1400 mm müssen entweder aus Blech nach ISO 2604-4, Stahlsorten P7, P9 oder P11 oder aus warmumgeformtem nahtlosen Rohr nach ISO 2604-2, TS 9H hergestellt werden.

-
- 1)** Die Umstände jedes Einzelfalls einschließlich aller relevanten vertraglichen oder gesetzlichen Anforderungen sind ausschlaggebend dafür, welche der interessierte Parteien (wie in Abschnitt I festgelegt) an den Vereinbarungen beteiligt sind, auf die in Abschnitt 2 hingewiesen wird.

Flammrohre mit einem mittleren Durchmesser über 1400 mm müssen aus Stahlblech mit einer Mindestbruchdehnung von 24%, bestimmt unter Bezug auf eine Meßlänge von $5,65 \sqrt{S_0}$, hergestellt werden.

- 2.2.1.3 Zylindrische Mäntel dürfen nur aus Blechwerkstoff hergestellt werden. Aus Streifen geschnittenes Blech ist zulässig vorausgesetzt, alle Anforderungen für Blech in diesem Abschnitt werden erfüllt.

2.2.2 Schweißgut

In Ermangelung von Internationalen Normen für die Zusammensetzung und Eigenschaften von Schweißgut, das für die Verwendung bei den verschiedenen durch 2.2.1 abgedeckten Stahlgüten geeignet ist, sind das anzuwendende Schweißverfahren und das zu verwendende Schweißgut (Elektroden, Zusatzdraht usw.) für die betroffenen Grundwerkstoffe und die Auslegungsbedingungen des Kessels zu vereinbaren. Diese Vereinbarung muß erfolgreiche Betriebserfahrungen und/oder Prüfergebnisse am Schweißgut berücksichtigen. Sofern entsprechende Nationale Normen oder Spezifikationen vorhanden sind, müssen die Schweißwerkstoffe mit diesen übereinstimmen. Die mechanischen Eigenschaften des Schweißgutes müssen in allen Fällen die Anforderungen von 5.2.2 und 5.10 sowie alle Anforderungen erfüllen, die zwischen den Parteien vereinbart werden können.

2.3 STAHLHERSTELLUNG

2.3.1 Stahlherstellungsverfahren

Der Stahl ist nach dem Siemens-Martin-, Elektroofen- oder einem der beiden Sauerstoffaufblasverfahren oder durch eine Kombination dieser Verfahren herzustellen. Andere Verfahren können nach Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien verwendet werden, die von dem angewendeten Stahlherstellungsverfahren zu informieren sind.

2.3.2 Desoxydation

- 2.3.2.1 Unberuhigte und halbberuhigte Stähle sind nicht zulässig.

2.4 SCHMIEDESTÜCKE

Im Fall von Schmiedestücken ist der Stahl durch Freiformschmieden, Gesenkschmieden, Pressen, Ringwalzen, Strangpressen, Stauchen oder irgendeiner Kombination dieser Prozesse zu schmieden. Die Querschnittsverminderung muß unter ausreichend starker Werkzeugeinwirkung soweit getrieben werden, daß eine Durchschmiedung des Stahls über den ganzen Querschnitt gewährleistet ist. Die Schmiedestücke sind, soweit durchführbar wie möglich, durch Warmbearbeitung auf die fertige Form und Größe zu bringen.

2.5 WÄRMEBEHANDLUNG

- 2.5.1** Bleche und Schmiedestücke sind in dem Wärmebehandlungszustand zu liefern, der sich für die Stahlsorte eignet, wie dies in den anwendbaren Internationalen Normen vorgeschrieben ist, sofern zwischen den beteiligten Parteien nichts anderes vereinbart wird. Bei Blechen kann anstelle des Normalglühens die Anwendung kontrollierter Temperaturen während oder nach dem Walzen stattfinden vorausgesetzt, dies ist für die betroffene Stahlsorte in der Internationalen Werkstoffnorm zulässig, die vorgeschriebenen Werkstoffeigenschaften werden noch einer zusätzlichen Normalisierung eingehalten und es sind zwischen den beteiligten Parteien bei der Anfrage und Bestellung keine gegenteiligen Vereinbarungen getroffen worden.
- 2.5.2** Sofern zwischen den beteiligten Parteien nichts anderes vereinbart worden ist, sind nahtlose und geschweißte Rohre in einem der für die Stahlsorte angemessenen Zustand zu liefern, wie dies in der anwendbaren Internationalen Norm vorgeschrieben wird.

2.6 CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG

- 2.6.1** Bei Stählen, die geschweißt werden sollen, sollte die obere Grenze des Kohlenstoffgehaltes (in der Schmelzanalyse) im allgemeinen nicht mehr als 0,23 % betragen. Bei Stählen mit höherem Kohlenstoffgehalt, die geschweißt werden sollen, sollte das Schweißverfahren zwischen den beteiligten Parteien bei der Anfrage und Bestellung besonders vereinbart werden (siehe auch 5.1.1.1 und 5.8.1).
- 2.6.2** Die höchstzulässigen Phosphor- und Schwefelgehalte dürfen bei der Schmelzanalyse 0,035 % bzw. 0,030 % nicht überschreiten.
- 2.6.3** Wenn die beteiligten Parteien den Gehalt eines bestimmten Restelementes, der nicht schon in der Internationalen Norm festgelegt ist, als wichtig für die mechanischen und technologischen Eigenschaft des Stahls erachten, sollte für die Restelemente eine obere Grenze zwischen den beteiligten Parteien vereinbart werden, die in der Bestellung auszuführen ist.

2.7 MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

- 2.7.1** Bei der Auslegung von Großraumwasserkesseln sind die Werte der mechanischen Eigenschaften zu verwenden, die in der Internationalen Norm vorgeschrieben sind. Die vorgeschriebenen Werte müssen sich über den entsprechenden Bereich der Betriebstemperatur erstrecken.
- 2.7.2** Bei allen Erzeugnissen sind die Eigenschaften bei Raumtemperatur zu spezifizieren. Dies sind der Bereich der Zugfestigkeit, der vorgeschriebene Mindestwert für die Streckgrenze, die Mindestbruchdehnung und bei Rohren die Prüfkategorie und falls verlangt - der Mindestwert der Kerbschlagzähigkeit anzugeben (Mittelwert von drei Prüfungen).
- 2.7.2.1** Die vorgeschriebene Mindestzugfestigkeit darf nicht kleiner sein als der in Tabelle 1 für die entsprechenden Erzeugnisse ausgegebene Wert; der Höchstwert der Zugfestigkeit darf die Mindestzugfestigkeit nicht um mehr als 120 N/mm² überschreiten und auf keinen Fall mehr als 500 N/mm² betragen.

- 2.7.2.2** Der vorgeschriebene Mindestwert der Bruchdehnung in % bezogen auf eine Meßlänge von $5,65 \sqrt{S_0}$ und, falls vorgeschrieben, die Mindestanforderungen für den Kerbschlag-, Ringfalt-, Biege-, Aufweit- oder Bördelversuch muß der Stahlsorte angemessen und mit dem Wert vergleichbar sein, der in der Internationalen Norm angegeben ist (siehe 2.2.1.1 (a)) für Stähle mit einer ähnlichen unteren Grenze des vorgeschriebenen Zugfestigkeitsbereiches ausgeführt ist.
- Ein Mindestwert von 27 J für die Kerbschlagarbeit muß erzielt werden bei der Prüfung von Querproben mit Spitzkerbe.
- 2.7.3** Für alle Erzeugnisse ist die Warmstreckgrenze ($R_{p0,2} T_{min}$) zu spezifizieren.
- 2.7.3.1** Stehen genügend Daten zur Verfügung, ist der Mindestwert der Warmstreckgrenze gemäß ISO 2605: Teil 1 abzuleiten.
- 2.7.3.2** Stehen nur begrenzte Daten zur Verfügung, sind die Mindestwerte der Warmstreckgrenze gemäß ISO 2605: Teil 3 1) abzuleiten.
- 2.7.3.3** Die Mindestwerte der Warmstreckgrenze, die nicht gemäß 2.7.3.1 oder 2.7.3.2 abgeleitet wurden, können ebenfalls verwendet werden vorausgesetzt:
- a) sie werden für eine Internationale Norm für Erzeugnisse für Druckzwecke übernommen oder
 - b) sie sind in einer Internationalen Norm aufgeführt und gemäß 2.8, falls erforderlich, nachgewiesen worden.
- 2.8** NACHWEISVERFAHREN
- 2.8.1** Die Übereinstimmung des Stahls mit den Spezifikationen für seine chemische Zusammensetzung ist durch eine Schmelzenanalyse nachzuweisen.
- 2.8.2.1** Zum Nachweis der Streckgrenze ist die obere Streckgrenze R_{eh} oder die 0,5 % Dehngrenze $R_{t0,5}$ (Gesamtdehnung) zu messen, und die Werkstoffspezifikation gilt diesbezüglich als eingehalten, wenn einer der beiden Werte den vorgeschriebenen Wert der Streckgrenze einhält.
- 2.8.3** Die Mindestwerte der Warmstreckgrenze sind, falls erforderlich, nachzuweisen entweder durch
- a) eine Abnahmeprüfung mit erhöhter Temperatur gemäß dem entsprechenden Teil von ISO 2604 oder
 - b) des in Absatz 3 von ISO2605-1:1976 angegebenen Verfahren, oder
 - c) ein Nachweisverfahren, das von den beteiligten Parteien als dem in Absatz 3 von ISO2605-1:1976 angegebenen Verfahren gleichwertiges anerkannt wird.

1) In Vorbereitung

- 2.8.3.1** Werden Stahlerzeugnisse gemäß ISO 2604 oder einer äquivalent nationalen Norm, die Warmstreckgrenzen enthält, die die in ISO 2604 für einen vergleichbaren Stahl vorgeschriebenen Warmstreckgrenzwerte nicht überschreitet, hergestellt und geliefert, dann können die in ISO 2604 oder in der äquivalenten nationalen Norm, je nachdem welche zutrifft, angegebenen Warmstreckgrenzwerte für Berechnungszwecke ohne Nachweis verwendet werden.

Die Abnahmeprüfung bei erhöhten Temperaturen gemäß 2.8.3(a) ist nur durchzuführen, wenn dies bei der Bestellung des Stahls vorgeschrieben wird.

- 2.8.3.2** Werden Stahlerzeugnisse gemäß einer nationalen Norm hergestellt und geliefert, die zu höheren Warmstreckgrenzwerten führt als die in ISO 2604 für einen vergleichbaren Stahl vorgeschriebenen Werte, dann sind die Werte gemäß 2.8.3 nachzuweisen.

2.9 ALLGEMEINE REGELN ZUR DURCHFÜHRUNG VON ABNAHMEVERSUCHEN

Die Abnahmeversuche sind gemäß den allgemeinen Regeln aus ISO 2604: Teile 1 bis 4 auszuführen, je nachdem welcher Teil anzuwenden ist.

2.10 ANZAHL, AUSWAHL UND VORBEREITUNG VON PROBEN UND PROBESTÜCKEN

Die Anzahl, Auswahl und Vorbereitung von Proben und Probestücken muß gemäß dem anwendbaren Teil von ISO 2604 erfolgen, sofern in den nachfolgenden Untersätzen nichts anderes angegeben ist.

- 2.10.1** Die Mindestanforderungen für Rohre sind:

Sichtprüfung
Wasserdruckprüfung
Zugversuch
Ringfalt- oder Biegeversuch

Zusätzlich ist, falls die Rohre aufgeweitet oder verjüngt werden, ein Aufweit- oder Bördelversuch durchzuführen.

- 2.10.2** Kerbschlagversuche an Rohren sind nicht erforderlich.

- 2.10.3** Jedes Blech, Rohr und Schmiedestück ist einer Sichtprüfung zu unterziehen, und es sind entsprechende Überprüfungen zwecks Übereinstimmung mit den Maßtoleranzen durchzuführen.

2.11 PRÜFVERFAHREN

2.11.1 Die Prüfungen sind nach den einschlägigen Internationalen Nomen durchzuführen. Besteht keine entsprechenden Internationale Norm, so sind die anzuwendenden Verfahren bei der Anfrage und Bestellung zu vereinbaren und festzulegen

2.11.2 Für die Prüfung bei höherer Temperatur ist die Prüftemperatur von den beteiligten Parteien bei der Anfrage und Bestellung zu vereinbaren.

2.12 WIEDERHOLUNGSPRÜFUNGEN

Wiederholungsprüfungen sind gemäß den entsprechenden Spezifikationen in den anwendbaren Teilen von ISO 2604 durchzuführen.

2.13 BESCHEINIGUNGEN

2.13.1 Für alle Stahlerzeugnisse ist die Art der Prüfbescheinigung oder des Prüfberichtes (siehe Abs.5.3.2.3 von ISO 404 - 1981) zwischen den beteiligten Parteien bei der Anfrage und Bestellung anzugeben.

Anmerkung: Das Musterformblatt aus Anhang E kann verwendet werden.

2.13.2 Für Stähle mit einer vorgeschriebenen Mindestzugfestigkeit von weniger als 460 N/mm² kann es ausreichen, Option (a) aus Absatz 5.3.2.3.1 von ISO 404 - 1981 auszuwählen, nämlich daß die Besichtigung und Prüfung durch die Qualitätsstelle des Stahlherstellerwerkes durchzuführen ist.

2.13.3 Bei Stählen mit einer vorgeschriebenen Mindestfestigkeit ≥ 460 N/mm² kann Option (b) von Absatz 5.3.2.3.1 von ISO 404 - 1981 gewählt werden, nämlich daß die Besichtigung und Prüfung in Anwesenheit der Überwachungsorgansation durchzuführen ist.

2.14 KENNZEICHNUNG

Die Erzeugnisse sind gemäß den Anforderungen von ISO 2604: Teile 1 bis 4 zu kennzeichnen, je nachdem welcher Teil anzuwenden ist.

Tabelle 1 - International standardisierte Stahlsorten für Großwasserraumkessel

Zugfestigkeit R_m (1)	Stahlsorten für:			
	Bleche	Nahtlose Rohre	Rohre - elektrisch widerstands- oder induktions- geschweißt	Schmiedestücke
	ISO 2604-4 ²⁾	ISO 2604-2 ²⁾	ISO 2604-3 ²⁾	ISO 2604-1 ²⁾
320 - 440	-	TS 2 ³⁾	-	-
360 - 480	-	TS(3)	TW 5	-
410 - 530	P7, P9	TS 9H	TW 9H	F 8, F9
460 - 580	P11	-	-	-

Anmerkungen:

- 1) Die Werte der Zugfestigkeit in dieser Tabelle dienen nur der Einteilung. Die maßgeblichen Spezifikationen sind die in ISO 2604 für Erzeugnisse für Druckzwecke angegebenen.
- 2) Oder gemäß 2.2.1.1 (b) oder(c).
- 3) TS 2 Werkstoff darf nur für Rauchrohre verwendet werden.

ABSCHNITT 3. KONSTRUKTION UND BERECHNUNG VON DRUCKTRAGENDEN TEILEN

3.1 Allgemeines

3.1.1 Die Anforderungen in dieser Internationalen Norm gelten für Kessel, die vollständig nach den in der Norm vorgeschriebenen Bedingungen hergestellt werden, und unter normalen Betriebsbedingungen, mit guten Speise- und Kesselwasser gemäß Anhang D, unter angemessener Überwachung betrieben werden. Ist das Risiko anormaler Betriebsbedingungen, wie z.B. strenger zyklischer Betrieb vorhersehbar, muß dies bei der Auslegung besonders berücksichtigt und der Überwachungsbehörde bekannt gegeben werden.

3.1.2 Bei Warmwasser- und Heißwasserkesseln sollte die Differenz zwischen der Wasservorlauftemperatur (am Austritt) und der Wasserrücklauftemperatur (am Eintritt) 30 °C nicht überschreiten. Beträgt die Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur mehr als 30 °C, sollten entweder innere oder äußere Mischeinrichtungen verwendet werden, um das Temperaturgefälle im Kessel auf 30 °C zu begrenzen.

Die Differenz zwischen der dem Gesamtdruck entsprechenden Sättigungstemperatur und der Eintrittstemperatur darf 80 °C nicht überschreiten. Bei Temperaturunterschieden über 60 °C sind die freien Räume zwischen den Festpunkten (Ausdehnungsräume) aus 3.14.1 um 50 % zu erhöhen, und die maximale Wärmeleistung ist um mindestens 20 % zu reduzieren, um die Reduzierung der Kühlbedingungen bei kaltem Wasser und die Erhöhung der Wärmeleistung aufgrund der großen Temperaturunterschiede zu berücksichtigen, sofern nicht andere Anordnungen zum gleichen Zwecke verwendet werden.

3.1.3 Auslegung der Hauptschweißnähte

3.1.3.1 Die Arten der beim Bau des Kessels verwendeten Schweißnähte müssen mit 5.3.2.5 übereinstimmen. Schweißnähte, die einer zerstörungsfreien Prüfung gemäß den Anforderungen dieser Norm unterzogen werden, müssen so ausgeführt sein, daß die erforderlichen Prüfungen einwandfrei durchgeführt werden können.

3.1.3.2 Der Wert des Nahtfaktors v , der bei der Berechnung der Mantelwanddicke verwendet wird, muß entweder 0,8 oder 1,0 betragen je nach Umfang der durchzuführenden Prüfung (siehe 3.7.1, 5.5.5.1 und 5.8.17.1).

3.2 Zulässiger Betriebsüberdruck. Der zulässige Betriebsüberdruck ist der maximal zulässige Einstelldruck der Sicherheitsventile.

3.3 Berechnungsdruck. Der Berechnungsdruck ist als der zulässige Betriebsüberdruck plus der hydrostatischen Druckhöhe anzunehmen, falls diese 3 % des zulässigen Betriebsdruckes überschreitet.

3.4

Berechnungstemperatur. Die Berechnungstemperatur ist die mittlere Wandtemperatur und ist gemäß den nachfolgenden Unterabschnitten festzulegen. Sie darf auf keinen Fall 150 °C unterschreiten.

- (a) Bei Mänteln, Trommeln und anderen nicht zu Wärmeübertragungszwecken konstruierten Bauteilen darf die Berechnungstemperatur nicht niedriger als die dem zulässigen Betriebsüberdruck entsprechende Sättigungstemperatur sein.
- (b) Bei Rauchrohren ist die Berechnungstemperatur gemäß den folgenden Gleichungen zu bestimmen:

$$t = (t_s + 2e) \quad (3.1)$$

oder

$$t = (t_s + 25) \quad (3.2)$$

je nachdem welcher Wert größer ist, jedoch mindestens 250 °C.

- (c) Die Berechnungstemperatur für ebene Platten, die nicht von der Flamme berührt werden oder für Rohrplatten, bei denen die Gaseintrittstemperatur 800 °C nicht überschreitet, ist gemäß den folgenden Gleichungen zu bestimmen:

$$t = (t_s + 50) \quad (3.3)$$

$$t = (t_s + 2e) \quad (3.4)$$

je nachdem welcher Wert größer ist, jedoch mit einem Mindestwert von 250 °C. Der Verbrennungsvorgang muß im Flammrohr abgeschlossen sein.

- (d) Bei Rohrplatten, die Gaseintrittstemperaturen über 800 °C in mit fossilen Brennstoffen einschließlich Erdgas befeuerten Kesseln unterliegen, ist die Berechnungstemperatur gemäß Anhang C unter Verwendung der tatsächlichen Gaseintrittstemperatur t_G zu bestimmen, die gemäß folgender Gleichung mit einem Mindestwert von 250 °C ermittelt wird:

$$t_G = 51 \cdot \left(\frac{H}{A} \right)^{0,25} \quad (3.5)$$

Bei Brennstoffen, bei denen die tatsächliche Gaseintrittstemperatur höher als die mit Erdgas erhaltene ist, und bei Abhitzekeesseln ist die Berechnungstemperatur gemäß Anhang C zu bestimmen.

Die gemäß Anhang C festgelegte Wandtemperatur darf 420 °C nicht überschreiten.

Diese Anforderungen basieren auf einem guten thermischen Kontakt zwischen den Rauchrohren und dem Rohrboden. Kann dies nicht gewährleistet werden, gelten folgende Einschränkungen (siehe Abb. 32 (e)).

- 1) die Höhe der Anschlußnaht zwischen dem Rauchrohr und dem Rohrboden ist gleich oder größer als die Wanddicke des Rauchrohrs plus 2 mm.
 - 2) die Länge des Spalts gemessen von der Nahtwurzel ist kleiner als die oder gleich der 4-fachen Wanddicke der Rauchrohre.
- (e) Die Berechnungstemperatur für Flammrohre ist gemäß der nachfolgenden Gleichung mit einem Mindestwert von 250 °C zu bestimmen.

$$t = t_s + 4 e + 15 \quad (3.6)$$

Gemäß vorstehender Formel erhält man die Berechnungstemperatur zur Bestimmung der zulässigen Spannung und nicht die maximale Wandtemperatur .

Anmerkung: Die Formel-Nr. 3.7 bis 3.9 sind noch nicht zugeteilt worden

3.5 Flammrohre

Zur Gewährleistung sicherer Brenner-/Dampfkesselkombinationen darf die Feuerungswärmeleistung für einen gegebenen Flammrohrdurchmesser den in Abb. 6 angegebenen Wert nicht überschreiten. Brenner der Ein/Aus-Bauart (100 % bis 0 %) dürfen nicht bei einer Wärmeleistung > 1 MW pro Flammrohr verwendet werden.

Eine Abweichung von den Werten in Abb. 6 und insbesondere Werte der Feuerungswärmeleistung > 11,5 MW sind nach Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien zulässig. Dies sind im wesentlichen der Kesselhersteller, der Brennerhersteller und die Überwachungsbehörde.

Diese Vereinbarung und alle Bedingungen auf denen sie beruhen, sind im Kesselzeugnis anzugeben und dem Betreiber mitzuteilen.

Werden Kessel für eine Wärmeleistung > 11,5 MW ausgelegt, sind die Festlegungen der Berechnungstemperatur, der maximale Wärmestrom, die Ausdehnungsräume und mögliche Rauchrohrunterstützungen zu berücksichtigen.

3.6 Zulässige Spannung

Die zulässige Spannung f ist der kleinere der nachfolgend erzielten Werte:

$$\frac{R_{p0,2}}{1,5} \quad \text{bzw.} \quad \frac{R_m}{2,4}$$

Anmerkung: - Die Bezeichnung "zulässige Spannung" gekennzeichnet mit dem Buchstaben f ist die in dieser Norm für die Berechnung von drucktragenden Teilen zu verwendende Spannung. Die ausführlichen Berechnungsregeln in Abschnitt 3 halten die tatsächlichen maximalen Spannungen innerhalb der zulässigen Grenzen für die betrachtete Beanspruchungsart.

3.7 Zylinderschalen unter Innendruck

3.7.1 Mindestwanddicke bei reiner Druckbeanspruchung

Unter Berücksichtigung der in 3.7.2 festgelegten Bedingungen ist die Mindestwanddicke e bei reiner Druckbeanspruchung nach den folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$e = e_{cs} + c \quad (3.10)$$

worin $c = 0,75 \text{ mm}$ (Korrosionszuschlag)

$$e_{cs} = \frac{p \cdot d_o}{2 f v + p} \quad (3.11)$$

Anmerkung: Bei der Berechnung von e sind alle Tolleranzen für Wanddickenunterschreitung zu berücksichtigen.

Bei Kesseln mit einem Mantelaußendurchmesser $> 1000 \text{ mm}$ muß die Mantelwanddicke mindestens 6 mm betragen.

Bei Kesseln mit einem Mantelaußendurchmesser $\leq 1000 \text{ mm}$ muß die Mantelwanddicke mindestens 4 mm oder $(e_{cs} + c)$ betragen, je nachdem welcher Wert größer ist.

Der Wert des Schweißnahtfaktors v hängt von Umfang der ZfP der Längsnaht gemäß 3.1.3.2 und 5.5.5.1 ab.

3.7.2 Bedingungen für die Anwendung der Formeln 3.10 und 3.11

Die Formeln 3.10 und 3.11 (siehe 3.7.1) gelten nur, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- (a) das Verhältnis von Außenradius zu Innenradius überschreitet nicht 1,5
- (b) bei den Längsschweißnähten bilden die Mittellinien eine gegenseitige Verlängerung innerhalb der in 5.8.10 vorgeschriebenen Fluchtungstoleranzen
- (c) Ein zylindrischer Mantel muß die an anderer Stelle in dieser Norm (siehe 4.3.2) angegebenen Toleranzen einhalten.

3.8 Unverankerte gewölbte Böden ohne Ausschnitte

3.8.1 Berechnungsgleichungen

Die Mindestdicke von verankerten Böden ohne Ausschnitte muß die folgende Gleichung erfüllen:

$$e = e_{cs} + c \quad (3.12)$$

worin $c = 0,75$ (Korrosionszuschlag)

$$e_{cs} = \frac{p \cdot d_o \cdot C}{2f} \quad (3.13)$$

Zusätzlich darf die Dicke eines Klöpperbodens nicht kleiner als die nach den folgenden Gleichungen bestimmte sein:

$$e = e_{cs} + c \quad (3.14)$$

worin $c = 0,75$ (Korrosionszuschlag)

$$e_{cs} = \frac{p \cdot r_{is}}{2f - 0,5} \quad (3.15)$$

Der Berechnungsbeiwert C für unverankerte gewölbte Böden ohne Ausschnitte muß in der Abb.7 angegeben sein. Es gelten jedoch die Einschränkungen aus nachfolgend 3.8.2 .

3.8.2 Einschränkungen

(a) Halbkugelböden $0,005 d_o \leq e_{cs} \leq 0,16 d_o$

(b) Elliptische Böden $0,005 d_o \leq e_{cs} \leq 0,08 d_o$

$$h_c \geq 0,18 d_o$$

(c) Klöpperböden $0,005 d_o \leq e_{cs} \leq 0,08 d_o$

$$r_{ik} \geq 0,1 d_o$$

$$r_{ik} \geq 2e_{cs}$$

$$r_{is} \leq d_o$$

$$h_c \geq 0,18 d_o$$

oder

$$0,01 d_o \leq e_{cs} \leq 0,03 d_o$$

$$r_{ik} \geq 0,1 d_o$$

$$h_c \geq 0,18 d_o$$

oder

$$0,02 d_o \leq e_{cs} \leq 0,03 d_o$$

$$r_{ik} \geq 0,1 d_o$$

$$0,18 d_o \leq h_c \leq 0,22 d_o$$

Die beiden Verhältnisse in (b) und die 3 bzw. 5 Verhältnisse in (c) sind gleichzeitig zu erfüllen.

3.8.3 Unverankerte ebene Böden unter Außendruck

Der Berechnungsdruck p ist der niedrigere Wert der gemäß den nachfolgenden Gleichungen erhaltenen Werte:

$$p = \frac{e_{cs} \cdot R_{p0,2}}{1,2 r_{os}} \quad (3.16)$$

$$p = \frac{0,8 E}{9 + 0,006 \left(\frac{r_{os}}{e_{cs}} \right)} \cdot \left(\frac{e_{cs}}{r_{os}} \right) \quad (3.17)$$

Zusätzlich darf die Dicke von torisphärischen und elliptischen Böden unter Außendruck nicht weniger als das 1,2-fache der Dicke für einen Boden gleicher Form unter Innendruck (siehe 3.8.1) betragen

Dieser Absatz gilt auch für gewölbten Boden mit gemäß Abs. 3.9 verstärkte Ausschnitte.

3.9 Berechnung von Ausschnitten in Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbten Böden

3.9.1 Allgemeines

3.9.1.1 Die in 3.9.2 bis 3.9.4 vorgeschriebenen Berechnungsverfahren gelten für zylindrische und Kugelschalen sowie für gewölbte Böden mit kreisrunden oder elliptischen Ausschnitten, bei denen die in 3.9.1.2 bis 3.9.1.9 vorgeschriebenen Bedingungen berücksichtigt worden sind.

Kräfte/Momente, die durch andere Beanspruchungen als Innendruck hervorgerufen werden, werden bei der Berechnung von Verstärkungen nicht berücksichtigt.

3.9.1.2 Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbte Böden mit Ausschnitten sind, wo erforderlich, zu verstärken. Die Verstärkung des Grundkörpers kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

(a) eine Erhöhung der Wanddicke des Grundkörpers im Vergleich zu derjenigen des Mantels ohne Ausschnitt (siehe Abb. 8a und 8b)

(b) durch aufgeschweißte Verstärkungsbleche (siehe Abb. 8 c) und 8 d)

(c) durch eingeschweißte Ringe (siehe Abb. 8e) und 8f))

(d) durch aufgeschweißte oder eingeschweißte Stützen (siehe Abb. 8 g) und 8 h))

(e) durch Kombination dervorstehend genannten Maßnahmen.

3.9.1.3 Die Verstärkungsflächen des Grundkörpers mit Ausschnitten können nicht direkt berechnet werden, sondern beruhen zunächst auf einer Annahme. Diese Annahme kann mit Hilfe des in den nachfolgenden Absätzen niedergelegten Verfahrens überprüft werden. Das angewandte Verfahren ist für Zylinderschalen aus Gleichung (3.11) und für Kugelschalen bzw. kugelförmige Abschnitte von gewölbten Böden aus Gleichung (3.12) abgeleitet worden und führt zu Beziehungen zwischen der druckbelasteten Fläche A_p und einer spannungsbelasteten Querschnittsfläche A_f . Unter bestimmten Umständen kann es erforderlich sein die Rechnung unter Zuhilfenahme einer berechtigten Annahme der Verstärkungsfläche zu wiederholen.

3.9.1.4 Falls erforderlich, ist eine ausreichende Verstärkung in allen Ebenen durch die Achse des Ausschnitts oder Abzweigs vorzusehen.

3.9.1.5 Bei Zylinder- und Kugelschalen muß das Verhältnis zwischen den Innendurchmessern des Ausschnitts oder Abzweigs und dem Grundkörper folgende Bedingung erfüllen:

$$d_{ib}/d_{is} \leq 0,5 \quad \text{für zylindrische und Kugelschalen entsprechen}$$

Bei gewölbten Böden dürfen die Ausschnitte oder Abzweige nur im kugelförmigen Teil liegen und die Durchmesserbedingung ist

$$d_{ib}/d_{is} \leq 0,5 \quad \text{für den kugelförmigen Teil von gewölbten Böden.}$$

3.9.1.6 Bei elliptischen Ausschnitten darf das Verhältnis zwischen der großen und der kleinen Achse den Wert von 1,5 nicht überschreiten. Bei elliptischen Ausschnitten in Zylinderschalen ist die sich in Richtung der Mantellinie ausdehnende Achse als Durchmesser für Berechnungszwecke einzusetzen; bei elliptischen Ausschnitten in Kugelschalen ist die größere Achse sinngemäß einzusetzen.

3.9.1.7 Bestehen Grundkörper und Verstärkung aus Werkstoffen unterschiedlicher zulässiger Spannungen und trifft die niedrigste zulässige Spannung f auf den Werkstoff des Grundkörper zu, so ist diese Spannung für die Berechnung der gesamten Konstruktion einzusetzen, sofern die Zähigkeit der Verstärkung nicht wesentlich niedriger als die des Grundkörpers ist.

3.9.1.8 Ein- oder aufgeschweißte Abzweige, die kehlnahtgeschweißt sind ohne vollständige Durchschweißung (siehe Abb. 9 a) und 9 b)) sind nicht als Verstärkung zu betrachten und nach Abs. 3.9.2.1 zu berechnen.

3.9.1.9 Die Verstärkung von Ausschnitten durch Verstärkungsbleche ist nur unter den folgenden Bedingungen zulässig:

$$\text{Durchmesser Verhältnis } d_{ib}/d_{is} \leq 0,3$$

$$\text{Temperatur am Ausschnitt} \leq 250 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

Wenn irgendein Teil des Verstärkungsblechs mit einem Außendurchmesser $D_o \geq 200 \text{ mm}$ unterhalb des Kesselwasserstandes liegt, muß jegliche Isolierung, die das Verstärkungsblech bedeckt, zwecks wiederkehrender Prüfung beseitigt werden können.

3.9.2 Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbte Böden mit Einzelausschnitten

3.9.2.1 Verstärkung durch erhöhte Wanddicke

Die Verstärkung kann durch eine erhöhte Wanddicke des Grundkörpers im Vergleich zu derjenigen der Schale ohne Ausschnitte erreicht werden. Diese Wanddicke muß sich mindestens auf eine Entfernung von

$$l_{rs} = \sqrt{(d_{os} - e_{rs})} \cdot e_{rs} \quad (3.18)$$

erstrecken, gemessen von der Ausschnittskante, wie dies in Abb. 8 a) und 8 b) gezeigt wird.

Weiterhin findet die folgende Bedingung Anwendung:

$$f_a = p \cdot \left(\frac{A_p}{A_f} + \frac{1}{2} \right) \leq f \quad (3.19)$$

3.9.2.2 Verstärkung von Einzelausschnitten durch Verstärkungsbleche

Scheibenförmige Verstärkungen müssen satt auf dem Grundkörper aufliegen.

Die als mittragend betrachtete (und in den Gl. (3.22) und (3.23) zur Bestimmung von A_{fp} eingesetzte) Breite von scheibenförmigen Verstärkungen darf gemäß den Abb. 8 c) und 8 d) l_{rs} nicht überschreiten.

$$l_{rp} \leq l_{rs} = \sqrt{(d_{os} - e_{rs})} \cdot e_{rs} \quad (3.20)$$

Der bei der Ermittlung von A_{fp} in den Gleichungen (3.22) und (3.23) eingesetzte Wert von e_{pr} darf e_{rs} nicht überschreiten, und die ausgeführte Dicke von Verstärkungsscheiben darf die doppelte ausgeführte Dicke des Grundkörpers nicht überschreiten

$$e_{rp} \leq 2 e_{rs} \quad (3.21)$$

Die folgenden Bedingungen finden Anwendung, wenn die zulässige Spannung f für den Werkstoff des Grundkörpers gleich oder niedriger als die zulässige Spannung f für den Werkstoff der Verstärkungsscheibe ist.

$$f_a = p \cdot \left(\frac{A_p}{A_{fs} + 0,7 A_{fp}} + \frac{1}{2} \right) \leq f \quad (3.22)$$

Andernfalls findet die folgende Bedingung Anwendung:

$$\left(f_s - \frac{p}{2}\right) A_{fs} + \left(f_p - \frac{p}{2}\right) 0,7 A_{fp} \geq p \cdot A_p \quad (3.23)$$

3.9.2.3 Verstärkung von Einzelausschnitten durch Ringe

Es sind nur eingeschweißte Ringe nach den Abb. 8e) und 8f) zu verwenden, und wenn die folgenden Breiten/Dicken-Verhältnisse

$$l_{rp} > 2,5 e_{rs} \quad \text{und} \quad e_{rp} > 3 e_{rs}$$

gleichzeitig auftreten, ist der Kessel spannungsarm zu glühen.

Die (in den Gleichungen (3.25) und (3.26) zur Ermittlung von A_{fp} benutzte) mittragende Breite von Ringen l_{rp} darf l_{rs} nicht überschreiten.

$$l_{rp} \leq l_{rs} = \sqrt{(d_{os} - e_{rs}) e_{rs}} \quad (3.24)$$

Der zur Ermittlung von A_{fp} in die Gleichung (25) und (26) eingesetzte Wert von e_{rp} darf den doppelten Wert von e_{rs} nicht überschreiten.

Ist die zulässige Spannung f des Werkstoffes für den Grundkörper gleich oder niedriger als die zulässige Spannung f für den Werkstoff des Verstärkungsringes, so finden die folgenden Bedingungen Anwendung:

$$f_a = p \cdot \left(\frac{A_p}{A_{fs} + A_{fp}} + \frac{1}{2} \right) \leq f \quad (3.25)$$

Andernfalls findet die folgende Bedingung Anwendung:

$$\left(f_s - \frac{p}{2}\right) \cdot A_{fs} + \left(f_p - \frac{p}{2}\right) \cdot A_{fp} \geq p \cdot A_p \quad (3.26)$$

3.9.2.4 Verstärkung von Einzelausschnitten durch Abzweige

Die Wanddicke von Abzweigen (Stutzen) muß größer sein als die Dicke, die sich aus der Berechnung auf Festigkeit gegen den Innendruck auf einer Länge l_{rb} gemessen von der Außenwandung des Grundkörpers, ergibt (siehe Abb. 8 g) und 8 h)).

Diese Anforderung ist unabhängig von irgendeiner Verstärkung durch Erhöhung der Wanddicke des Grundkörpers oder Befestigung scheibenförmiger Verstärkungen (siehe Abb. 8 i) und 8 j)).

Der maximale Wert der Abzweig- oder Stutzendicke e_{rb} darf nicht größer als die doppelte Manteldicke e_{rs} bis zu einem Durchmesser Verhältnis von 0,2 sein.

$$e_{rb} \leq 2 e_{rs} \quad \text{bei} \quad \frac{d_{ib}}{d_{is}} \leq 0,2 \quad (3.27)$$

Bei Durchmesser Verhältnissen über 0,7 darf die Wanddicke e_{rb} des Abzweigs oder Stutzens nicht größer als die Wanddicke e_{rs} des Mantels sein

$$e_{rb} \leq e_{rs} \quad \text{bei} \quad \frac{d_{ib}}{d_{is}} > 0,7 \quad (3.28)$$

Zwischen den Grenzwerten $d_{ib}/d_{is} = 0,2$ und $0,7$ muß der Höchstwert von e_{rb} in bezug auf e_{rs} durch lineares Interpolieren bestimmt werden (siehe Abb. 8k).

Die vorerwähnten Bedingungen in bezug auf das Wanddickenverhältnis finden keine Anwendung auf Befahr- und Besichtigungsöffnungen.

3.9.2.4.1 Einzelausschnitte mit senkrechten Abzweiganschlüssen

3.9.2.4.1.1 Für einen senkrechten Abzweiganschluß ohne Verstärkungsscheibe finden die folgenden Bedingungen Anwendung:

$$f_a = p \cdot \left(\frac{A_p}{A_{fs} + A_{fb}} + \frac{1}{2} \right) \leq f \quad (3.29)$$

und mit Verstärkungsscheibe

$$f_a = p \cdot \left(\frac{A_p}{A_{fs} + A_{fb} + 0,7 A_{fp}} + \frac{1}{2} \right) \leq f \quad (30)$$

Die Flächen A_p , A_{fs} , A_{fb} und A_{fp} sind nach den Abb. 8 g) bis 8 j) zu bestimmen, wobei die mittragenden Längen nicht größer sein dürfen als

$$l_{rs} = \sqrt{(d_{os} - e_{rs}) e_{rs}} \quad (3.31)$$

für den Mantel, und nicht größer als

$$l_{rb} = 0,8 \sqrt{(d_{ob} - e_{rb}) e_{rb}} \quad (3.32)$$

für den Abzweig sein dürfen.

Der bei der Berechnung des gegebenenfalls inneren Überstandes bei durchgesteckten Abzweigen (siehe Abb. 8 h), 8 i), und 8 j)) einzusetzenden Maximalwert beträgt:

$$l_{rbi} = 0,5 l_{rb} \quad (3.33)$$

Die Abmessungen der bei der Berechnung einzusetzenden scheibenförmigen Verstärkung betragen:

$$e_{rp} \leq e_{rs}$$

und

$$l_{rp} \leq l_{rs}$$

3.9.2.4.1.3 Die Gleichungen 3.29 und 3.30 finden nur Anwendung, wenn die zulässige Spannung f_s für den Werkstoff des Grundkörpers gleich oder niedriger als die zulässige Spannung f_b für den Abzweig und f_p für die Scheibenförmige Verstärkung ist.

3.9.2.4.1.3 Ist die zulässige Spannung f_b oder f_p niedriger als die zulässige Spannung f_s für den Grundkörper, finden die folgenden Bedingungen Anwendung:

Ohne scheibenförmige Verstärkung:

$$\left(f_s - \frac{p}{2}\right) A_{fs} + \left(f_b - \frac{p}{2}\right) A_{fb} \geq p \cdot A_p \quad (3.34)$$

und mit scheibenförmiger Verstärkung:

$$\left(f - \frac{p}{2}\right) A_{fs} + \left(f_b - \frac{p}{2}\right) A_{fb} + \left(f_p - \frac{p}{2}\right) 0,7 A_{fp} \geq p \cdot A_p \quad (3.35)$$

Die in die Formeln 3.34 und 3.35 einzusetzenden zulässigen Spannungen f_b und f_p dürfen den Wert von f_s nicht überschreiten.

- 3.9.2.4.1.4** Nach den Abb. 8 l) und 8 m) gezeigte, in Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbte Böden ausgeformte Abzweige können nach Gleichung 3.29 berechnet werden. Die darin einzusetzenden Flächen A_p und A_f sind nach den Angaben in den Abb. 8 l) und 8 m) zu ermitteln, wobei A_f mit 0,9 zum Ausgleich von Ungenauigkeiten bei der Fertigung zu multiplizieren ist. Die mittragende Längen l_{rs} und l_{rb} müssen den Gleichungen 3.31 und 3.32 entsprechen.

3.9.2.4.2 Einzelausschnitte mit schrägen Abzweiganschlüssen

3.9.2.4.2.1 Zylinderschalen mit einem nicht radialen Abzweig

Die folgenden Anforderungen finden Anwendung auf Abzweige in Zylinderschalen, die auf einer senkrecht zur Schalenlängsachse verlaufenden Ebene liegen und mit der Senkrechten einen Winkel Ψ bilden, der 50° nicht überschreiten darf.

Die höhere der Spannung kann im Querschnitt (siehe Abb. 9 c), Teilansicht I) oder im Längsschnitt (siehe Abb. 9 c), Teilansicht II) auftreten. Die Gleichung 3.25 oder 3.34 findet mit den bei der Berechnung einzusetzenden Flächen A_p und A_f nach den Abb. 9 c) I und 9 c) II auf beide Fälle Anwendung.

Die maximal mittragende Länge ist für den Grundkörper nach Gleichung 3.31 und für den Abzweig nach Gleichung 3.32 zu berechnen.

3.9.2.4.2.2 Kugelschalen mit einem nicht radialen Abzweig

Die folgenden Angaben finden Anwendung auf Abzweige in Kugelschalen, die in einer die Abzweigachse und die Mitte der Kugelschale enthaltenden Ebene liegen. Unter Anwendung der in Abb. 9 d) angegebenen Formelzeichen sind Kugelschalen mit nicht radial angeordnetem Abzweig nach Abs. 3.9.2.4.1 zu berechnen.

3.9.3 Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbte Böden mit mehreren Ausschnitten und Abzweigen

3.9.3.1 Zylinderschalen mit mehreren Ausschnitten und Abzweigen

- 3.9.3.1.1** Benachbarte Ausschnitte oder Abzweige können als Einzelausschnitte oder Einzelabzweige angesehen werden, wenn für den Mittenabstand $p_{b\phi}$ gemäß Abb.9 e) die folgende Beziehung gilt:

$$p_{b\phi} \geq \frac{d_{ob1}}{2} + \frac{d_{ob2}}{2} + 2 \cdot \sqrt{(d_{os} - e_{rs}) \cdot e_{rs}} \quad (3.36)$$

3.9.3.1.2 Ist $p_{b\phi}$ kleiner, so gilt die Festigkeitsbetrachtung

$$f_{\alpha\phi} = p \frac{A_{ps} \frac{1}{2} (1 + \cos^2 \phi) + A_{pb1} + A_{pb2}}{A_{fs} + A_{fb1} + A_{fb2}} + \frac{p}{2} \leq f \quad (3.37)$$

zusätzlich zu 3.9.2.4.1.1, 3.9.2.4.1.2 und 3.9.2.4.1.3 für den durch die benachbarten Ausschnitte oder Abzweige unter dem Winkel ϕ zur Längsachse der Zylinderschale gelegten Schnitt gemäß Abb. 9 e) Teilansicht I und II.

3.9.3.1.3 Bestehen Zylinderschale, Abzweig und Verstärkung aus Werkstoffen unterschiedlicher zulässiger Spannung und weist der Werkstoff des Abzweigs eine niedrigere zulässige Spannung als der Werkstoff der Zylinderschale auf, so gilt gemäß Abb. 9 e)

$$\begin{aligned} & (f_s - \frac{p}{2}) A_{fs} + (f_{b1} - \frac{p}{2}) A_{fb1} + (f_{b2} - \frac{p}{2}) A_{fb2} \\ & \geq \frac{p}{2} \left[A_{ps} (1 + \cos^2 \phi) + 2A_{pb1} + 2A_{pb2} \right] \quad (3.38) \end{aligned}$$

Ist die zulässige Spannung des Werkstoffs der Zylinderschale niedriger als die der Werkstoffe der Abzweige, so muß das zu befolgende Verfahren den zutreffenden Anforderungen in Abs. 3.9.2.4.1.2 entsprechen.

3.9.3.1.4 Bei benachbarten Ausschnitten oder Abzweigen gleichen Durchmessers aus gleichen Werkstoffen gleicher zulässiger Spannung und kleineren Mittenabständen $p_{b\phi}$ als die nach Gleichung 3.36 erhaltenen ergibt sich nach der Abb. 9 e) und bei

$$A_{pb1} = A_{pb2}, \text{ und } A_{fb1} = A_{fb2}$$

$$f_{\alpha\phi} = p \frac{A_{ps} \frac{1}{2} (1 + \cos^2 \phi) + 2A_{pb1}}{A_{fs} + A_{fb1}} + \frac{p}{2} \leq f \quad (3.39)$$

Werden Werkstoffe mit unterschiedlicher zulässiger Spannung verwendet, so sind für das zu befolgende Verfahren die zutreffenden, in Abs. 3.9.3.1.3 für die Anwendung der Gleichung 3.38 angegebenen Anforderungen maßgebend.

- 3.9.3.1.5 Für Lochfelder ist die Festigkeitsbetrachtung für Längs-, Umfangs- und Schrägstege zu führen.
- 3.9.3.1.6 Für benachbarte nicht radial angeordnete Abzweige können die Anforderungen aus 3.9.3.1.1 bis 3.9.3.1.5 angewandt werden.
- 3.9.3.2 Kugelschalen und gewölbte Böden mit mehreren Ausschnitten oder Abzweigen.
- 3.9.3.2.1 Benachbarte Ausschnitte oder Abzweige werden wie Einzelausschnitte bzw. Einzelabzweige behandelt, wenn der Mittenabstand p_b gemäß Abb. 9 f) der folgenden Beziehung entspricht:

$$p_b \geq \left(\frac{\frac{d_{ob1}}{2} - e_{rb1}}{r_{os} - \frac{e_{rs}}{2}} + \arcsin \frac{\frac{d_{ob2}}{2} - e_{rb2}}{r_{os} - \frac{e_{rs}}{2}} \right) \cdot \left(r_{os} - \frac{e_{rs}}{2} \right) + 2 \sqrt{(2 r_{os} - e_{rs}) \cdot e_{rs}} \quad (3.40)$$

Die Funktion arcsin wird in Radianten ausgedrückt.

Entspricht p_b nicht der Beziehung (3.40), so ist die Festigkeitsbenennung wie folgt durchzuführen:

$$f_a = p \cdot \left(\frac{A_p}{A_{fs} + A_{fb1} + A_{fb2}} + \frac{1}{2} \right) \geq f \quad (3.41)$$

Hat der Werkstoff des Abzweiges eine höhere zulässige Spannung als die Kugelschale oder der gewölbte Boden, dann gilt die zutreffende Beziehung in Abs.3.9.2.4.1.2.

Ist die zulässige Spannung der Abzweige niedriger als die des gewölbten Bodens oder der Kugelschale, so gelten die folgenden Beziehungen:

$$\left(f_s - \frac{p}{2}\right) \cdot A_{fs} + \left(f_{b1} - \frac{p}{2}\right) \cdot A_{fb1} + \left(f_{b2} - \frac{p}{2}\right) \cdot A_{fb2} \geq p \cdot A_p \quad (3.42)$$

3.9.4 Berechnung von großen Einzelausschnitten in Sammlern oder Rohren mit senkrechten Abzweigen oder Stutzen, die mittels Schweißen befestigt werden

3.9.4.1 Diese Anforderungen gelten für Abzweige oder Stutzen in Sammlern oder Rohren mit folgenden Beziehungen

$$0,5 < d_{ib}/d_{is} \leq 1,0$$

Die Beziehungen zwischen den Verhältnissen e_{rb}/e_{rs} und d_{ib}/d_{is} müssen die Anforderungen von 3.9.2.4 erfüllen.

3.9.4.2 Die Regeln für die Berechnung in 3.9.2.4.1.1 gelten, sofern anwendbar, vorausgesetzt, die zusätzliche Bedingung wird erfüllt im Querschnitt senkrecht zur Achse des Grundkörpers (Sammler oder Rohr) im Übergangsbereich von Grundkörper und Abzweig:

$$\frac{p}{1,5} \left[\frac{d_{is} + e_{rs}}{2 e_{rs}} + 0,2 \frac{d_{ib} + e_{rb}}{e_{rb}} \sqrt{\frac{d_{is} + e_{rs}}{e_{rs}}} \right] \leq f \quad (3.43)$$

Werden der Grundkörper und der Abzweig aus Werkstoffen mit unterschiedlichen zulässigen Spannungen hergestellt, ist der niedrigste Wert von f zu verwenden.

3.10 Berechnung von Einzelausschnitten in ebenen Böden von Großwasserraumkesseln

3.10.1 Unverstärkte Ausschnitte

Der maximale Durchmesser eines unverstärkten Ausschnitts in einem ebenen Boden ist nach folgender Gleichung zu bestimmen:

$$d_{max} = 8 \cdot e_{rep} \left(1,5 \frac{e_{rep}^2}{e_{cp}^2} - 1,0 \right) \quad (3.44)$$

3.10.2 Abzweigausschnitte

Die Verstärkung von Abzweigausschnitten ist unter Berücksichtigung von örtlich verteiltem Werkstoff einschließlich der Befestigungsnähte zusätzlich zu den Mindestanforderungen für die Dicke von Boden und Abzweig wie in Abb. 10 gezeigt zu erzielen, wobei die Abzweigdicke erforderlichenfalls zu erhöhen ist. Der Ausgleich ist als ausreichend anzusehen, wenn die Ausgleichsfläche $Y \geq$ der Fläche X ist, die einen Ausgleich erfordert.

Die Fläche X erhält man, indem man 25 % des Innenradius des Abzweigs mit der Dicke des ebenen Bodens multipliziert, die nach Gl. 3.50 für den Teil des betrachteten Bodens berechnet wird

Die Fläche Y ist in einer über die Achse des Abzweigs parallel zur Oberfläche des Bodens verlaufenden Ebene zu messen und wie folgt zu berechnen.

- (a) Für den Teil des Abzweigs, der außen am Kessel übersteht, ist die volle Querschnittsfläche des Abzweigs bis zu einem Abstand C_2 von der tatsächlichen äußeren Oberfläche abzuziehen, die der Abzweig hätte, wenn seine Dicke gemäß der Gl. 3.10 und 3.11 unter Einsetzen von $v = 1,0$ berechnet wäre;
- (b) hierzu addiert man die volle Querschnittsfläche des Teils des Abzweigs, der im innern des Kessels bis zu einem Abstand C_2 von der inneren Manteloberfläche übersteht;
- (c) hierzu addiert man die Querschnittsfläche der Kehlnähte
- (d) hierzu addiert man die Fläche, die man durch Multiplikation der Differenz zwischen der tatsächlichen Dicke des ebenen Bodens und seiner nach Gl. 3.50 berechneten Dicke für den betrachteten Teil des Bodens mit der Länge D erhält.
- (e) hierzu addiert man die Fläche des Verstärkungsblechs (falls vorhanden) innerhalb der in Abb.10 gezeigten Verstärkungsgrenzen.

Wird Werkstoff mit einer niedrigeren zulässigen Spannung als die des ebenen Bodens zum Ausgleich verwendet, ist seine tatsächliche Fläche im Verhältnis der zulässigen Spannung bei Berechnungstemperatur zu reduzieren. Für die zusätzliche Festigkeit von Werkstoff mit einem höheren Spannungswert als der des ebenen Bodens ist kein Zuschlag zugewähren.

Befestigungsnähte von Abzweigen und Verstärkungsblechen müssen ausreichende Abmessungen haben, um die volle Festigkeit der Verstärkungsfläche und aller anderen Belastungen, denen sie unterliegen können, zu übertragen (d.h. sie müssen volltragend sein).

3.10.3

Mannlöcher, Kopflöcher und Handlöcher

Liegen elliptische Mann-, Kopf- oder Handlöcher in ebenen Böden, sind die Ausschnitte durch Bördeln der Ausschnittkante oder Anbringung eines Versteifungsringes zu verstärken (siehe Abb. 11). Das Verfahren aus 3.10.2 zur Berechnung der erforderlichen Verstärkungsfläche ist, wo anwendbar, anzuwenden mit der Ausnahme, daß die Breite der Bördelung oder des Versteifungsringes e_{sr} nicht kleiner als 19 mm bei Mannlöchern, nicht kleiner als 15 mm bei Kopflöchern und nicht kleiner als 10 mm bei Handlöchern sein darf.