

|  |                                                                                                                                                                                                 |                                       |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|  | <p>Heizkessel<br/><b>Heizkessel mit Gebläsebrenner</b><br/>Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung<br/>(100 °C &lt; Ts ≤ 110 °C)<br/>Deutsche Fassung prEN 14394:2001</p> | <p><b>DIN</b><br/><b>EN 14394</b></p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|

ICS 01.040.91; 91.140.10

Einsprüche bis 2002-04-30

**Entwurf**

Heating boilers – Heating boilers with forced draught burners –  
Terminology, general requirements, testing and marking  
(100 °C < Ts ≤ 110 °C); German version prEN 14394:2001

Chaudières de chauffage – Chaudières avec brûleurs à air soufflé –  
Terminologie, prescriptions générales, essais et marquage  
(100 °C < Ts ≤ 110 °C); Version allemande prEN 14394:2001

### 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

- vorzugsweise als Datei per e-Mail an [nhrs@din.de](mailto:nhrs@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRs) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

### Nationales Vorwort

Dieser europäische Norm-Entwurf wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 57 „Heizkessel“ erarbeitet.

Fortsetzung 120 Seiten prEN

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRs) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

– Leerseite –

ICS

Deutsche Fassung

Heizkessel - Heizkessel mit Gebläsebrenner - Begriffe,  
allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung  
( $100^{\circ}\text{C} < T_s \leq 110^{\circ}\text{C}$ )

Heating boilers - Heating boilers with forced draught  
burners - Terminology, general requirements, testing and  
marking ( $100^{\circ}\text{C} < T_s \leq 110^{\circ}\text{C}$ )

Chaudières de chauffage - Chaudières avec brûleurs à air  
soufflé - Terminologie, prescriptions générales, essais et  
marquage ( $100^{\circ}\text{C} < T_s \leq 110^{\circ}\text{C}$ )

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur Umfrage vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 57 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde vom CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

**Warnvermerk :** Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                                 | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                       | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                  | 5     |
| 3 Begriffe .....                                                                                | 6     |
| 4 Anforderungen .....                                                                           | 8     |
| 4.1 Bauanforderungen .....                                                                      | 8     |
| 4.1.1 Allgemeine Anforderungen .....                                                            | 8     |
| 4.1.2 Fertigungsunterlagen .....                                                                | 8     |
| 4.1.3 Heizkessel aus Stahl und solche aus NE-Metallen .....                                     | 9     |
| 5 Werkstoffe .....                                                                              | 16    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                           | 16    |
| 5.2 Werkstoffe für Heizkessel aus Gusseisen mit Lamellengraphit .....                           | 16    |
| 5.2.1 Allgemeines .....                                                                         | 16    |
| 5.2.2 Druckbeanspruchte Teile aus Gusseisen .....                                               | 16    |
| 5.2.3 Druckbeanspruchte Gussteile für Heizkessel aus NE-Metallen nach Tabelle 3 und 4 .....     | 17    |
| 5.2.4 Rohrverschraubungen für Heizkessel aus Temperguss und Armaturen aus Kupferlegierung ..... | 17    |
| 5.2.5 Bleche und Bänder aus nicht-rostenden Stählen .....                                       | 17    |
| 6 Bemessung .....                                                                               | 18    |
| 6.1 Heizkessel aus Stahl .....                                                                  | 18    |
| 6.1.4 Grundlage für die Berechnung .....                                                        | 19    |
| 6.2 Heizkessel aus Gusswerkstoffen .....                                                        | 23    |
| 6.3 Weitere Anforderungen .....                                                                 | 24    |
| 6.3.1 Entlüftbarkeit des Wasserraumes und der heizgasdurchströmten Räume .....                  | 24    |
| 6.3.2 Reinigung der Heizflächen .....                                                           | 24    |
| 6.3.3 Erkennbarkeit der Flammen .....                                                           | 24    |
| 6.3.4 Wasserseitige Dichtheit .....                                                             | 24    |
| 6.3.5 Austauschteile .....                                                                      | 24    |
| 6.3.6 Wasserseitige Anschlüsse .....                                                            | 24    |
| 6.3.7 Anschlüsse für Regel- und Anzeigeeinrichtungen und Sicherheitstemperaturbegrenzer .....   | 25    |
| 6.3.8 Brenneranschlussmaße .....                                                                | 25    |
| 6.3.9 Wärmedämmung .....                                                                        | 25    |
| 6.3.10 Wasserseitiger Widerstand des Heizkessels .....                                          | 25    |
| 6.3.11 Heizgasseitige Dichtheit .....                                                           | 25    |
| 6.3.12 Temperaturregler und Temperaturbegrenzungseinrichtung .....                              | 26    |
| 6.3.13 Zubehör für den Heizkessel .....                                                         | 26    |
| 6.3.14 Elektrische Sicherheit .....                                                             | 26    |
| 7 Prüfungen .....                                                                               | 26    |
| 7.1 Heizkessel aus Stahl .....                                                                  | 26    |
| 7.1.1 Bemessungsprüfung .....                                                                   | 26    |
| 7.1.2 Prüfung während der Fertigung .....                                                       | 26    |
| 7.2 Heizkessel aus Gusseisen oder aus NE-Gusswerkstoffen .....                                  | 27    |
| 7.2.1 Bemessungsprüfung .....                                                                   | 27    |
| 7.2.2 Prüfung während der laufenden Fertigung .....                                             | 27    |
| 7.3 Heizgasseitige Dichtheitsprüfung .....                                                      | 27    |
| 7.4 Kennzeichnung .....                                                                         | 27    |
| 8 Heizungstechnische Anforderungen .....                                                        | 27    |
| 8.1 Allgemeines .....                                                                           | 27    |
| 8.2 Kesselwirkungsgrad .....                                                                    | 28    |
| 8.3 Förderdruck und heizgasseitiger Widerstand .....                                            | 28    |
| 8.4 Abgastemperatur .....                                                                       | 28    |
| 8.5 Emissionsgrenzwerte .....                                                                   | 28    |

|                                                                                                                                                          | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 8.6 Bereitschaftsverlust.....                                                                                                                            | 28    |
| 8.7 Oberflächentemperaturen .....                                                                                                                        | 29    |
| 8.8 Bodentemperaturen .....                                                                                                                              | 29    |
| 9 Technische Unterlagen, Lieferumfang.....                                                                                                               | 29    |
| Anhang A (normativ) Zylinderschalen unter innerem Überdruck .....                                                                                        | 32    |
| Anhang B (normativ) Kugelschalen und gewölbte Böden unter innerem und äußerem Überdruck.....                                                             | 60    |
| Anhang C (normativ) Gewölbte Flammrohrböden .....                                                                                                        | 86    |
| Anhang D (normativ) Ebene Wandungen, Verankerungen und Versteifungsträger .....                                                                          | 90    |
| Anhang E (normativ) Zylinderförmige Schalen unter äußerem Überdruck.....                                                                                 | 107   |
| Anhang F (informativ) Druckgeräte richtlinie 97/23/EG .....                                                                                              | 117   |
| Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen<br>oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen ..... | 118   |

## Vorwort

Dieses Dokument wurde vom **CEN /TC 57 "Zentralheizungskessel"** erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU- Richtlinien.

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Standard- und Niedertemperaturheizkessel aus Stahl oder Gusseisen mit Gebläsebrennern bis zu einer Nennwärmeleistung von 10 MW, die nach den Festlegungen des Kesselherstellers entweder mit Unterdruck (Naturzugkessel) oder mit Überdruck (Überdruckkessel) im Brennraum betrieben werden.

Die Festlegungen dieser Norm gelten für Heizkessel, die auf einem anerkannten Kesselprüfstand oder, unter sinngemäßer Anwendung dieser Norm, am Aufstellungsort zu prüfen sind.

Heizkessel nach dieser Norm sind bestimmt für die Beheizung von zentralen Heizungsanlagen, deren Wärmeträger Wasser mit einer Betriebstemperatur von 110 °C bis 110 °C und einer Absicherungstemperatur von 120 °C ist. Der hydrostatische Betriebsüberdruck beträgt maximal 10 bar.

Diese Norm gilt nicht für Gasspezialheizkessel mit atmosphärischen Brennern, Heizkessel für feste Brennstoffe, öl- bzw. gasbefeuerte Brennwertkessel, Heizkessel mit Ölverdampfungsbrennern. Für diese Kessel sind andere und teilweise zusätzliche Anforderungen zu erfüllen.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 287-1, *Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 1: Stahl.*

EN 287-2, *Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 2: Aluminium- und Aluminiumlegierungen.*

EN 303-1, *Heizkessel – Heizkessel mit Gebläsebrenner – Teil 1: Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung.*

EN 303-2, *Heizkessel – Heizkessel mit Gebläsebrenner – Teil 2: Spezielle Anforderungen an Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern.*

EN 304, *Heizkessel; Prüfregele für Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern.*

EN 1561, *Gießereiwesen – Gußeisen mit Lamellengraphit.*

EN 1563, *Gießereiwesen – Gußeisen mit Kugelgraphit.*

Gießereiwesen - Gußeisen mit Kugelgraphit.

EN 10021, *Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse.*

EN 10003-1, *Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Brinell – Teil 1: Prüfverfahren.*

EN 10025, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen – Technische Lieferbedingungen (enthält Änderung A1 : 1993).*

EN 10088-1, *Nicht rostende Stähle – Teil 1: Verzeichnis der nicht rostenden Stähle.*

EN 10088-2, *Nicht rostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band für allgemeine Verwendung.*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen.*

EN 24063, *Schweißen, Hartlöten, Weichlöten und Fugenlöten von Metallen – Liste der Verfahren und Ordnungsnummern für zeichnerische Darstellung.*

ISO 7-1, *Rohrgewinde für im Gewinde dichtende Verbindungen – Teil 1: Masse, Toleranzen und Bezeichnungen.*

ISO 7-2, *Rohrgewinde, mit denen druckdichte Gewindeverbindungen hergestellt werden – Teil 2: Prüfung mittels Grenzlehren.*

ISO 185, *Gusseisen mit Lamellengraphit – Klassifikation.*

ISO 228-1, *Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen – Teil 1: Masse, Toleranzen und Bezeichnungen.*

ISO 228-2, *Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen – Teil 2: Prüfung mittels Grenzlehren.*

ISO 857, *Schweiß- und Lötverfahren – Begriffe.*

ISO 2553, *Schweiß- und Lötnahte – Symbolische Darstellung in Zeichnungen.*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### **Betriebsüberdruck**

der maximale Druck, mit dem der Kessel betrieben werden kann. Der Betriebsüberdruck ist kleiner als der Prüfüberdruck und der Bemessungsdruck.

#### 3.2

##### **Prüfüberdruck**

Druck, dem alle Kessel und deren Teile während der laufenden Fertigung im Werk des Herstellers oder bei der Aufstellung durch den Ersteller unterworfen werden.

#### 3.3

##### **Bemessungsdruck**

zulässige Überdruck, dem Heizkessel und deren Teile erstmalig vor Beginn der Serien- oder Einzelfertigung im Herstellwerk unterworfen werden.

#### 3.4

##### **Betriebstemperatur**

maximal zulässige Temperatur, mit der der Heizkessel unter normalen Betriebsbedingungen entsprechend der maximalen Einstellbarkeit des Kesselwasser-Temperaturreglers betrieben werden kann.

#### 3.5

##### **Wärmeleistung $Q$ , Wärmeleistungsbereich**

die pro Zeiteinheit an den Wärmeträger Wasser nutzbar abgegebene Wärmemenge. Der Wärmeleistungsbereich ist der vom Hersteller unterhalb der Nenn-Wärmeleistung festgelegte Bereich, in dem der Heizkessel die Anforderungen dieser Norm erfüllt und in dem er eingesetzt werden kann.

#### 3.6

##### **Nenn-Wärmeleistung $P_n$**

die vom Hersteller nach den Anforderungen dieser Norm festgelegte Dauerleistung, entsprechend der höchsten stündlich an den Wärmeträger Wasser nutzbar abgegebenen Wärmemenge.

#### 3.7

##### **Feuerungsleistung/Belastung $Q_B$**

die Wärmeleistung, die der Feuerung des Heizkessels mit dem Brennstoff zugeführt wird, wobei der Heizwert  $H_i$  zugrunde gelegt wird.

### 3.8

#### **Kesselwirkungsgrad $\eta_K$**

Ist das Verhältnis von Nenn-Wärmeleistung  $P_n$  zur Feuerungsleistung  $Q_B$  :

$$\eta_K = \frac{P_n}{Q_B}$$

### 3.9

#### **Förderdruck**

die Druckdifferenz zwischen dem statischen Druck der Luft im Aufstellungsraum und dem statischen Druck der Abgase am Kesselende (Abgasmessstrecke), der zum ordnungsgemäßen Betrieb des Kessels im Feuerraum erforderlich ist.

### 3.10

#### **heizgasseitiger Widerstand**

die bestehende Druckdifferenz zwischen dem Feuerraum und dem Kesselende (Abgasstutzen).

### 3.11

#### **heizgasseitige Dichtheit**

die Dichtheit des Feuerraumes, der Heizgaszüge und der vom Abgas durchströmten Kesselteile gegenüber dem Aufstellungsraum.

### 3.12

#### **Abgastemperatur $t_A$**

die am Kesselende (Abgasstutzen) gemessene Temperatur.

### 3.13

#### **Abgasverlust**

die Wärmeleistung, die ungenutzt mit den Abgasen den Kessel verlässt.

### 3.14

#### **Gasinhalt**

das Volumen des Feuerraumes und der nachgeschalteten Heizgaszüge bis zum Abgasstutzen.

### 3.15

#### **Bereitschaftsverlust $q_B$**

der Wärmeeaufwand, der erforderlich ist, um den Kessel auf einer bestimmten Temperatur zu halten, wenn keine Wärmeleistung abgenommen wird. Er wird als relativ zur Feuerungsleistung/Belastung  $Q_B$  angegeben.

### 3.16

#### **wasserseitiger Widerstand**

der Druckverlust im Kessel bei dem der Nenn-Wärmeleistung entsprechenden Volumenstrom, gemessen am Rücklauf- und Vorlaufanschluss des Kessels.

### 3.17

#### **Temperaturregeleinrichtung**

erfasst ständig die (Vorlauf-) Temperatur im Kessel als Regelgröße, vergleicht sie mit dem vorgegebenen Einstellwert des Sollwertestellers.

**3.18****Sicherheitstemperaturbegrenzer**

Einrichtung, die bei Erreichen des eingestellten höchsten Grenzwertes der Temperatur des Heizungswassers die Energiezufuhr selbsttätig unterbricht und verriegelt.

**4 Anforderungen****4.1 Bauanforderungen****4.1.1 Allgemeine Anforderungen**

Heizkessel müssen brand- und betriebssicher sein. Sie müssen aus formbeständigen, nicht-brennbaren Werkstoffen bestehen und so beschaffen sein, dass

- sie den beim bestimmungsgemäßen Betrieb auftretenden Beanspruchungen standhalten,
- Ölzerstäubungsbrenner sowie der Wärmeträger (Wasser) sich nicht gefährlich erwärmen können,
- gefährliche Ansammlungen von zündfähigen Gasen (Brennstoff-Luftgemisch) im Brennraum und in den Heizgaszügen verhindert werden und
- Gase nicht in gefahrdrohender Menge in den Aufstellungsraum gelangen können.

Brennbare Werkstoffe sind zulässig für:

- Bauteile des Zubehörs - z. B. Brennerhauben - wenn die Bauteile außerhalb des Heizkessels angeordnet sind
- Bauteile im Innern von Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen
- Bedienungsgriffe
- elektrische Ausrüstungen
- Wärmedämmung; es sind nur asbestfreie Werkstoffe zulässig.

Bauteile des Zubehörs, Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen und elektrische Ausrüstungen müssen derart angeordnet sein, dass deren Oberflächentemperaturen im Beharrungszustand die vom Hersteller oder in den Bauteilnormen festgelegten zulässigen Temperaturen nicht überschreiten.

Die Werkstoffe für die druckbeanspruchten Bauteile müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Sie müssen für die vorgesehene Verwendung und die Verarbeitung geeignet sein. Die mechanischen und die physikalischen Eigenschaften sowie die chemische Zusammensetzung der Werkstoffe müssen vom jeweiligen Werkstoffhersteller gewährleistet sein.

**4.1.2 Fertigungsunterlagen****4.1.2.1 Zeichnungen**

In den Zeichnungen für die Heizkessel oder in dazu gehörenden Unterlagen sind anzugeben:

- die festgelegten Werkstoffe,
- die Schweißverfahren, die Nahtform - im allgemeinen genügen das Symbol der Schweißnaht - und die Schweißzusatzwerkstoffe,
- die zulässige Betriebstemperatur in °C,
- der zulässige Betriebsüberdruck in bar,

- der Prüfdruck in bar,
- die Nenn-Wärmeleistung oder der Wärmeleistungsbereich für die einzelnen Kesselgrößen in kW.

#### **4.1.2.2 Fertigungskontrollen**

Eine Fertigungskontrolle muss durchgeführt werden.

#### **4.1.3 Heizkessel aus Stahl und solche aus NE-Metallen**

##### **4.1.3.1 Ausführen von Schweißarbeiten**

Kesselhersteller, die Schweißarbeiten durchführen, müssen die Anforderungen von EN 287-1 und EN 287-2 erfüllen:

- Sie dürfen nur geprüfte Schweißer mit der für den zu verarbeitenden Werkstoff notwendigen Qualifikation einsetzen.
- Sie müssen über geeignete Einrichtungen verfügen, um die Schweißarbeiten einwandfrei ausführen zu können.
- Sie müssen über sachkundiges Schweißaufsichtspersonal, mindestens über einen qualifizierten Schweißfachmann, verfügen.

##### **4.1.3.2 Schweißnähte und Schweißzusatzwerkstoffe**

Die Werkstoffe müssen schweißgeeignet sein. Werkstoffe nach Abschnitt 5 sind schweißgeeignet und unterliegen vor und nach dem Schweißen keiner zusätzlichen Wärmebehandlung.

Die Schweißnähte dürfen keine Risse oder Bindungsfehler aufweisen: Stumpfnähte müssen der ganzen Länge einwandfrei durchgeschweißt sein. Einseitige Kehlnähte und nicht durchgeschweißte halbe Y-Nähte sind weitgehend frei von Biegespannungen zu halten. Rauchrohre, durchgesteckte Anker und ähnliche Bauteile brauchen nicht gegengeschweißt zu werden. Doppelkehlnähte sind bei ausreichender Kühlung zulässig. Rauchgasseitige Überstände in Bereichen hoher thermischer Beanspruchungen müssen vermieden werden.

Eckschweißungen, Stirnnähte und ähnliche Schweißverbindungen, die bei ungünstigen Herstellungs- oder Betriebsbedingungen erheblichen Biegebeanspruchungen unterliegen, sind zu vermeiden.

Bei eingeschweißten Längsankern, Ankerrohren oder Stehbolzen sollte der Abscherquerschnitt der Kehlnaht mindestens das 1,25 -fache des erforderlichen Bolzen- oder Ankerrohrquerschnittes betragen.

Einzelheiten zu den genannten Schweißnähten siehe Tabelle 1 Die Schweiß-Zusatzwerkstoffe müssen eine auf den Grundwerkstoff abgestimmte Schweißverbindung ermöglichen.

Die in Tabelle 1 enthaltenen Benennungen entsprechen ISO 2553, die Kennzahlen für das Schweißverfahren sind mit ISO 857 bzw. EN 24063 abgestimmt.

Die Güteeigenschaften der Werkstoffe müssen durch ein Werkzeugnis nach EN 10204 belegt sein. Die Belege müssen beim Kesselhersteller vorliegen. Dies gilt nicht für Kleinteile, z. B. Muffen bis DN 50, Schrauben und Muttern.

Tabelle 1 — Schweißverbindungen und Schweißverfahren

| Lfd. Nr.      | Benennung                                                                                                                                                                                                                                              | Werkstückdicke $t$ | Schweißverfahren*)        | Bemerkungen                                                                                 |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1           | <p>I-Naht</p> <p>einseitig</p>  <p>one side</p>  <p>both sides</p> <p>zweiseitig</p> | $\leq 6$<br>(8)    | 135<br>12<br>131<br>(111) | Bei Einsatz von Tiefeinbrandelektroden oder beidseitiger Schweißung bis $t = 8$ mm zulässig |
| (fortgesetzt) |                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                           |                                                                                             |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

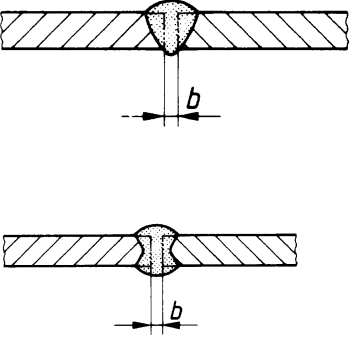
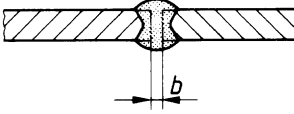
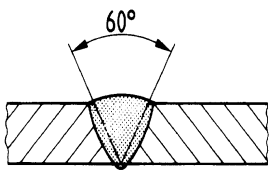
| Lfd. Nr.      | Benennung                                                                                            | Werkstückdicke $t$ | Schweißverfahren*) | Bemerkungen                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.2           | I-Naht<br>          | $\geq 6$<br>bis 12 | 12                 | Stegeabstand $b$ 2 bis 4 mm mit Gegenlage.<br>Pulverhaltevorrichtung erforderlich.                         |
| 1.3           | Doppel-I-Naht<br> | $> 8$<br>bis 12    | 135<br>12<br>(111) | Stegeabstand $b$ 2 bis 4 mm. Bei Elektrodenhandschweißung müssen Tiefeinbrandelektroden eingesetzt werden. |
| 1.4           | V-Naht<br>        | Bis 12             | (111)              | Nahtvorbereitung<br>V-Naht 60                                                                              |
| (fortgesetzt) |                                                                                                      |                    |                    |                                                                                                            |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

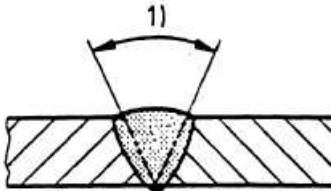
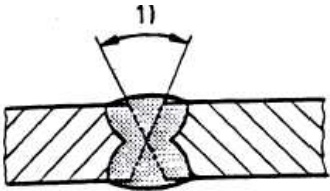
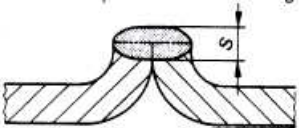
| Lfd. Nr.      | Benennung                                                                                                             | Werkstückdicke $t$ | Schweißverfahren*)         | Bemerkungen                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.5           | V-Naht<br><br>1) 30° to 50°          | bis 12             | 135<br>12                  | Nahtvorbereitung V-Naht 30° bis 50° je nach Werkstückdicke                                                                                                                                                            |
| 1.6           | Doppel-V-Naht<br><br>1) 30° to 50° | über 12            | 135<br>12                  | Nahtvorbereitung Doppel-V-Naht 30° bis 50° je nach Werkstückdicke                                                                                                                                                     |
| 1.7           | Bördelnaht<br>                     | $\leq 6$           | 135<br>141<br>131<br>(111) | Nur zulässig im Ausnahmefall für eingeschweißte Teile.<br><br>Außerdem sind die Schweißnähte weitgehend frei von Biegespannungen zu halten. Nicht geeignet für unmittelbar befeuerte Wandungsteile<br><br>$s = 0,8 t$ |
| (fortgesetzt) |                                                                                                                       |                    |                            |                                                                                                                                                                                                                       |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

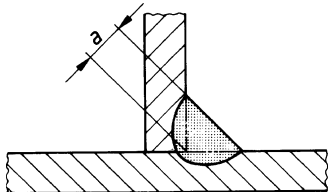
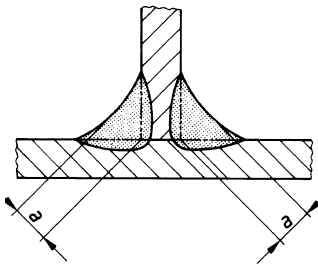
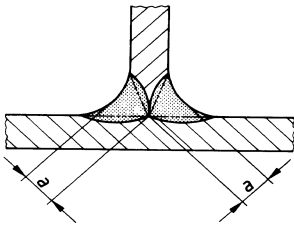
| Lfd. Nr.      | Benennung                                                                                             | Werkstückdicke $t$ | Schweißverfahren*) | Bemerkungen                                                                            |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2             | Kehlnaht<br>         | $\leq 6$           | 135<br>12<br>(111) | Schweißnähte dieser Art sind weitgehend frei von Biegespannungen zu halten.<br>$a = t$ |
| 2.1           | Doppel-Kehlnaht<br> | $\leq 12$          | 135<br>12<br>(111) | $a = t$                                                                                |
|               |                                                                                                       | $> 12$             | 135<br>12<br>(111) | $a = 2/3 t$                                                                            |
| 2.2           | Doppel-HV-Naht<br> | $\leq 12$          | 135<br>12<br>(111) | $a = t$                                                                                |
|               |                                                                                                       | $> 12$             | 135<br>12<br>(111) | $a = 2/3 t$                                                                            |
| (fortgesetzt) |                                                                                                       |                    |                    |                                                                                        |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

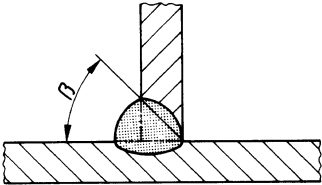
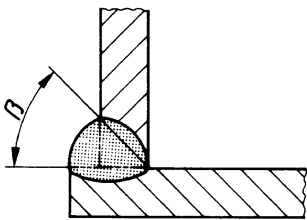
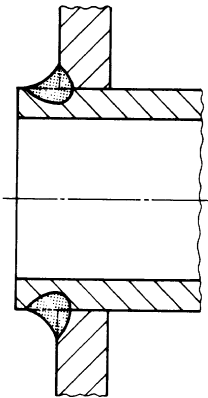
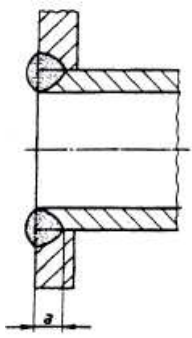
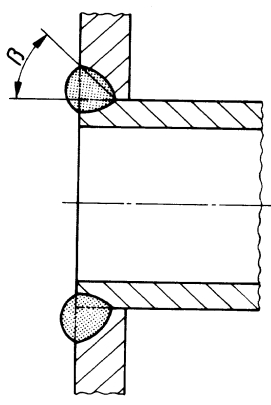
| Lfd. Nr.      | Benennung                                                                                                | Werkstückdicke $t$ | Schweißverfahren*) | Bemerkungen                                                                             |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.3           | HV-Naht<br>             | $\leq 12$          | 135<br>12<br>(111) | Bei (111) $\beta = 60^\circ$                                                            |
|               |                                                                                                          | $>12$              | 135<br>12          | Bei 135,12 $\beta = 40^\circ$ bis $50^\circ$                                            |
| 2.4           | HV-Naht (Eckstoß)<br> | $\leq 12$          | 135<br>12<br>(111) | Bei (111) $\beta = 60^\circ$<br>Bei 135,12 $\beta = 45^\circ$ bis $50^\circ$            |
|               |                                                                                                          |                    |                    |                                                                                         |
| 2.5           |                       | 12                 | 135<br>(111)       | Rohrende darf nicht über Kehlnaht vorstehen, wenn es der Wärmestrahlung ausgesetzt ist. |
| (fortgesetzt) |                                                                                                          |                    |                    |                                                                                         |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Lfd. Nr.                                                                 | Benennung                                                                          | Werkstückdicke $t$ | Schweißverfahren*) | Bemerkungen                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.6                                                                      |   | $\leq 6$           | 135<br>(111)       | Rohreinschweißung bei hoher thermischer Beanspruchung<br>$a \geq t$                                                                    |
| 2.7                                                                      |  |                    | 135<br>(111)       | Rohreinschweißung bei hoher thermischer Beanspruchung<br><br>Bei (111) $\beta = 60^\circ$<br>Bei 135 $\beta = 45^\circ$ bis $50^\circ$ |
| *) Kennzahl für die Schweißverfahren nach ISO 857 bzw. prEN 24063 : 1991 |                                                                                    |                    |                    |                                                                                                                                        |
| Kennzahl                                                                 | Verfahren                                                                          |                    |                    |                                                                                                                                        |
| 12                                                                       | Unterpulverschweißen                                                               |                    |                    |                                                                                                                                        |
| 111                                                                      | Lichtbogenhandschweißen                                                            |                    |                    |                                                                                                                                        |
| 131                                                                      | Metall-Inertgasschweißen                                                           |                    |                    |                                                                                                                                        |
| 135                                                                      | Metall-Aktivgasschweißen                                                           |                    |                    |                                                                                                                                        |
| 141                                                                      | Wolfram-Inertgasschweißen                                                          |                    |                    |                                                                                                                                        |

## 5 Werkstoffe

### 5.1 Allgemeines

Die Werkstoffe für Heizkessel müssen den anerkannten Regeln der Technik entsprechend hergestellt und geprüft sein.

Die Güteeigenschaft der Werkstoffe muss durch Werkszeugnis nach EN 10204 belegt sein. Dies gilt nicht für Kleinteile, wie z. B. Muffen bis DN 50, Schrauben und Muttern.

**5.1.1** Folgende Bleche und Schmiedestücke aus unlegierten Baustählen nach EN 10025 können in den angegebenen Grenzen verwendet werden:

- Stahlsorte S 235 JR bis zu einer Wanddicke von 16 mm,
- Stahlsorte S 235 JRG 2 bis zu einer Wanddicke von 20 mm.

Diese Stahlsorten sind nur zulässig bis zu einer höchsten Temperatur von 300 °C, die aus Abschnitt 6 Tabelle 5 aus Bezugstemperatur und Temperaturzuschlag zu bestimmen ist.

Diese Stahlsorten sind nicht zu verwenden für Flammrohre oder gleichartige feuerberührte Teile in Heißwassererzeugern mit einem zulässigen Betriebsüberdruck > 6 bar.

**5.1.2** Folgende Bleche und Schmiedestücke aus unlegierten und legierten warmfesten Stählen nach EN 10028-2 können in den folgenden Grenzen verwendet werden:

- Stahlsorten P 235 GH, P 265 GH und P 295 GH

Diese Stahlsorten sind für beheizte Zylinderschalen unter Außendruck (Flammrohre) für Wanddicken bis 22 mm und beheizte ebene Wanddicken bis 25 mm zulässig.

**5.1.3** Für Rohre siehe EN 303-1, Tabelle 1.

### 5.2 Werkstoffe für Heizkessel aus Gusseisen mit Lamellengraphit

#### 5.2.1 Allgemeines

Hersteller müssen über Fachpersonal und Einrichtungen verfügen, um die notwendigen Werkstoffprüfungen durchzuführen. Bei der Herstellung der Kesselglieder und sonstiger druckbeanspruchter Teile für Heizkessel aus Gusseisen sind je Schicht an getrennt gegossenen Probestäben folgende Prüfungen vorzunehmen:

- 1) Zugversuch nach ISO 185, Typ A. Für die zu gewährleistenden Eigenschaften im Zugversuch gelten die Werte nach Tabelle 12;
- 2) Chemische Analyse (C, Si, Mn, P, S);
- 3) Brinell-Härteprüfung nach EN 10003-1;
- 4) Kerbschlagzähigkeit (für Kugelgraphit).

Das Ergebnis der Prüfung ist entweder in Kontrollbüchern, die vom verantwortlichen Werksprüfer gegenzuzeichnen sind, festzuhalten oder es sind Werkszeugnisse nach EN 10021 anzufertigen. Werkszeugnisse bzw. Kontrollbücher müssen mindestens 5 Jahre beim Hersteller aufbewahrt und für eine Nachprüfung zugänglich sein.

#### 5.2.2 Druckbeanspruchte Teile aus Gusseisen

Die mechanischen Eigenschaften des Gusseisens für druckbeanspruchte Teile müssen mindestens den in der Tabelle 2 genannten Werten entsprechen.

**Tabelle 2 — Mindestanforderungen an Gusseisen**

|                                                                                                                                                                                                                                 |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Gusseisen mit Lamellengraphit <sup>a</sup> (EN 1561)                                                                                                                                                                            |                           |
| - Zugfestigkeit $R_m$                                                                                                                                                                                                           | $\geq 150 \text{ N/mm}^2$ |
| - Brinellhärte                                                                                                                                                                                                                  | 160-220 HB 2,5/187,5      |
| nach EN 1561 EN-GJL 200                                                                                                                                                                                                         |                           |
| Gusseisen mit Kugelgraphit (ferritisch gegläht; EN 1563):                                                                                                                                                                       |                           |
| - Zugfestigkeit $R_m$                                                                                                                                                                                                           | $\geq 400 \text{ N/mm}^2$ |
| - Kerbschlagzähigkeit                                                                                                                                                                                                           | $\geq 23 \text{ J/cm}^2$  |
| nach EN 1563 EN-GJS 400                                                                                                                                                                                                         |                           |
| <sup>a</sup> Mit dem Einverständnis des Sachverständigen kann auch ein Gusseisen mit Lamellengraphit verwendet werden, dessen Mindestzugfestigkeit (ermittelt an Zugproben) 10 % unter dem Wert der Mindestzugfestigkeit liegt. |                           |

### 5.2.3 Druckbeanspruchte Gussteile für Heizkessel aus NE-Metallen nach Tabelle 3 und 4

**Tabelle 3 — Beispiele für Aluminium und Aluminiumlegierungen**

|               | Dicke<br>mm | Zugfestigkeit $R_m$<br>N/mm <sup>2</sup> | Temperaturbereich<br>°C |
|---------------|-------------|------------------------------------------|-------------------------|
| Al 99,5       | bis 50      | 75 min                                   | bis 300                 |
| Al Mg2 Mn 0,8 | bis 50      | 275 min                                  | bis 250                 |

**Tabelle 4 — Beispiele für Kupfer und Kupferlegierungen**

|             | Dicke<br>mm | Zugfestigkeit $R_m$<br>N/mm <sup>2</sup> | Temperaturbereich<br>°C |
|-------------|-------------|------------------------------------------|-------------------------|
| SF - Cu     | bis 5       | 200                                      | bis 250                 |
| Cu Ni 30 Fe | bis 10      | 310                                      | bis 350                 |

### 5.2.4 Rohrverschraubungen für Heizkessel aus Temperguss und Armaturen aus Kupferlegierung

- Rohrverschraubungen bis G 1 1/2 aus Temperguss. Die Anwendung ist auf mit einem zulässigen Betriebsüberdruck von  $\leq 6 \text{ bar}$  beschränkt.
- Armaturen mit einer Nennweite  $\leq \text{DN } 200$  aus Gusseisen mit Lamellengraphit.
- Armaturen aus Kupferlegierungen:  
G-CuSn5ZnPb, G-CuSn10Zn, G-CuSn10, G-Cu55ZnMn, G-CuAl9, G-CuPb5Sn, GK-CuZn37Pb und CuZn40.

### 5.2.5 Bleche und Bänder aus nicht-rostenden Stählen

Andere Werkstoffe nach EN 10088-1 und EN 10088-2 können verwendet werden.

## 6 Bemessung

### 6.1 Heizkessel aus Stahl

**6.1.1** Die Bemessung der Heizkessel erfolgt durch Berechnung unter Beachtung der nachfolgenden Abschnitte. Für Werkstoffe nach Abschnitt 5.1 können die Rechenwerte nach Tabelle 1 eingesetzt werden. Für die rechnerische Festigkeitsprüfung ist die Berechnung gegen vorwiegend ruhende Innen- bzw. Außendruckbeanspruchung ausreichend. Verfahren, die auf ausreichende Betriebsbewährung oder auf entsprechende Untersuchungen gründen - z. B. praktische und/oder theoretische Untersuchungen - können hierbei berücksichtigt werden.

Die Wandungen der Heizkessel dürfen die kleinsten zulässigen Wanddicken (Nennwanddicken) nach Tabelle 6 nicht unterschreiten.

**6.1.2** Bei Heizkesseln bis zu einer zulässigen Wärmeleistung von  $\leq 350$  kW und einem Betriebsüberdruck bis 6 bar kann abweichend von Abschnitt 6.1.1 die Berechnung als Festigkeitsnachweis durch eine Wasserdruckprüfung mit einem Überdruck von  $2 \cdot p_1$  ersetzt werden.

Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Bemessung des Heißwassererzeugers durch den Hersteller nach bewährten Bemessungsregeln erfolgt ist.

Bei der Wasserdruckprüfung dürfen keine Undichtigkeiten oder wesentlichen bleibenden Verformungen auftreten.

**6.1.3** Bei Heizkesseln mit einer zulässigen Wärmeleistung  $> 350$  kW und  $\leq 2000$  kW und einem Betriebsüberdruck  $\leq 6$  bar kann abweichend von Abschnitt 6.1.1 die Festigkeitsberechnung auf die der Berechnung zugänglichen Teile beschränkt werden, wenn eine Wasserdruckprüfung mit einem Überdruck von  $2 \cdot p_1$  als Festigkeitsnachweis durchgeführt wird.

**Tabelle 5 — Rechenwerte für die Streckgrenze bei Raumtemperatur und 0,2 %-Dehngrenze bei höheren Temperaturen für Bleche aus Stählen S 235 JR / S 235 JRG 2 (nach EN 10025)**

| Stahlsorte  | Wanddicke | Streckgrenze bei Raumtemperatur | 0,2%-Dehngrenze <sup>1)</sup><br>in N/mm <sup>2</sup> bei |        |        |        |
|-------------|-----------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
|             |           |                                 | 100 °C                                                    | 200 °C | 250 °C | 300 °C |
| S 235 JR/   | $\leq 16$ | 205                             | 187                                                       | 161    | 143    | 122    |
| S 235 JRG 2 | $> 16$    | 195                             | 180                                                       | 155    | 136    | 117    |

<sup>1)</sup> Die für 100 °C angegebenen Festigkeitswerte gelten bis 120 °C. In den übrigen Bereichen ist zwischen den angegebenen Werten linear zu interpolieren, z. B. für 180 °C zwischen 100 °C und 200 °C, wobei eine Aufrundung nicht zulässig ist.

**Tabelle 6 — Kleinste zulässige Wanddicken (Nennwanddicken) bei Heizkesseln aus Stahl und sonstigen Werkstoffen außer Gusseisen<sup>1)</sup>**

| Wandungsteile                                                                                                                                                                                                                                                        | Zulässige Wärmeleistung<br>(kW) | Kleinste zulässige Nennwanddicken<br>(mm)                                             |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 | ferritische<br>Stähle                                                                 | austenitische Stähle nach<br>EN 10088 und sonstige<br>rostfreie Stähle |
| Feuer- und wasserberührte Wände des Feuerraums und ebene Wände der Heizflächen                                                                                                                                                                                       | $\leq 100$                      | 4                                                                                     | 2                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | $> 100 \leq 300$                | 5                                                                                     | 3                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | $> 300 \leq 4000$               | 6                                                                                     | 4                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | $> 4000$                        | 8                                                                                     | 4                                                                      |
| wasserberührte Wände und zusätzlich festigkeitsversteifte Heizflächen                                                                                                                                                                                                | $\leq 100$                      | 3                                                                                     | 1                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | $> 100 \leq 300$                | 4                                                                                     | 2                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | $> 300$                         | 5                                                                                     | 2                                                                      |
| Sonstige Rohre                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 | 2,9;<br><br>2 mm bei Aussen-<br>durchmesser;<br><br>< 17,2 mm,<br>unbeheizte<br>Rohre | 1                                                                      |
| <sup>1)</sup> Abweichungen sind möglich bei entsprechender Berechnung nach Anhang A bis E innerhalb der dort festgelegten Grenzen (Anhang A, Abschnitt 7) oder, soweit eine Berechnung nicht ohne weiteres möglich ist, bei positivem Abschluss eines Prüfprogramms. |                                 |                                                                                       |                                                                        |

## 6.1.4 Grundlage für die Berechnung

**6.1.4.1** Die Berechnungsregeln gelten für überwiegend statische Beanspruchung der Bauteile.

**6.1.4.2** Abweichungen von den Berechnungsregeln sind möglich, wenn auf andere Weise, z. B. durch Werkstoffprüfungen, Versuche, Spannungsanalysen o. ä., nachgewiesen wird, dass die sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllt werden.

**6.1.4.3** Einige für die Berechnung einheitlich verwendeten Berechnungsgrößen und die dazugehörigen Symbole und Einheiten enthält Tabelle 7. Die Bedeutung von Kopf- und Fußzeigern bei den Symbolen erläutert Tabelle 8.

**6.1.4.4** Bei Heizkesseln gilt als Berechnungsdruck  $p$  der zulässige Betriebsüberdruck  $p_1$ .

**6.1.4.5** Die Berechnungstemperatur setzt sich zusammen aus Bezugstemperatur und Temperaturzuschlag nach Tabelle 9. Die Temperaturzuschläge sind als Mindestwerte anzusehen.

Bei Heizkesseln mit thermostatisch zuverlässig begrenzter Absicherungstemperatur (Verwendung eines bauteilgeprüften Sicherheitstemperaturbegrenzers) gilt für unbeheizte Bauteile die Absicherungstemperatur als Bezugstemperatur.

**6.1.4.6** Für die Bemessung aufgrund vorwiegend ruhender Beanspruchung ist die zulässige Spannung  $\sigma_{zul}$  maßgebend. Sie ergibt sich nach Gleichung (1) zu

$$\sigma_{zul} = \frac{K}{S} \quad (1)$$

wobei der sich ergebende kleinste Wert aus dem Verhältnis der Festigkeitswerte  $K$  zu den Sicherheitsbeiwerten  $S$  nach Tabelle 10 ausschlaggebend ist.

**6.1.4.7** Beim Prüfüberdruck  $p'$  beträgt die zulässige Spannung nach Gleichung (2)

$$\sigma'_{zul} = \frac{K'}{S'} \quad (2)$$

wobei Festigkeitskennwert  $K'$  und Sicherheitsbeiwert  $S'$  Tabelle 11 zu entnehmen sind.

**6.1.4.8** Zu den errechneten Wanddicken  $s_0$  und dGleichung ist ein Zuschlag  $c_1$  zur Berücksichtigung der nach den einschlägigen Normen zulässigen Wanddickenunterschreitungen zu machen.

**6.1.4.9** Bei ferritischen Stählen beträgt der Abnutzungszuschlag  $c_2 = 1$  mm. Er entfällt, wenn die ausgeführte Wanddicke  $s_e \geq 30$  mm ist. Er entfällt außerdem, wenn die Wandungen ausreichend geschützt sind.

**6.1.4.10** Bei austenitischen Stählen und Nicht-Eisenmetallen entfällt der Abnutzungszuschlag.

**6.1.4.11** Bewertung von Schweißnähten

Bei der Berechnung von zugbeanspruchten Bauteilen von Heizkesseln dürfen Schweißnähte im allgemeinen bis zu  $VN = 0,8$  bewertet werden. Eine Bewertung bis  $VN = 1,0$  ist möglich, wenn der Schweißnahtbereich zusätzlichen Prüfungen unterzogen wird.

Für Bauteile nach der EU-Richtlinie 97/23/EG (PED), Artikel 3, Abschnitt 1.2, muss der Schweißfaktor nach Anhang I, Abschnitt 7.2, angewendet werden:

- bei Bauteilen, an denen zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen durchgeführt werden, um zu überprüfen, dass die Schweißverbindung keine wesentlichen Mängel aufweisen: 1;
- bei Bauteilen, an denen zerstörungsfreie Stichprobenprüfungen durchgeführt werden: 0,85;
- bei Bauteilen, an denen mit Ausnahme einer Sichtprüfung keine zerstörungsfreie Prüfungen durchgeführt werden : 0,7.

Erforderlichenfalls sind auch die Beanspruchungsart sowie die mechanischen-technologischen Eigenschaften der Schweißverbindung zu berücksichtigen.

Tabelle 7 — Berechnungsgrößen mit Symbolen und Einheiten

| Symbol         | Berechnungsgröße                                                                        | Einheit           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $B$            | Breite                                                                                  | mm                |
| $C$            | Zuschlag zur Wanddicke                                                                  | mm                |
| $D$            | Durchmesser                                                                             | mm                |
| $H$            | Höhe                                                                                    | mm                |
| $L$            | Länge                                                                                   | mm                |
| $P$            | Berechnungsdruck (Überdruck)                                                            | N/mm <sup>2</sup> |
| $P_0$          | Absoluter Druck (thermodynamische und hydrodynamische Parameter)                        | N/mm <sup>2</sup> |
| $P_1$          | Zulässiger Betriebsüberdruck                                                            | N/mm <sup>2</sup> |
| $P_2$          | Zulässiger Gesamtüberdruck (z.B. bei Heißwassererzeugern)                               | N/mm <sup>2</sup> |
| $P_3$          | Barometerdruck (atmosphärischer Luftdruck)                                              | N/mm <sup>2</sup> |
| $P_4$          | (jeweiliger) Betriebsüberdruck                                                          | N/mm <sup>2</sup> |
| $P_5$          | Hydrostatischer Druck                                                                   | N/mm <sup>2</sup> |
| $P_6$          | Dynamischer Druckverlust (Druckverluste durch Reibung, Beschleunigung, Umlenkung, usw.) | N/mm <sup>2</sup> |
| $P'$           | Prüfüberdruck                                                                           | N/mm <sup>2</sup> |
| $R$            | Radius                                                                                  | mm                |
| $S$            | Erforderliche Wanddicke des Grundkörpers mit Verschwächungen und mit Zuschlägen         | mm                |
| $s_e$          | Ausgeführte Wanddicke                                                                   | mm                |
| $s_o$          | Wanddicke des Grundkörpers ohne Verschwächungen und ohne Zuschläge                      | mm                |
| $V$            | Verschwächungsbeiwert, Schweißnahtfaktor                                                | –                 |
| $A$            | Fläche                                                                                  | mm <sup>2</sup>   |
| $E$            | Elastizitätsmodul                                                                       | N/mm <sup>2</sup> |
| $F$            | Kraft                                                                                   | N                 |
| $G$            | Schubmodul                                                                              | N/mm <sup>2</sup> |
| $I$            | Flächenträgheitsmoment                                                                  | mm <sup>4</sup>   |
| $K$            | Festigkeitskennwert                                                                     | N/mm <sup>2</sup> |
| $M$            | Moment                                                                                  | N/mm              |
| $S$            | Sicherheitsbeiwert                                                                      | –                 |
| $S'$           | Sicherheitsbeiwert bei der Druckprüfung                                                 | –                 |
| $U$            | Unrundheit                                                                              | %                 |
| $\delta_5$     | Bruchdehnung (Messlängenverhältnis = 5)                                                 | %                 |
| $\vartheta$    | Berechnungstemperatur                                                                   | °C                |
| $\nu$          | Querdehnzahl 0 0,3 für Stahl                                                            | –                 |
| $\varphi$      | Winkel                                                                                  | degrees           |
| $\sigma$       | Spannung                                                                                | N/mm <sup>2</sup> |
| $\bar{\sigma}$ | Mittlere Spannung                                                                       | N/mm <sup>2</sup> |
| $\sigma_1$     | Spannung in Längsrichtung                                                               | N/mm <sup>2</sup> |
| $\sigma_u$     | Spannung in Umfangsrichtung                                                             | N/mm <sup>2</sup> |

Tabelle 7 (fortgesetzt)

| Symbol                 | Berechnungsgrösse                                 | Einheit           |
|------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|
| $\sigma_v$             | Vergleichsspannung                                | N/mm <sup>2</sup> |
| $\sigma_{zul}$         | Zulässige Spannung bei ruhender Beanspruchung     | N/mm <sup>2</sup> |
| $\tilde{\sigma}_{zul}$ | Zulässige Spannung bei schwellender Beanspruchung | N/mm <sup>2</sup> |
| $\tilde{\sigma}_B$     | Mindestwert der Zugfestigkeit bei 20 °C           | N/mm <sup>2</sup> |

Tabelle 8 — Kopf- und Fußzeiger

| Zeichen      | Bedeutung                            |
|--------------|--------------------------------------|
| Kopfzeiger ^ | Maximalwert z. B. $\hat{p}$          |
| Kopfzeiger ^ | Minimalwert z. B. $\check{p}$        |
| Kopfzeiger - | Mittelwert z. B. $\bar{\sigma}$      |
| Kopfzeiger ~ | schwellend z. B. $\tilde{\sigma}$    |
| Kopfzeiger ' | zur Druckprüfung gehörend z. B. $p'$ |
| Fußzeiger    | Zahlenindex z. B. $\hat{n}_i$        |

Tabelle 9 — Bezugstemperaturen und Temperaturzuschläge

| Aggregatzu-<br>stand                    | Bezugstemperatur                                                                                                               | Temperaturzuschläge    |                                                                              |                                                              |                                 |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                         |                                                                                                                                | Unbeheizte<br>Bauteile | Beheizte Bauteile                                                            |                                                              |                                 |
|                                         |                                                                                                                                |                        | Beheizung überwiegend durch<br>Strahlung                                     | Berührung                                                    | gegen<br>Strahlung<br>abgedeckt |
| Wasser- oder<br>Wasserdampf-<br>gemisch | Sättigungstem-<br>peratur beim<br>zulässigen<br>Betriebsüberdruck<br>$p_1$ oder beim<br>zulässigen<br>Gesamtüberdruck<br>$p_2$ | 0 °C                   | 50 °C bei<br>Sammlern<br>(30 + 3 s <sub>e</sub> ) °C,<br>mindestens<br>50 °C | (15 + 2 s <sub>e</sub> ) °C,<br>jedoch<br>höchstens<br>50 °C | 20 °C                           |

Tabelle 10 — Festigkeitskennwerte K und zugehörige Sicherheitsbeiwerte S für Walz- und Schmiedestähle mit Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204 für den Werkstoff (  $\delta_5 \geq 14$  %) )

| Festigkeitskennwerte K über<br>Werkstoffe                            | Sicherheitsbeiwert S  |                       |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                                                      | bei innerem Überdruck | bei äußerem Überdruck |
| $\tilde{\sigma}_B$ bei 20 °C                                         | 2.4                   | 2.4                   |
| $\tilde{\sigma}_{S/\vartheta}$ bzw. $\tilde{\sigma}_{0,2/\vartheta}$ | 1.5                   | 1.8                   |

**Tabelle 11 — Festigkeitskennwerte  $K'$  und zugehörige Sicherheitsbeiwerte  $S'$  beim Prüfüberdruck  $p'$**

| Werkstoff                                                     | Festigkeitskennwerte $K'$  | Sicherheitsbeiwerte $S'$ |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Walz- und Schmiedestähle                                      | $\bar{\sigma}_S$ bei 20 °C | 1,1                      |
| Stahlguss                                                     | $\bar{\sigma}_S$ bei 20 °C | 1,4                      |
| Gusseisen mit Kugelgraphit                                    | $\bar{\sigma}_S$ bei 20 °C | 2,2                      |
| Gusseisen mit Lamellengraphit                                 | $\bar{\sigma}_S$ bei 20 °C | 5,0 <sup>a</sup>         |
| <sup>a</sup> Nur bei Bauteilen ohne Ausschnitte bzw. Abzweige |                            |                          |

### 6.1.5 Zylinderschalen unter innerem Überdruck

Siehe Anhang A.

### 6.1.6 Kugelschalen und gewölbte Böden unter innerem und äußerem Überdruck

Siehe Anhang B.

### 6.1.7 Gewölbte Flammrohrböden

Siehe Anhang C.

### 6.1.8 Ebene Wandungen, Verankerungen und Versteifungsträger

Siehe Anhang D.

### 6.1.9 Zylinderförmige Schalen unter äußerem Überdruck

Siehe Anhang E.

## 6.2 Heizkessel aus Gusswerkstoffen

Die in den Fertigungszeichnungen angegebenen Wanddicken dürfen die in Tabelle 12 angegebenen Mindest-Nennwanddicken nicht unterschreiten. Die tatsächliche Wanddicke bei der Fertigung der Kesselglieder und sonstiger druckbeanspruchter Bauteile muss größer sein als der 0,8-fache Wert der in der Zeichnung angegebenen Dicke.

Wenn bei aus Gussgliedern bestehenden Kesseln einer Typenreihe die in der Tabelle 12 genannten Grenzwerte der zulässigen Wärmeleistungen überschritten werden, gilt die Mindestwanddicke der nächstkleineren Größe dieser Typenreihe, sofern die Überschreitung der zulässigen Wärmeleistung nicht mehr als 25 % beträgt.

Tabelle 12 — Mindest-Nennwanddicken der Kesselglieder aus Gusswerkstoffen

| Nenn-Wärmeleistung<br>$P_n$<br>kW | Mindest-Nennwanddicken bei Gusseisen mit |                                                 |
|-----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                   | Lamellengraphit,<br>Aluminium<br>mm      | Kugelgraphit/ferritisch<br>geglüht, Kuper<br>mm |
| $P_n \leq 30$                     | 3,5                                      | 3,0                                             |
| $30 < P_n \leq 70$                | 4,0                                      | 3,5                                             |
| $70 < P_n \leq 300$               | 4,5                                      | 4,0                                             |
| $300 < P_n \leq 1000$             | 5,5                                      | 5,0                                             |
| $1000 < P_n$                      | 6,5                                      | 6,0                                             |

### 6.3 Weitere Anforderungen

#### 6.3.1 Entlüftbarkeit des Wasserraumes und der heizgasdurchströmten Räume

Siehe EN 303-1.

#### 6.3.2 Reinigung der Heizflächen

Siehe EN 303-1.

#### 6.3.3 Erkennbarkeit der Flammen

Siehe EN 303-1.

#### 6.3.4 Wasserseitige Dichtheit

Siehe EN 303-1.

#### 6.3.5 Austauschteile

Siehe EN 303-1.

#### 6.3.6 Wasserseitige Anschlüsse

Gewindestutzen müssen den internationalen Normen ISO 7-1 und ISO 7-2 und ISO 228/1 und ISO 228/2 und Flanschanschlüsse den internationalen Normen ISO 7005-1, ISO 7005-2 und ISO 7005-3 entsprechen. Die Anordnung der Anschlüsse ist gut zugänglich vorzusehen und so zu wählen, dass die dem jeweiligen Anschluss zugeordnete Funktion zuverlässig erfüllt werden kann. Um die Anschlüsse ist genügend Spielraum vorzusehen, damit die Verbindungsteile der Anschlussrohrleitungen (Flansche, Verschraubungen) mit dem dafür benötigten Werkzeug ungehindert montiert werden können.

Gewindeanschlüsse über DN 50 werden nicht empfohlen. Gewindeanschlüsse mit Nennweiten über DN 80 sind nicht zuverlässig. Sind Anschlüsse mit Flanschen versehen, so müssen die Gegenflansche und die Dichtungen mitgeliefert werden.

Jeder Heizkessel muss wenigstens einen Anschluss zum Füllen und Entleeren aufweisen. Dieser Anschluss kann ein gemeinsamer sein. Jeder Heißwassererzeuger muss auf der Vorder- oder Rückseite an der tiefsten Stelle eine Öffnung besitzen, über die eine Entleerung des Kessels möglich ist. Die Größen betragen mindestens

— bei Füllanschlüssen:

G 1/2 bei einer zulässigen Wärmeleistung bis 70 kW  
G 3/4 bei einer zulässigen Wärmeleistung über 70 kW

— bei Entleerungsanschlüssen an Heißwassererzeugern aus Stahl:

DN 25 bei einer zulässigen Wärmeleistung bis 1 MW  
DN 32 bei einer zulässigen Wärmeleistung über 1 MW bis 6 MW  
DN 50 bei einer zulässigen Wärmeleistung über 6 MW

— bei Entleerungsanschlüssen an Heißwassererzeugern aus Gusseisen:

DN 25 bei einer zulässigen Wärmeleistung bis 150 kW  
DN 32 bei einer zulässigen Wärmeleistung über 150 kW bis 350 kW  
DN 50 bei einer zulässigen Wärmeleistung über 350 kW

Externe Anschlüsse sind zulässig, wenn ein einwandfreies Füllen und Entleeren des Kessels sichergestellt ist.

### 6.3.7 Anschlüsse für Regel- und Anzeigeeinrichtungen und Sicherheitstemperaturbegrenzer

Jeder Kessel muss mindestens mit einem Anschluss für eine Tauchhülse für Temperaturregler, Sicherheitstemperaturbegrenzer und Thermometer mit einer Mindestweite von G 1/2 ausgerüstet sein. Abweichungen davon sind zulässig, wenn die Regeleinrichtungen Bestandteil der Kessellieferung sind und nicht durch andere Einrichtungen ausgetauscht werden dürfen.

Der Einbauort der Anschlüsse muss so festgelegt werden, dass die Kesselwassertemperatur hinreichend genau erfasst wird. Falls weitere Anschlüsse für Sicherheitseinrichtungen wie Druckwächter, Manometer, Wassermangelsicherung oder Sicherheitsventil vorgesehen werden müssen, so ist deren Nennweite, insbesondere beim Sicherheitsventil, dem Leistungs- und Einsatzbereich entsprechend zu dimensionieren.

### 6.3.8 Brenneranschlussmaße

Bis zu einer Nennwärmeleistung von 1000 kW gelten die Festlegungen der EN 303-1.

Bei Nennleistungen > 1000 kW sind die Brenneranschlussmaße zwischen Kessel- und Brennerhersteller zu vereinbaren.

### 6.3.9 Wärmedämmung

Alle Kessel, mit Ausnahme der Ausführungen, die zur direkten Beheizung des Aufstellungsraumes bestimmt sind, müssen mit einer Wärmedämmung versehen sein. Die Wärmedämmung darf sich unter Wärmeeinwirkung und Alterung ihre Isolierwerte an keiner Stelle wesentlich verändern und muss den üblichen thermischen und mechanischen Beanspruchungen genügen. Sie darf bei üblichen Betriebsbedingungen keine Schadstoffe freisetzen. Sie muss aus nicht brennbarem Material bestehen.

Der Abstand von Flächen mit Abgasberührung zu brennbaren Materialien muss mindestens so groß sein, dass an den brennbaren Materialien keine höhere Temperatur als 85 °C auftritt.

### 6.3.10 Wasserseitiger Widerstand des Heizkessels

Siehe EN 303-1.

### 6.3.11 Heizgasseitige Dichtheit

Siehe EN 303-1.

### 6.3.12 Temperaturregler und Temperaturbegrenzungseinrichtung

Jeder Kessel ist mit einem Sicherheitstemperaturbegrenzer max. 120 °C und einem Temperaturregler max. 110 °C ausgerüstet.

Der Sicherheitstemperaturbegrenzer muss eigensicher sein.

### 6.3.13 Zubehör für den Heizkessel

Siehe EN 303-1.

### 6.3.14 Elektrische Sicherheit

Siehe EN 303-1.

## 7 Prüfungen

Es gelten die allgemeinen Festlegungen der EN 303-1.

### 7.1 Heizkessel aus Stahl

#### 7.1.1 Bemessungsprüfung

Es wird eine ausreichende Bemessung nach G geprüft. Wird die Bemessung als Kaltwasser-Druckprüfung durchgeführt, so gilt: Die Prüfdauer der Kaltwasser-Druckprüfung muss mindestens zehn Minuten betragen und ist, wenn sie für eine Typenreihe gelten soll, an mindestens drei Kesselgrößen (kleinster Kessel, mittlere Größe, größter Kessel) durchzuführen. Bei der Bemessungsprüfung dürfen keine Undichtigkeiten oder wesentliche bleibende Verformungen auftreten.

Über die Prüfung ist ein Protokoll zu erstellen, welches folgende Angaben enthalten muss:

- genaue Bezeichnung des Prüfkessels mit Angabe der Zeichnungsnummer,
- Prüfüberdruck in bar und Prüfdauer,
- Prüfergebnis und
- Ort und Datum der Prüfung sowie Namen der beteiligten Personen. Der Prüfbericht muss mindestens von dem zuständigen Werksprüfer und einem Zeugen unterschrieben sein.

#### 7.1.2 Prüfung während der Fertigung

Der Prüfüberdruck muss:

- a) bei Temperaturen  $\leq 110\text{ °C}^{1)}$  :  $1,3 p_I$  ;
- b) bei Temperaturen  $> 110\text{ °C}^{1)}$  : dem größeren der folgenden Werte entsprechen:
  - dem 1,25-fachen wert der Höchstbelastung des Bauteils im Betrieb unter Berücksichtigung des höchstzulässigen Druckes und der höchstzulässigen Temperatur, oder
  - dem 1,43-fachen Wert des höchstzulässigen Druckes.

Bei der Wasserdruckprüfung dürfen keine Undichtigkeiten oder wesentliche, bleibende Verformungen auftreten.

---

1) siehe Anhang D

## 7.2 Heizkessel aus Gusseisen oder aus NE-Gußwerkstoffen

### 7.2.1 Bemessungsprüfung

Zur Beurteilung der Konstruktion und zum Nachweis der ausreichenden Bemessung sind je drei Vorder-, Mittel- und Hinterglieder eines Kesseltyps einer Berstdruckprüfung zu unterziehen, wobei ein Berstdruck von  $> 4 p_1 + 2$  bar für den Kessel bis zu einem zulässigen Betriebsüberdruck von 4 bar und  $> 5,25 p_1$  für Kessel mit zulässigem Betriebsdruck über 4 bar erzielt werden muss. Heizkessel aus Gusseisen sind einer Wasserdruckprüfung mit einem Überdruck von  $4 p_1$  mindestens jedoch 12 bar, zu unterziehen. Dabei dürfen keine Undichtigkeiten auftreten. Eine Wasserdruckprüfung mit einem Überdruck von  $2 p_1$ , mindestens jedoch 6 bar, ist ausreichend, wenn die Bemessung der Zuganker für einen Überdruck von  $4 p_1$ , mindestens jedoch 12 bar erfolgt ist.

### 7.2.2 Prüfung während der laufenden Fertigung

Jedes Kesselglied ist einer Kaltwasser-Druckprüfung mit einem Prüfüberdruck von  $2 p_1$  mindestens 10 bar zu unterziehen. Die Wanddicken der einzelnen Kesselglieder sind in der Fertigung einer Kontrolle nach EN 29000 zu unterziehen. Für die einzelnen Messpunkte sind die Grenzwerte als Nennwanddicken minus der zulässigen Toleranz festzulegen. Kesselglieder und druckbelastete Teile sind mit folgenden Angaben, die eingegossen sein müssen, zu kennzeichnen:

- Hersteller oder Herstellerzeichen,
- Werkstoffangabe,
- Gießdatum,
- Modell-Nummer,
- Zulassungszeichen, sofern ein solches erteilt worden ist.

Jeder Heizkessel ist vor der Ummantelung oder Wärmedämmung im Herstellerwerk einer Kaltwasser-Druckprüfung mit einem Überdruck wie in 7.1.2 angegeben (jedoch mindestens 4 bar) zu unterziehen. Wird der Gussheizkessel auf der Baustelle zusammengebaut, erfolgt die Wasserdruckprüfung vom Ersteller der Anlage. In diesem Falle hat der Kesselhersteller in der Montageanweisung auf diese Prüfung hinzuweisen und die notwendige Anweisung zu beschreiben. Bei der Wasserdruckprüfung dürfen keine Undichtigkeiten auftreten.

## 7.3 Heizgasseitige Dichtheitsprüfung

Siehe EN 303-1.

## 7.4 Kennzeichnung

Siehe EN 303-1.

# 8 Heizungstechnische Anforderungen

## 8.1 Allgemeines

Die Festlegung dieses Abschnittes gilt für Heizkessel aus Stahl oder Gusseisen mit Gebläsebrennern, die auf einem anerkannten Kesselprüfstand nach den Prüfregeln nach EN 304 zu prüfen sind. Die Prüfungen können auch unter sinngemäßer Anwendung der EN 303 am Aufstellungsort durchgeführt werden.

## 8.2 Kesselwirkungsgrad

Der Kesselwirkungsgrad nach Bild 1 darf im vorgesehenen Wärmeleistungsbereich bzw. bei Nenn-Wärmeleistung nicht unterschritten werden.

Beim Vergleich von Versuchsergebnissen bei den in Bild 1 angegebenen Werten müssen für die Luftzahl die folgenden Toleranzen beachtet werden:

< 300 kW:  $\pm 0,1$

$\geq 300$  kW:  $\pm 0,05$

Die folgenden Kesseltemperaturen müssen erreicht werden:

**Tabelle 13 — Kesseltemperaturen**

|                         | Nennleistung | Teillast |
|-------------------------|--------------|----------|
| Standard                | 70 °C        | 50 °C    |
| Niedertemperatur-Kessel | 70 °C        | 40 °C    |

Anmerkung Im Rahmen dieser Norm dürfen Niedertemperatur-Kessel bei Teillast bei Wassertemperaturen > 40 °C geprüft werden, da auch eine solche Prüfung sicherstellt, dass die nach EG Richtlinien bei 40 °C geforderten Wirkungsgrade erreicht werden.

Der Mindest-Wirkungsgrad, den Standard-Heizkessel im Leistungsbereich bis zu 400 kW erfüllen müssen, wird wie folgt berechnet:

a) Wirkungsgrad bei Nennleistung ( $P_n$ ):

$$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n;$$

b) Wirkungsgrad bei Teillast ( $0,3 P_n$ ):

$$a) \geq 80 + 3 \cdot \log P_n.$$

Der Mindest-Wirkungsgrad, den Niedertemperatur-Heizkessel bis zu 400 kW erfüllen müssen, wird sowohl für Nennleistung als auch für Teillast wie folgt berechnet:

$$\text{bei } P_n \text{ und } 0,3 P_n \geq 87,5 + 1,5 \log P_n.$$

## 8.3 Förderdruck und heizgasseitiger Widerstand

Siehe Bilder 2 und 3.

## 8.4 Abgastemperatur

Siehe EN 303-2.

## 8.5 Emissionsgrenzwerte

Nach EN 267 und EN 676.

## 8.6 Bereitschaftsverlust

Für  $\leq 1$  MW siehe EN 303-2.

Für  $\geq 1$  MW :

$$q_B = \frac{q_R \times \eta_k}{P_n} = \frac{q_R}{Q_B}, \text{ with } \eta_K = \frac{P_n}{Q_B}$$

Hierin bedeuten:

$q_B$  = Bereitschaftsverlust

$q_R$  = berechneter Wärmeabgabe eines Heizkessels in kW

$\eta_k$  = Kesselwirkungsgrad

$P_n$  = Nenn-Wärmeleistung in kW

$Q_B$  = Feuerungsleistung in kW

Es können folgende mittlere werte für die Wärmeabgabe eingesetzt werden:

a) für äussere Oberflächen:

$$q_{R1} = 50 \text{ W/m}^2$$

Bedingung: mindestens 80 mm Isolierstärke mit Dämmmaterial ( $\lambda \leq 0,45 \text{ W / mK}$ ) und Befestigung der Verkleidung ohne wesentliche Wärmebrücken.

b) für grossflächige Türen:

$$q_{R2} = 200 \text{ W/m}^2$$

Bedingung: mittlere Türtemperatur max. 20-25 K über Raumtemperatur.

c) für innere Wärmeabgabe der Heizflächen an zirkulierende Luft (bei angebautem Brenner)

$$q_{R3} = 100 \text{ W/m}^2$$

Bedingung: kann bei Einbau einer Abgasklappe entfallen.

$$q_R = q_{R1} \times F_1 + q_{R2} \times F_2 + q_{R3} \times F_3$$

Wird von den eingrenzenden Bedingungen abgewichen, muss gemäss EN 304 der Bereitschaftsverlust im Versuch ermittelt werden.

## 8.7 Oberflächentemperaturen

Siehe EN 303-2.

## 8.8 Bodentemperaturen

Siehe EN 303-2.

## 9 Technische Unterlagen, Lieferumfang

Siehe EN 303-1.

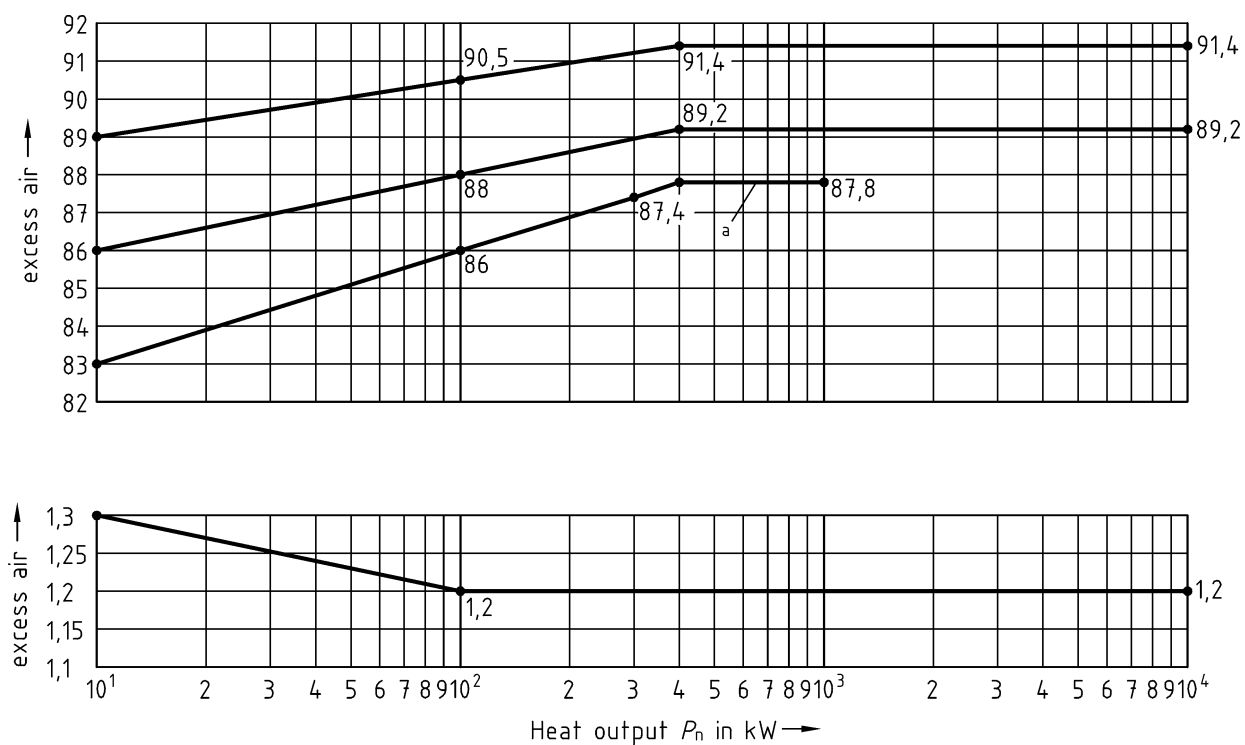


Bild 1 — Anforderungen an Heizkessel mit Gebläsebrenner

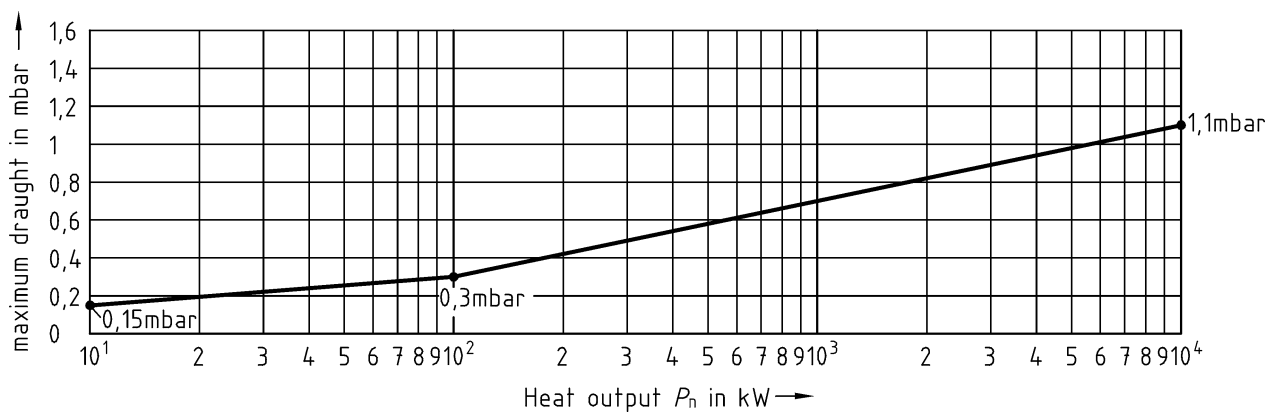


Bild 2 — Anforderungen an Kessel mit Unterdruck

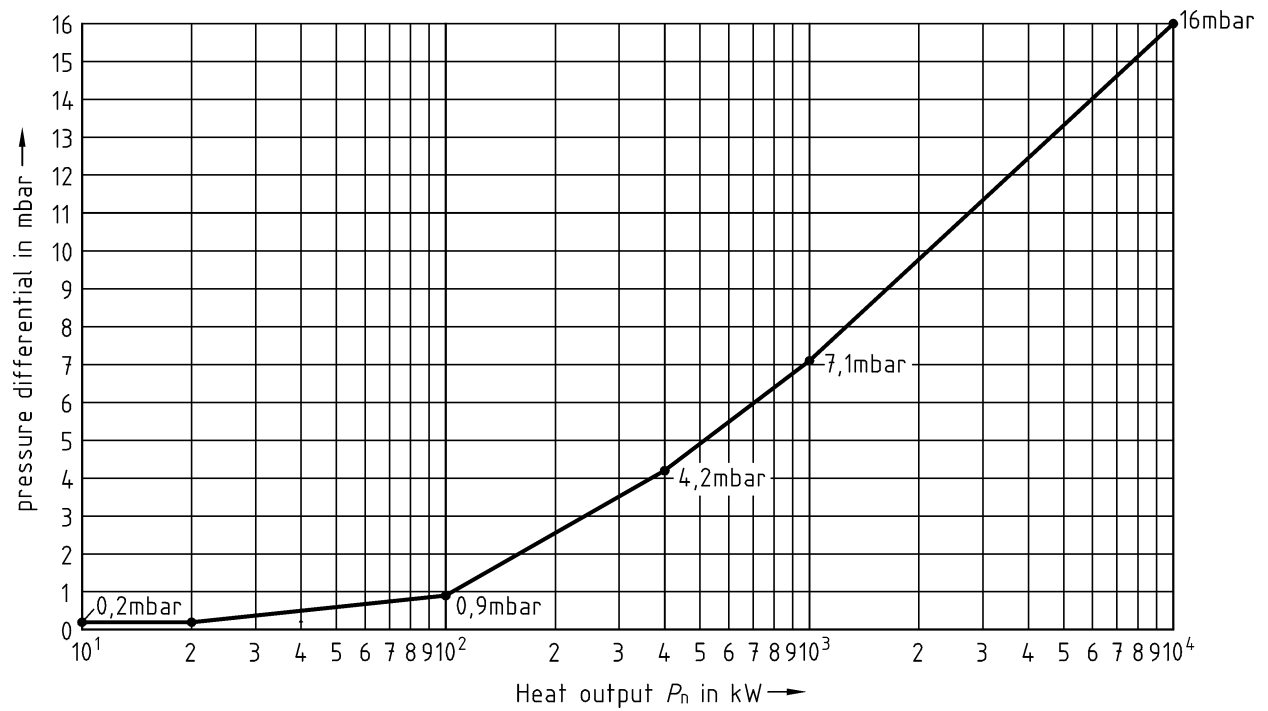


**Bild 3 — Maximaler heizgasseitiger Widerstand von Kesseln mit Überdruck**

## Anhang A (normativ)

### Zylinderschalen unter innerem Überdruck

#### A.1 Geltungsbereich

**A.1.1** Die nachstehenden Berechnungsregeln gelten für Zylinderschalen ohne und mit Ausschnitten (Rohre, Trommeln, Trenngefäße, Sammler, Mäntel, Schüsse und dGleichung) unter innerem Überdruck, bei denen das Verhältnis  $d_a / d_i \leq 1,7$  ist. Darüber hinaus sind Durchmesserhältnisse  $d_a / d_i$  bis 2,0 zulässig, wenn die Wanddicke  $s_v \leq 80$  mm beträgt.

**A.1.2** Die Berechnungsregeln gelten in erster Linie für verformungsfähige Werkstoffe ( $\delta_5 \geq 14$  %). Sie können für Ausführungen nach den Bildern A.1 bis A.6 auch bei weniger verformungsfähigen Werkstoffen angewendet werden, wenn dem geringeren Verformungsvermögen durch einen höheren Sicherheitsbeiwert Rechnung getragen wird und die Wanddicke des Grundkörpers  $s_v \leq 50$  mm ist.

**A.1.3** Die Berechnungsregeln berücksichtigen nur durch inneren Überdruck hervorgerufene Beanspruchungen. Zusätzliche Kräfte und Momente nennenswerter Größe müssen gesondert berücksichtigt werden. In diesem Fall gibt der Kesselhersteller die Größe der Kräfte und Momente an und weist nach, dass diese beachtet sind.

Systemschwingungen werden durch die folgende Rechnung nicht erfasst. Ihnen ist beispielsweise durch konstruktive Maßnahmen zu begegnen.

**A.1.4** Bei Zylinderschalen ohne Ausschnitte, die nach diesen Regeln berechnet werden, tritt bei Anwendung der angegebenen Sicherheitsbeiwerte nur im Bereich zeitunabhängiger Festigkeitskennwerte kein nennenswertes Fließen ein. Bei Zylinderschalen mit Ausschnitten können an den höchstbeanspruchten Stellen, insbesondere bei der ersten Belastung, plastische Verformungen auftreten, die bei Anwendung dieser Berechnungsregeln in tragbaren Grenzen bleiben.

**A.1.5** Für Zylinderschalen unter äußerem Überdruck gilt Abschnitt 6.1.9.

## A.2 Berechnungsgrößen und -einheiten

Tabelle A.1 — Berechnungsgrößen mit Symbolen und Einheiten

| Symbol      | Berechnungsgröße                                                                                                                                          | Einheit         |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| $A_p$       | druckbelastete Fläche ohne Berücksichtigung der Zuschläge                                                                                                 | mm <sup>2</sup> |
| $A_\sigma$  | tragende Querschnittsfläche ohne Berücksichtigung der Zuschläge                                                                                           | mm <sup>2</sup> |
| $\varphi_A$ | Winkel der Verbindungslinie zweier Ausschnitte zur Achsrichtung des Grundkörpers                                                                          | °               |
| $\psi_A$    | Neigungswinkel eines Abzweiges zur Mantellinie des Grundkörpers                                                                                           | °               |
| $\psi_{A1}$ | Neigungswinkel eines Abzweiges zur Tangente an die Umfangslinie des Grundkörpers                                                                          | °               |
| $B_s$       | Breite einer scheibenförmigen Verstärkung                                                                                                                 | mm              |
| $c_1$       | Zuschlag zur Wanddicke zur Berücksichtigung von Waddickenunterschreitungen                                                                                | mm              |
| $c_2$       | Korrosions- und Abnutzungszuschlag                                                                                                                        | mm              |
| $D_a$       | äußerer Durchmesser der Zylinderschale                                                                                                                    | mm              |
| $D_i$       | innerer Durchmesser der Zylinderschale                                                                                                                    | mm              |
| $D_{Aa}$    | äußerer Durchmesser eines Abzweiges                                                                                                                       | mm              |
| $D_{Ai}$    | Durchmesser von Ausschnitten oder innerer Durchmesser von Abzweigen:<br>bei elliptischen Ausschnitten die in Längsachse der Zylinderschale liegende Achse | mm              |
| $E_G$       | größte mittragende Länge des Grundkörpers                                                                                                                 | mm              |
| $f_l$       | Bewertungsfaktor für die Tragfähigkeit einer scheiben- oder rippenförmigen Verstärkung<br>bei vorwiegend ruhender Beanspruchung                           | -               |
| $l_0$       | zylindrische Auslauflänge am Grundkörper                                                                                                                  | mm              |
| $l_{A0}$    | zylindrische Auslauflänge am Abzweig                                                                                                                      | mm              |
| $l_{A1}$    | ausgeführte Länge der Verstärkung am Abzweig                                                                                                              | mm              |
| $l_{A2}$    | nach innen überstehende Länge einer Verstärkung am Abzweig                                                                                                | mm              |
| $S_v$       | Wanddicke des Grundkörpers mit Verschwächung und ohne Zuschläge                                                                                           | mm              |
| $s_{A0}$    | Wanddicke von Abzweigen ohne Zuschläge                                                                                                                    | mm              |
| $s_{Ae}$    | ausgeführte Wanddicke von Abzweigen                                                                                                                       | mm              |
| $S_S$       | Dicke einer scheibenförmigen Verstärkung                                                                                                                  | mm              |
| $T_l$       | Mittenabstand benachbarter Ausschnitte in Achsrichtung (Längsteilung)                                                                                     | mm              |
| $T_\varphi$ | Mittenabstand benachbarter Ausschnitte unter dem Winkel $\varphi$ , bezogen auf Wandmitte ohne Zuschläge                                                  | mm              |
| $V_A$       | Verschwächungsbeiwert für einen Einzelausschnitt                                                                                                          | -               |
| $V_L$       | Verschwächungsbeiwert für Lochreihen und Lochfelder                                                                                                       | -               |
| $V_N$       | Schweißnahtfaktor                                                                                                                                         | -               |

### A.3 Allgemeines

**A.3.1** Bei Zylinderschalen ohne Ausschnitte ist gegebenenfalls die Verschwächung durch die Schweißnaht zu berücksichtigen.

**A.3.2** Bei Zylinderschalen mit Ausschnitten kann der Verschwächung des Grundkörpers durch folgende Maßnahmen Rechnung getragen werden:

- 1) durch eine gegenüber der ungeschwächten Zylinderschale vergrößerte Wanddicke des Grundkörpers. Diese Wanddicke muss mindestens bis zu einer Länge  $e_G$ , vom Rand des Ausschnittes gemessen, vorhanden sein, Bild A.1.
- 2) durch Abzweige, die auf eine Länge  $l_{A1}$ , von der Außenwand des Grundkörpers gemessen, dickwandiger ausgeführt sind, als vom Innendruck her erforderlich ist, ohne oder in Verbindung mit einer Wanddickenvergrößerung des Grundkörpers; siehe Bilder A.2 bis A.4. Die Schweißverbindung zwischen Grundkörper und Abzweig muss volltragend sein, wobei bei Abzweigen entsprechend Bild A.3 ein wurzelseitiger Restspalt  $\leq 1,5$  mm vorhanden sein darf. Ein Wanddickenverhältnis  $s_{A0}/s_V$  bis 2 ist zulässig für  $d_{Ai} \leq 50$  mm. Dies gilt auch für Abzweige mit  $d_{Ai} > 50$  mm, sofern das Durchmesser Verhältnis  $d_{Ai}/d_i \leq 0,2$  ist. Bei Abzweigen mit  $d_{Ai} > 50$  mm und einem Durchmesser Verhältnis  $d_{Ai}/d_i > 0,2$  soll  $s_{A0}/s_V$  den Wert 1 nicht überschreiten. Diese Bedingungen gelten nicht für Befahr- und Besichtigungsöffnungen.

Eingewalzte oder eingesteckte und nur dichtgeschweißte Abzweige und durch Kehlnähte mit wurzelseitigem Restspalt  $> 1,5$  mm mit dem Grundkörper verbundene Abzweige können nicht als tragende Verstärkung gewertet werden.

Bei Abzweigen soll die zylindrische Länge bis zur Schweißnaht  $l_0 \geq s_V$  bzw.  $l_{A0} \geq s_{Ae}$  sein, siehe Bilder A.2 bis A.4.

Für Abzweige mit  $d_{Ai}/d_i \geq 0,7$ , die der Warmstreckgrenze berechnet werden, wird auf Abschnitt A.5.3.7 verwiesen. Bei Abzweigen, die mit Zeitstandfestigkeitswerten berechnet werden, soll  $d_{Ai}/d_i \leq 0,8$  und  $l_{A1} \geq e_A$  sein. Zusätzlich ist für  $d_{Ai}/d_i \geq 0,5$  die Bedingung  $s_{A0} \geq s_V \cdot d_{Ai}/d_i$  einzuhalten.

Allgemein ist auf sanfte Übergänge besonderer Wert zu legen. Wanddickenübergänge sind unter einem Winkel  $\leq 30^\circ$  auszuführen; siehe Bilder A.2 und A.4.

Ausschnittverstärkungen durch innen aufgeschweißte Ringe bzw. Scheiben sind nicht zulässig.

- 3) durch Verdickung der hochbeanspruchten Zonen im Ausschnittbereich, siehe Bilder A.5 und A.6, wie es durch Schmieden oder durch Schmieden und spanabhebende Bearbeitung erfolgen kann.

- 4) durch scheibenförmige Verstärkungen, Bilder A.7 und A.8. Diese Ausführungsarten dürfen nur für Berechnungstemperaturen  $\leq 250\text{ °C}$  verwendet werden. Scheibenförmige Verstärkungen müssen gut an den Grundkörper angepasst sein. Ihre tragende Breite, Bilder A.7 und A.8, darf höchstens mit  $b_s = e_G$  nach Gleichung (10) eingesetzt werden. Die Dicke  $s_s$  solcher Verstärkungen darf nicht größer in die Rechnung eingesetzt werden, als die ausgeführte Wanddicke  $s_e$  des Grundkörpers ist. Gegen Biegemomente, die an einem am Ausschnitt angesetzten Abzweig angreifen, sind solche Verstärkungen wenig wirksam.

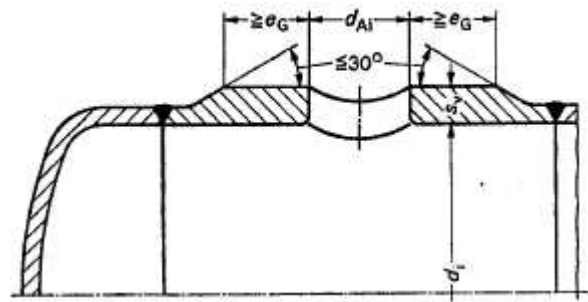


**Bild A.1 — Verstärkung durch Vergrößerung der Wanddicke des Grundkörpers mit Ausschnitt**

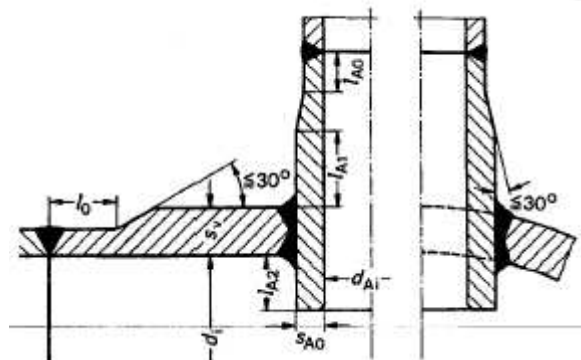


**Bild A.2 — Verstärkung durch durchgesteckten und durchgeschweißten Abzweig**

**A.3.3** Die unterschiedliche Wirksamkeit der Verstärkungen ist gemäß dem Bewertungsfaktor  $f_1$  nach Tabelle A.1 in der Rechnung zu berücksichtigen.

**A.3.4** Bei elliptischen Ausschnitten für Befahr- und Besichtigungsöffnungen wird vorausgesetzt, dass das Verhältnis von großer Achse zu kleiner Achse 1,5 nicht übersteigt. Bei elliptischen Ausschnitten gilt als Berechnungsdurchmesser die in Richtung der Mantellinie liegende Achse. (Schrägstützen siehe Abschnitte A.5.2 und A.5.5).