# Sonder-Ausgabe
zum
## Staatsanzeiger für die Freie Stadt Danzig.
Teil I

Nr. 11 Ausgegeben Danzig, den 22. Februar 1928


## Erlasse, Verordnungen und Verfügungen des Senats (Staatsverwaltung).

45

### Bekanntmachung.

Gemäß A Ziffer II der Verordnung über die Anlegung von Dampfkesseln vom 9. 1. 1928 (Gesetzbl. S. 3) werden die Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel, wie in nachstehender neuer Fassung geändert, bekannt gegeben.

### Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel
nebst
### Erläuterungen.

Inhalt:


Seite

**Werkstoffvorschriften** . . . . . 30—41

I. Allgemeine Bestimmungen . . . . . 30
Prüfungen
Zurichtung der Proben
Abnahme der Werkstoffe
Prüfmaschinen

II. Schweißstahl . . . . . 32
Nieteisen
Niete

III. Flußstahl . . . . . 33
Bleche und Kesselteile
Winkeleisen
Nieteisen
Niete
Anker und Stehbolzen
Wasser- und Ankerrohre

IV. Stahlguß . . . . . 37
Allgemeines
Art der Versuche
Anzahl der Probestücke
Abmessung der Probestäbe
Anforderungen

V. Andere Werkstoffe . . . . . 38
Legierter Stahl und legierter Stahlguß
Kupfer
Legierungen und sonstige Metalle

VI. Kesselteile . . . . . 39
Größere Kesselteile — Gepreßte Kesselteile
Ueberlappt feuergeschweißte Kesselschüsse und Kesseltrommeln
Nahtlos geschmiedete sowie gepreßte und gewalzte Kesselschüsse und Kesseltrommeln

Seite

**Bauvorschriften** . . . . . 41
I. Allgemeine Bestimmungen . . . . . 41
II. Werkstoffe . . . . . 41
III. Vernietung . . . . . 41
IV. Schweißung und Bearbeitung im Feuer . . . . . 41
Allgemeines
Bewertung von Schweißnähten
V. Berechnung der Blechdicken zylindrischer Dampfkesselwandungen mit innerem Überdruck 43
VI. Berechnung der Blechdicken von Dampfkesselflammrohren mit äußerem Überdruck . . 43
Allgemeines
Glatte und versteifte Rohre
Wellrohre und gerippte Rohre nach Systemen
VII. Berechnung der Blechdicken ebener Wandungen . . . . . 45
Allgemeines
Ebene Platten
Rohrplatten von Heizrohrkesseln
VIII. Berechnung der Blechdicken von Kesselböden ohne Verankerung gegenüber innerem Überdruck . . . . . 48
Gekrempte ebene Böden
Gewölbte Böden
IX. Berechnung der Blechdicken gewölbter Flammrohrböden mit Aushalsung oder Einhalsung für ein oder zwei Flammrohre . . . . . 50
X. Berechnung der Blechdicken gewölbter Böden gegenüber äußerem Überdruck . . . . . 50
Allgemeines
Berechnung der Blechdicken
XI. Schrauben und Verschraubungen . . . . . 51
Allgemeines
Berechnung
XII. Anker und Stehbolzen . . . . . 52
Allgemeines
Berechnung
XIII. Bügel- oder Deckenträger für Feuerbüchsendecken . . . . . 53
XIV. Mannloch- und andere Ausschnitte . . . . . 53
XV. Wasserkammer- und Teilkammerkessel . . . . . 53
XVI. Schlußbemerkung . . . . . 53
**Erläuterungen** . . . . . 54

# Werkstoffvorschriften für Landdampfkessel.

## I. Allgemeine Bestimmungen.

### IA. Prüfungen.

Alle zum Bau von Landdampfkesseln bestimmten Werkstoffe müssen zuverlässig, sowie von guter Beschaffenheit sein und müssen den nachfolgenden Anforderungen entsprechen.

Der Nachweis für die Eigenschaften ist durch Prüfungen zu erbringen, die durch Sachverständige[1]) in Übereinstimmung mit den folgenden Festsetzungen durchgeführt sind. Für solche Flußstahl-Bleche der Blechsorte I, bei denen nicht zu erwarten steht, daß die Erwärmung 300° C wesentlich übersteigt, und für andere zum Bau von Kesseln verwendete Werkstoffe, wie Winkeleisen, Nieteisen, Niete, Anker und Stehbolzen (vergl. IIA und B und IIIB bis E) mit geringerer Festigkeit als 44 kg/mm² kann der Werkstoffnachweis durch Werkbescheinigungen geführt werden, falls nicht vom Besteller Prüfung durch einen zuständigen Sachverständigen vorgeschrieben ist. (Für Wasser- und Ankerrohre sowie Stahlguß vergl. IIIF2f

[1]) d. s. die Ingenieure der Dampfkessel-Überwachung.

bezw. IV A 4.) Dem Sachverständigen ist auf Verlangen die Herstellungsart und die chemische Zusammensetzung der Schmelze bekanntzugeben. Der Sachverständige hat das Recht, dem Fertigungsvorgang jederzeit beizuwohnen[2]).

### I B. Zurichtung der Proben.

1. Die Probestäbe müssen den Werkstoff in dem Zustand enthalten, in dem er zur Herstellung der Kesselteile verwendet werden soll, bei Blechen also in ausgeglühtem Zustand.

2. Probestäbe mit sichtbaren Fehlern sind auszuscheiden.

3. Dicke und Breite der Probestäbe sind auf 0,1 mm genau zu messen.

4. Die Probestreifen müssen etwa 400 mm lang und in unbearbeitetem Zustande mindestens 50 mm breit sein.

5. Die Probestäbe müssen an den Schnittflächen derart bearbeitet sein, daß die Wirkung des Abtrennens zuverlässig beseitigt wird. Die Walzhaut muß bei Blechen nach Möglichkeit am Probestabe verbleiben.

6. Die Streifen zu Zugversuchen sind auf die Meßlänge von 200 mm und an beiden Enden je 10 mm weiter an den Schnittflächen sauber zu bearbeiten, darüber hinaus kann der Querschnitt zunehmen. Die Höchstbreite der Probe darf

bei Blechen bis 10 mm Dicke höchstens 60 mm,
" " über 10 mm bis 25 mm Dicke höchstens 50 mm,
" " über 25 mm Dicke höchstens 40 mm

betragen.

7. Die Streifen zu Biegeversuchen müssen an den Kanten etwas gerundet sein und dürfen über den zum Biegen angewendeten Dorn in der Breite nicht hervorragen.

### I C. Abnahme der Werkstoffe.

1. Sämtliche Werkstoffteile sind bei der Besichtigung in der Nähe der zu entnehmenden Proben abzustempeln, und zwar mit dem Stempel des abnehmenden Sachverständigen und einer Nummer.

Bei Blechen sind 2 Stempel, etwa 400 mm von den Kanten entfernt, aufzuschlagen, bei allen übrigen Werkstoffen genügt ein Stempel, welcher nahe einem Ende anzubringen ist.

2. Bei Rohren ist gegebenenfalls die Schweißnaht zu kennzeichnen. Einer Nummer bedarf es bei Rohren nicht.

3. Das Stempelzeichen ist in dem Prüfschein abzudrucken.

4. In der Regel sind die Werkstoffe auf dem Walzwerk zu prüfen. Bei Blechen sollen die Walzplatten nach Wahl des Werkes beschnitten und die anhängenden Abschnitte mit allen erforderlichen Proben an Kopf und Fuß angezeichnet und gestempelt sein. Alle Werkstempel müssen vom Fußende gesehen aufrecht stehen. Die Bleche sind mit den anhängenden Abschnitten ungeglüht dem Sachverständigen zur Stempelung auf metallisch blank gemachten Stellen vorzulegen. Nach dem etwa notwendigen Geraderichten sind Bleche, Probeabschnitte und gegebenenfalls Probestäbe gemeinsam und sachgemäß zu glühen, und zwar Probeabschnitte und -Stäbe nach Möglichkeit auf oder an dem Blech an dem Ende, an dem sie abgetrennt sind. Anderweitiges Nachglühen einzelner Probestücke ist nicht zulässig. Proben von Werkstoffen, die im Walzwerk selbst warm weiter verarbeitet werden, sind mit anderen glatten Kesselblechen gleicher Wärmebehandlung gemeinsam zu glühen.

5. Die Dicke der fertig beschnittenen Bleche ist an allen vier Ecken auf 0,1 mm genau zu messen. Die Meßpunkte sollen mindestens 40 mm vom Rande und mindestens 100 mm von den Ecken entfernt liegen (vergl. DIN 1620).

6. Bei Blechen bis 10 mm Dicke sind Unterschreitungen der Dicke bis zu 0,3 mm, bei Blechen über 10 mm Dicke bis zu 0,5 mm zulässig.

7. Entspricht das Versuchsergebnis den vorgeschriebenen Bedingungen nicht, so ist auf Verlangen des Werkes eine zweite Probe zu entnehmen, deren Versuchsergebnis maßgebend sein soll. Bei der Entnahme der Proben ist auf diese Wiederholung Rücksicht zu nehmen.

Ist der ungünstige Ausfall eines Versuches offensichtlich auf eine eng begrenzte Fehlstelle der Probe zurückzuführen, so kann dieses Ergebnis bei der Entscheidung über die Erfüllung der Vorschriften von dem Sachverständigen außer Betracht gelassen werden.

Die Stempelung auf den verworfenen Stücken ist zu vernichten. Ebenso sind Ersatzproben zu behandeln, oder die Stücke sind zu zerschneiden.

[2]) Der Sachverständige wird sich an die Dinormen halten, soweit nicht Abweichendes vorgeschrieben ist,

8. Die Zugfestigkeit wird in kg/mm² angegeben.

9. Die Bruchdehnung wird auf 200 mm Meßlänge in % ermittelt; sie kann nach zwei Verfahren bestimmt werden:

a) Die Bruchdehnung wird zwischen den die Meßlänge des Stabes begrenzenden Endmarken gemessen. Erfolgt der Bruch innerhalb eines der Enddrittel der Meßlänge, so ist der Versuch zu wiederholen, falls die Dehnung ungenügend ausfällt. Dieser neue Versuch ist aber nicht als Wiederholungsversuch für eine ungenügende Probe im Sinne von Ziff. 7 anzusehen.

b) Vor dem Versuche wird die Meßlänge zwischen den Endmarken in mindestens 10 Teile durch Zwischenmarken unterteilt. Die Ausmessung erfolgt wie in DIN 1605 angegeben. Rechteckige Stäbe sind entweder an der Schmalseite auszumessen, oder der beim Zusammenlegen der Probestücke entstehende Spielraum ist zu berücksichtigen.

10. Bei dem Abschreckbiegeversuch sind die Stäbe gleichmäßig zu erwärmen und bei niedriger Kirschrotglut (d. h. ungefähr 650° C; bei Sonderblechen kann eine andere Temperatur vereinbart werden) in Wasser von 28° C abzukühlen und dann um einen Dorn der bestimmten Dicke zu biegen.

11. Der Biegewinkel wird in Grad angegeben. Der Probestab gilt als gebrochen, wenn sich auf der Außenseite in der Mitte der Biegestelle ein deutlicher Bruch im Metall zeigt. Das Biegen soll langsam und stetig erfolgen, und zwar um einen Dorn von vorgeschriebenem Durchmesser D. Beträgt der Winkel 180°, so kann weiteres Zusammendrücken ohne Dorn erfolgen.

Die Länge der Dorne muß bei Flachstäben größer sein als deren Breite. Die Außenseite der Biegestelle muß bei Ausführung des Versuches frei sichtbar liegen.

12. Bei den Lochversuchen sollen die konischen Lochstempel bei etwa 50 mm Länge einen kleinsten Durchmesser von etwa 10 mm und einen größten Durchmesser von etwa 20 mm haben.

13. Alle zum Bau der Kessel verwendeten Teile müssen eine glatte Oberfläche haben. Walzsplitter, Schalen, Schiefer und Risse von geringer Tiefe sollen unter Anwendung geeigneter Mittel beseitigt werden. Geringe äußere Fehler, welche die Verwendbarkeit der Gebrauchsstücke nicht beeinträchtigen, sollen kein Hindernis für die Abnahme bilden.

### I D. Prüfmaschinen.

1. Die Prüfmaschinen müssen so gebaut sein, daß sie bei achtsamer Handhabung stoßfrei wirken.

2. Sie müssen auf ihre Richtigkeit leicht untersucht werden können.

3. Sie müssen, falls sie vom abnehmenden Sachverständigen nicht kurzer Hand geprüft werden können, mindestens alle drei Monate einmal durch Sachverständige auf richtiges Arbeiten aller Teile untersucht werden. Über diese Untersuchung ist ein Befundbericht aufzunehmen, der bei Werkstoffprüfungen auf Verlangen vorzulegen ist.

4. Die Einspannvorrichtung zu Zugversuchen muß ein selbsttätiges Einstellen des Probestabes bei Beginn des Zuges derart gestatten, daß die Zugkraft innerhalb der Meßlänge möglichst gleichmäßig über den Querschnitt verteilt wird.

## II. Schweißstahl.

Schweißstahl sollte zum Bau neuer Dampfkessel nur noch für Niete verwendet werden.

### II A. Nieteisen.

1. Art der Versuche.

a) Zugversuch (siehe II A 3 a),
b) Biegeversuch (siehe II a 3 b),
c) Stauch- und Lochversuch (siehe II A 3 c).

2. Anzahl der Probestücke.

4 % der abzunehmenden Stücke.

3. Anforderungen.

a) Zugfestigkeit 35 bis 40 kg/mm² bei einer Dehnung von mindestens 20 %.

b) In kaltem Zustande soll das Nieteisen, ohne Risse zu erhalten, so gebogen und glatt aufeinandergeschlagen werden können, daß die beiden Enden der Länge nach aufeinanderliegen.

c) In warmem Zustande soll sich ein Stück Nieteisen, dessen Länge doppelt so groß ist wie der Durchmesser, auf mindestens ein Drittel der Länge niederstauchen und dann lochen lassen, ohne aufzureißen.

## II B. Niete.

### 1. Art der Versuche.

Stauch- und Lochversuch (siehe II B 3).

### 2. Anzahl der Probestücke.

Von je 1000 Stück 2 Stück.

### 3. Anforderungen.

In warmem Zustande soll sich ein Nietschaft, dessen Länge doppelt so groß ist wie der Durchmesser, auf mindestens ein Drittel der Länge niederstauchen und dann lochen lassen, ohne aufzureißen.

# III. Flußstahl.

## III A. Bleche und Kesselteile.

### 1. Art der Versuche.

a) Zugversuch (siehe III A 4 a bis c).
b) Abschreckbiegeversuch (siehe III A 4 d).

### 2. Anzahl der Probestücke.

a) Von sämtlichen Walzplatten sind je eine Querzugprobe und eine Abschreckbiegeprobe von der Mitte des Kopfendes und vom Rande des Fußendes zu entnehmen.
b) Hinsichtlich größerer Kesselteile, z. B. Trommeln, vergl. VI B und C.

### 3. Bezeichnung der Bleche.

a) Jedes Blech ist seitens des Walzwerkes mit einem Stempel des Werks und mit einem die Art des Werkstoffes kennzeichnenden Stempel zu versehen, der in den Abnahmebescheinigungen abzudrucken ist. (M = Werkstoff, der im Flammofen erzeugt ist, Th = Thomasstahl, E = Elektrostahl, Ni = Nickelstahl usw.)

b) Solche Artstempel können ausnahmsweise fehlen, wenn in anderer Weise der Nachweis erbracht wird, daß der Werkstoff geprüft ist und den Anforderungen des Abschnittes III A 4 entsprochen hat.

### 4. Anforderungen.

a) Flußstahl darf keine geringere Zugfestigkeit als 35 kg/mm² und in der Regel keine höhere Zugfestigkeit als 56 kg/mm² haben. Für die Mindestdehnung aller Bleche gilt die folgende Zahlentafel:

| Festigkeit in kg/mm² . . . . . | über 46[a]) | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 bis 37 | 36 | 35 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Geringste Dehnung $\delta_4$ in % . . . . . | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |

Bis auf weiteres kommen 4 Blechsorten in Anwendung und zwar:

| | | Berechnungsfestigkeit |
|---|---|---|
| I. | Bleche mit 35 bis 44 kg/mm² . . . . . | 36 kg/mm² |
| II. | „ „ 41 „ 50 „ . . . . . | 41 „ |
| III. | „ „ 44 „ 53 „ . . . . . | 44 „ |
| IV. | „ „ 47 „ 56 „ . . . . . | 47 „ |

Der Unterschied zwischen Mindest- und Höchstfestigkeit darf bei einer einzelnen Walzplatte

bis 5 m Länge höchstens . . . . 5 kg/mm²
über 5 bis 10 m Länge höchstens 6 „
und über 10 m Länge höchstens . 7 „

betragen.

[a]) Sofern bei Blechen über 53 kg/mm² Festigkeit gleichzeitig die Probenquerschnitte kleiner sind als 1000 mm², genügt eine Dehnung von 18%.

b) Für diejenigen Teile des Kessels, die gebördelt werden oder im ersten Feuerzuge liegen (d. h. Stellen, an denen die Heizgastemperatur voraussichtlich über 700° C beträgt, oder die der strahlenden Wärme hocherhitzter Teile des Mauerwerks und der Feuerung ausgesetzt sind), dürfen nur Bleche bis 50 kg/mm² Höchstfestigkeit oder Sonderwerkstoff von gleicher Zähigkeit verwendet werden. Für gebördelte Bleche, die nicht von den Heizgasen bestrichen werden, können in besonderen Fällen Bleche der Sorte III zugelassen werden.

c) Aus Konstruktionsrücksichten kann für Mantelbleche, die nicht gebördelt und von den Heizgasen nicht bestrichen werden, auch ein Werkstoff von höherer Festigkeit, als für Sorte IV angegeben, zugelassen werden.

d) Bei dem Abschreckbiegeversuch (vergl. I C 10 und 11) muß sich der Probestreifen in Querfaser bis zu 180° zusammenbiegen lassen, ohne Risse zu zeigen, und zwar bei Blechen mit einer Festigkeit von

35 bis 44 kg/mm² (Blechsorte I), bis 30 mm Dicke flach, über 30 mm Dicke um einen Dorn von der einfachen Blechdicke,

41 bis 50 kg/mm² (Blechsorte II) und 44 bis 53 kg/mm² (Blechsorte III) um einen Dorn von der zweifachen Blechdicke,

47 bis 56 kg/mm² (Blechsorte IV) um einen Dorn von der dreifachen Blechdicke,

über 56 kg/mm² um einen Dorn von der vierfachen Blechdicke.

## III B. Winkeleisen.

### 1. Art der Versuche.

a) Biegeversuch (siehe III b 3 a),

b) Abschreckbiegeversuch (siehe III B 3 b).

### 2. Anzahl der Probestücke.

25 % der abzunehmenden Stücke.

### 3. Anforderungen.

a) In kaltem Zustande sollen sich die Schenkel von Winkeleisenstäben, deren Länge der doppelten Schenkelbreite gleich ist, langsam und stetig um mindestens 40° auseinanderbiegen lassen und abgeschnittene Längsstreifen aus den Flanschen bis zu einem Winkel von 180° zusammenbiegen lassen. Bei diesen Proben dürfen sich in der Kehle und in den Schenkeln nur Anfänge von Rissen zeigen.

b) Nach dem Abschrecken (vergl. I C 10 und 11) sollen sich Längsstreifen um einen Dorn, dessen Durchmesser gleich der dreifachen Schenkeldicke ist, bis zu 180° biegen lassen.

## III C. Nieteisen.

### 1. Art der Versuche.

a) Zugversuch (siehe III C 3 a),

b) Biegeversuch (siehe III C 3 b),

c) Stauch- und Lochversuch (siehe III C 3 c),

d) Abschreckbiegeversuch (siehe III C 3 d).

### 2. Anzahl der Probestücke.

4 % der abzunehmenden Stücke.

### 3. Anforderungen.

a) Zugfestigkeit 34 bis 42 kg/mm² bei einer Dehnung $\delta_i$ von mindestens 25 % und einer Gütezahl[4]) von mindestens 62. Soweit Bleche von höherer Zugfestigkeit als 41 kg/mm² verwendet werden, darf das Nieteisen entsprechend bis zu 50 kg/mm² Zugfestigkeit haben, wenn die Dehnung mindestens die gleiche wie in der Zahlentafel für Bleche ist (vergl. III A 4 a).

b) In kaltem Zustande soll das Nieteisen, ohne Risse zu zeigen, so gebogen werden können, daß der Abstand der parallel gebogenen Schenkel voneinander nicht mehr als $^1/_5$ des Nietdurchmessers beträgt.

c) In warmem Zustande soll sich ein Stück Nieteisen, dessen Länge doppelt so groß ist wie der Durchmesser, auf mindestens ein Drittel der Länge niederstauchen und dann lochen lassen, ohne aufzureißen.

[4]) Gütezahl = Zugfestigkeit (kg/mm² + Dehnung (%).

d) Nach dem Abschrecken (vergl. I C 10 und 11) soll sich das Nieteisen um einen Dorn, dessen Durchmesser gleich der zweifachen Dicke des Nieteisens ist, bis zu 180° biegen lassen, ohne Risse zu zeigen.

## III D. Niete.

### 1. Art der Versuche.

a) Stauch- und Lochversuch (siehe III D 3 a),
b) Abschreckbiegeversuch (siehe III D 3 b).

### 2. Anzahl der Probestücke.

Von je 1000 Stück 2 Stück.

### 3. Anforderungen.

a) In warmem Zustande soll sich ein Nietschaft, dessen Länge doppelt so groß ist wie der Durchmesser, auf mindestens $^1/_3$ der Länge niederstauchen und dann lochen lassen, ohne aufzureißen.

b) Nach dem Abschrecken (vergl. I C 10 und 11) soll sich ein Stück Nietschaft, dessen Länge doppelt so groß ist wie der Durchmesser, auf $^3/_5$ der Länge zusammenstauchen lassen, ohne daß die Oberfläche reißt.

## III E. Anker und Stehbolzen.

### 1. Art der Versuche.

a) Zugversuch (siehe III E 3 a).
b) Abschreckbiegeversuch (siehe III E 3 b).

### 2. Anzahl der Probestücke.

Von je 25 Stangen gleichen Durchmessers eine Stange.

### 3. Anforderungen.

a) Zugfestigkeit 34 bis 42 kg/mm² bei einer Dehnung $\delta_5$ von mindestens 25 % und einer Gütezahl von 62. Ausnahmsweise ist ein Werkstoff bis 50 kg/mm² zulässig, wenn die Dehnung mindestens die gleiche ist, wie in der Zahlentafel für Bleche (vergl. III A 4 a).

b) Nach dem Abschrecken (vergl. I C 10 und 11) soll sich ein Stück Anker- oder Stehbolzeneisen um einen Dorn gleich der zweifachen Dicke des Eisens bis zu 180° biegen lassen.

## III F. Wasser- und Ankerrohre.

### 1. Allgemeines.

Für Wasser- und Ankerrohre ist Flußstahl zu verwenden, der im Rohr eine Mindestfestigkeit von 35 kg/mm² bei mindestens 20% Dehnung (bezogen auf den langen Proportionalstab) haben muß. Wird legierter Werkstoff verwendet, so muß er mindestens denselben Anforderungen entsprechen.

Überhitzer- und flußstählerne Speisewasser-Vorwärmerohre, sowie Dampf und Wasser führende Rohre, die Teile des Kessels bilden, sind hinsichtlich der Prüfungen den Wasserrohren gleich zu stellen. Als Wasserrohre dürfen nur nahtlose Rohre verwendet werden.

Das Lieferwerk hat eine Bescheinigung beizubringen darüber:

a) daß die vorgeschriebene Mindestfestigkeit und Dehnung schmelzenweise an Rohren festgestellt worden ist;
b) daß sämtliche Rohre sich in gutem Glühzustande befinden;
c) daß sämtliche Rohre den Wasserdruckversuch bestanden haben (siehe III F 4 d).

### 2. Art der Versuche.

a) Besichtigung der Rohre, Ermittelung der Wanddicke,
b) Wasserdruckversuch,
c) Aufweitversuch,
d) Bördelversuch,
e) Abschreckbiegeversuch,
f) Zugversuch.

Der Nachweis der Prüfungen der Rohre ist durch Sachverständige zu erbringen. Für Wasserrohre, die für Kessel bis einschließlich 16 kg/cm² Überdruck bestimmt sind, sowie für Ankerrohre kann der Nachweis durch Werkbescheinigung geführt werden, falls nicht vom Besteller Prüfung durch einen zuständigen Sachverständigen vorgeschrieben ist.

### 3. Anzahl der Probestücke.

a) Versuch 2 a für alle Rohre.

b) Sofern nicht der Besteller die Prüfung einer größeren Anzahl Rohre vorschreibt, ist bei der Abnahme durch Sachverständige der Wasserdruckversuch an 10 % der abzunehmenden Rohre vorzunehmen.

Falls sich hierbei ein fehlerhaftes Rohr zeigt, so ist der Wasserdruckversuch an allen Rohren der betreffenden Gruppe (siehe III F 3 c) zu wiederholen.

c) Zu den übrigen Versuchen sollen die Rohre in Gruppen zu etwa 100 Stück vorgelegt werden Von den beiden ersten Hundert Rohren sind je 2 Rohre, von jedem weiteren ganzen oder angefangenen Hundert je 1 Rohr zur Probeentnahme nach freier Wahl herauszugreifen, mindestens aber 2 Rohre von jeder Lieferung. Genügt eines der ausgewählten Rohre bei einem Versuche nicht, so sind zwei weitere Rohre der betreffenden Gruppe zu entnehmen und den vorgeschriebenen Versuchen zu unterwerfen. Zeigt sich dabei ein Fehler, so ist die Gruppe dem Walzwerk zur Verfügung zu stellen und ihm anheimzugeben, sie in verbessertem oder vergütetem Zustande wieder vorzulegen. Versagt die Probe danach wiederum, so hat der Sachverständige die Gruppe endgültig zurückzuweisen und vom Werk den Nachweis zu verlangen, daß sie nicht wieder vorgelegt wird. Der gleiche Nachweis ist zu führen, wenn das Werk es ablehnt, von der Möglichkeit des Verbesserns und Vergütens Gebrauch zu machen.

d) Aufweit- und Bördelversuch nur an Rohren bis 140 mm Außen-Durchmesser, Bördelversuch nur bei einer Wanddicke

bis zu 13 % vom Außen-Durchmesser bei Rohren bis 60 mm Außen-Durchmesser
„ „ 12 % „ „ „ „ „ „ 89 „ „ „
„ „ 8 % „ „ „ „ „ „ 108 „ „ „
„ „ 6 % „ „ „ „ „ „ 140 „ „ „

e) Zugversuche nur an Rohren von über 140 mm Außen-Durchmesser und nicht weniger als 5 mm Wanddicke.

f) Bei Ankerrohren werden nur die Versuche 2 a, c und d ausgeführt.

### 4. Anforderungen.

a) Sämtliche Rohre müssen nach dem Auge gerichtet werden und senkrecht zur Rohrachse auf Maß geschnitten sein. Sie sollen möglichst kreisrund sein und walztechnisch glatte innere und äußere Oberfläche haben. Geringfügige Erhöhungen, Vertiefungen und flache Längsriefen sind nicht zu beanstanden.

b) Die Wanddicke der Wasserrohre soll bei einem Betriebsüberdruck bis einschließlich 22 kg/cm² der nachfolgenden Zahlentafel entsprechen:

| Außendurchmesser | | | | | Wanddicke |
|---|---|---|---|---|---|
| | bis | 23,5 | mm | | 2 mm |
| über | 23,5 | „ 30,5 | „ | | 2,5 „ |
| „ | 30,5 | „ 38,0 | „ | | 2,5 „ |
| „ | 38,0 | „ 44,5 | „ | | 2,5 „ |
| „ | 44,5 | „ 57,0 | „ | | 2,75 „ |
| „ | 57,0 | „ 70,0 | „ | | 3 „ |
| „ | 70,0 | „ 76,0 | „ | | 3 „ |
| „ | 76 | „ 89 | „ | | 3,25 „ |
| „ | 89 | „ 102 | „ | | 3,75 „ |
| „ | 102 | „ 108 | „ | | 3,75 „ |
| „ | 108 | „ 121 | „ | | 4 „ |
| „ | 121 | „ 133 | „ | | 4 „ |
| „ | 133 | „ 159 | „ | | 4,5 „ |
| „ | 159 | „ 191 | „ | | 5,5 „ |
| „ | 191 | „ 216 | „ | | 6,5 „ |

Für Betriebsüberdrücke über 22 kg/cm² müssen die Wanddicken in mm nachgerechnet werden nach der Formel

$$s = \frac{p \cdot d}{200 \cdot k} + 1{,}5 \text{ mm},$$

worin

$d$ = Innen-Durchmesser des Rohres in mm
$p$ = größten Betriebsüberdruck in kg/cm²
$k$ = zulässige Beanspruchung = 5 kg/mm²

bedeuten.

Die in obiger Zahlentafel angegebenen Mindestwanddicken und die Berechnungsformel gelten nur für gerade Rohre. Für stark gekrümmte Rohre sind angemessene Zuschläge zur Wanddicke zu machen.

Die Wanddicke der dem Feuer zunächst liegenden beiden Rohrreihen muß mindestens 1 mm mehr betragen als die Formel ergibt. Werden die Rohre der zweiten Rohrreihe durch die Rohre der ersten Rohrreihe gedeckt, so genügt die Verstärkung für die Rohre der ersten Reihe.

Die Wanddicke ist an beiden Enden zu ermitteln. Sie darf von der vorgeschriebenen

bei Rohren bis 133 mm Außen-Durchmesser um nicht mehr als + 10 %
" " über 133 mm " " " " " " + 12 %,

an vereinzelten Stellen, deren Längen höchstens den doppelten Durchmesser betragen dürfen, um nicht mehr als + 20 % abweichen. Bei Ankerrohren darf die Wanddicke um nicht mehr als + 15 % von der vorgeschriebenen abweichen.

c) Vom Außen-Durchmesser sind die folgenden Abweichungen gestattet:

| | |
|---|---|
| bis 50 mm | ± 0,5 mm |
| über 50 bis 200 mm | ± 1 % |
| " 200 mm | ± 1,5 % |

d) Die Rohre müssen bis zu einem höchsten Betriebsüberdruck von 22 kg/cm² einem Wasserdruck von der 3 fachen Höhe des festgesetzten Betriebsüberdruckes, mindestens aber von 40 kg/cm² widerstehen, ohne bleibende Formänderung oder Undichtheiten zu zeigen. Rohre für mehr als 22 kg/cm² Betriebsüberdruck sind mit dem 2,5 fachen Betriebsüberdruck + 11 kg/cm² zu prüfen. Die Rohre sind, während sie unter dem Probedrucke stehen, mit einem Handhammer von 0,8 bis 1,2 kg Gewicht leicht abzuhämmern.

e) Der Aufweitversuch hat auf folgende Weise zu geschehen:

Ein eingefetteter, kegeliger Dorn mit zylindrischer Fortsetzung von dem vorgeschriebenen Durchmesser am dicken Ende ist in das Rohrende in kaltem Zustande mittels Hammer oder Presse einzutreiben, bis der zylindrische Ansatz etwa 30 mm tief in das Rohr eingedrungen ist. Das Rohr darf dabei Risse nicht bekommen. Die Aufweitung soll hierbei folgende Werte erreichen:

bei einer Wanddicke bis zu 4 mm 10 % des Innen-Durchmessers,
" " " über 4 mm 6 % " " "

Bei Rohren über 6 mm Wanddicke kann das Aufweiten auch durch Walzen geschehen.

f) Das Umbördeln soll mit geeigneten Bördelwerkzeugen erfolgen. Die Rohrenden müssen sich in einer Bördelbreite, die (innen gemessen) mindestens das $1^1/_2$ fache der Wanddicke und nicht weniger als 12 % des Innen-Durchmessers beträgt, kalt um 90° umbördeln lassen, ohne Risse zu zeigen. Die Kanten des zu bördelnden Rohrendes sind vor dem Bördelversuch leicht abzurunden.

g) Nach dem Abschrecken (vergl. I C 10) sollen sich Rohrabschnitte von etwa 100 mm Länge bis auf einen Spalt von der doppelten Wanddicke derart zusammendrücken lassen, daß die Wandungen in der Mitte parallel laufen. Die Rohrabschnitte dürfen dabei keine Risse zeigen.

Für Rohre, deren Wanddicke mehr als 20 % des Außen-Durchmessers beträgt, sind besondere Vereinbarungen zu treffen.

h) Für den Zugversuch sind bei Rohren über 140 mm Außen-Durchmesser lange Proportionalstäbe in der Querrichtung der Rohre herauszuarbeiten. Die Stäbe werden rotwarm gerade gerichtet und darauf ausgeglüht.

## IV. Stahlguß.

### IV A. Allgemeines.

1. Der zu Stahlguß verwendete Stahl muß im Martin-, Tiegel-, Elektroofen oder in der Birne erzeugt und in Formen gegossen sein. Er muß ohne weitere Behandlung schmiedbar sein. Die Verwendung von getempertem oder sonstigem Gußeisen mit stahlähnlichen Eigenschaften ist unzulässig.

2. Die Stahlgußstücke müssen vor ihrer Verwendung zweckentsprechend geglüht sein. Auf Verlangen hat das Lieferwerk hierüber eine Bescheinigung beizubringen.

3. Es werden bis auf weiteres 2 Sorten Stahlguß unterschieden:

Stahlguß I mit einer Festigkeit von 35—45 kg/mm² und einer zulässigen Beanspruchung von 4 kg/mm²,

Stahlguß II mit einer Festigkeit von über 45 kg/mm² und einer zulässigen Beanspruchung von 5 kg/mm².

Bei der Errechnung der Wanddicken muß die Minustoleranz berücksichtigt werden [5]).

[5]) Vergl. IV E 2. Wegen höherer Temperaturen vergl. „Bauvorschriften für Landdampfkessel, I. Allgemeine Bestimmungen".

4. Für Stücke mit einem Gewicht von mehr als 300 kg sowie für Überhitzerkästen und ähnliche Stücke, bei denen zu erwarten steht, daß die Erwärmung 300° wesentlich übersteigt, ist Abnahme durch einen zuständigen Sachverständigen erforderlich. Im übrigen kann, falls nicht vom Besteller Prüfung durch einen Sachverständigen vorgeschrieben ist, der Nachweis für die Einhaltung der Vorschriften durch Werkbescheinigung geführt werden.

Kesselteile, für welche auch Gußeisen zulässig ist, bedürfen keiner Prüfung.

### IV B. Art der Versuche.

1. Besichtigung und Ausmessung,
2. Wasserdruckversuch,
3. Zerreißversuch,
4. Kaltbiegeversuch.

Auf Verlangen hat das Werk einen Nachweis über die chemische Zusammensetzung der Schmelze beizubringen.

### IV C. Anzahl der Probestücke.

1. Versuch B 1 ist an allen Stücken,
   Versuch B 2 an allen Hohlkörpern durchzuführen.
   Versuch B 3 und 4 ist von jeder Schmelze und an allen Stücken mit einem Gewicht von mehr als 300 kg vorzunehmen, ferner an Überhitzerkästen und ähnlichen Stücken, bei denen zu erwarten steht, daß die Erwärmung 300° C wesentlich übersteigt.
2. Die Probestäbe sind an das Formstück anzugießen und verbleiben daran bis nach dem Ausglühen. Stäbe und Stücke sind vor dem Abtrennen übereinstimmend zu stempeln. Lose gegossene Probestäbe sind nur in Ausnahmefällen im Einvernehmen mit dem zuständigen Sachverständigen zulässig.

### IV D. Abmessung der Probestäbe.

1. Die Zerreißstäbe sollen in der Regel als kurze Normalstäbe mit 20 mm Durchmesser und 100 mm Meßlänge hergestellt werden, jedoch sind auch Stäbe mit kleinerem Durchmesser und $L = 5\,d$ zulässig.
2. Die Kaltbiegeproben sollen quadratischen Querschnitt mit leicht gerundeten Kanten haben und in der Regel mit $30 \times 30$ mm Seitenlänge hergestellt werden. Sie dürfen allseitig bearbeitet vorgelegt werden.

### IV E. Anforderungen.

1. Stahlgußstücke dürfen keine Gußfehler haben, welche die Verwendbarkeit und Bearbeitbarkeit des Stückes beeinträchtigen.
   Solche Fehler dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des zuständigen Sachverständigen ausgebessert werden. Nach etwaigen Schweißarbeiten ist das Stück in der Regel erneut auszuglühen.
2. Die Wanddicke des Stückes ist an mehreren Stellen nachzumessen; sie darf bei Wanddicken bis 20 mm das Sollmaß um höchstens 20 %, bei größeren Wanddicken um höchstens 15 % unterschreiten.
3. Alle Hohlkörper sind einem Wasserdruckversuch mit dem doppelten Betriebsüberdruck zu unterwerfen.

| | Stahlguß I | Stahlguß II |
|---|---|---|
| 4. Zugfestigkeit kg/mm² | 35 — 45 | über 45 |
| Dehnung % auf $L = 5\,d$ (vergl. IV D 1) | 25 | 22 |

5. Kaltbiegeversuch: Die Proben sind um einen Dorn vom Durchmesser der doppelten Probendicke zu biegen. Der Biegewinkel muß betragen:

| | |
|---|---|
| bei Stahlguß I | 180° |
| bei Stahlguß II | 90° |

## V. Andere Werkstoffe.

### V A. Legierter Stahl und legierter Stahlguß.

Legierter Stahl und legierter Stahlguß soll mindestens denselben Anforderungen entsprechen, wie im Abschnitt III (Flußstahl) bezw. IV (Stahlguß) angegeben. Im Zweifelsfall ist bei Neueinführung die Gleichwertigkeit durch eingehende Sachverständigenprüfungen nachzuweisen, zu denen z. B. auch der Schmiede- und Lochversuch gehört.

Bei dem Schmiedeversuch müssen Längsstreifen von Blechen von ungefähr 50 mm Breite in rotwarmem Zustande mit der Hammerfinne quer zur Walzrichtung mindestens auf das $1^1/_2$fache ihrer Breite ausgebreitet werden können, ohne an den Kanten und auf der Fläche Risse zu erhalten.

Bei dem Lochversuch dürfen Streifen, die in rotwarmem Zustande in einer Entfernung vom Rande gleich der halben Dicke des Streifens mit einem kegeligen Lochstempel gelocht werden, vom Loch nach der Kante nicht aufreißen.

### V B. Kupfer.

1. Für Kupfer kann, wenn größere Festigkeit nicht nachgewiesen wird, eine Zugfestigkeit von 22 kg/mm² bei Temperaturen von 100° C angenommen werden. Bei höherer Temperatur ist die Zugfestigkeit für je 20° C mehr um 1 kg/mm² niedriger zu wählen.

2. Für kupferne Dampfrohrleitungen ist innerhalb der in V B 1 bezeichneten Grenze eine Werkstoffbeanspruchung von höchstens $^1/_{10}$ der Zugfestigkeit zulässig.

3. Bei überhitztem Wasserdampf von 250° C und mehr ist die Verwendung von Kupfer zu vermeiden.

### V C. Legierungen und sonstige Metalle.

Die zulässige Beanspruchung ist auf Grund von Sachverständigenprüfungen zu vereinbaren.

## VI. Kesselteile.

### VI A. Größere Kesselteile — Gepreßte Kesselteile.

1. Werden größere Kesselteile durch Schmieden, Pressen oder dergleichen aus Blöcken hergestellt, oder erfordern Stücke eine Bearbeitung, durch welche die Eigenschaften des Werkstoffes verändert werden können, so ist der Werkstoff an jedem fertigen Stück, sowie jedes Stück als Ganzes zu prüfen. Verwendet eine herstellende Firma einen neuen Werkstoff, so ist zunächst zu verfahren, wie unter V A angegeben, und späterhin ist aus jedem Stück eine Werkstoffprobe zu entnehmen, um festzustellen, ob die Güte dieselbe ist, wie bei dieser eingehenden Prüfung ermittelt.

2. Handelt es sich um kleinere Teile, z. B. Vierkantrohre für Einzelkammern von Wasserrohrkesseln, so ist die Beschaffenheit des Werkstoffes an 2 % der Stücke, mindestens an 2 Stücken zu prüfen. (Zugfestigkeit, Bruchdehnung in Längs- und Querrichtung; Anforderungen wie für Bleche, doch soll die Bruchdehnung in der Querrichtung, sofern flache Riefen vorhanden sind, um 2 % geringer sein dürfen. Scharfe Riefen dürfen an keinem Stück tiefer sein als $^1/_{20}$ der Wanddicke, aber nicht tiefer als 0,8 mm. Ferner Kaltbiegeversuch mit Anforderungen wie bei dem Abschreckbiegeversuch bei Blechen.)

### VI B. Überlappt feuergeschweißte Kesselschüsse und Kesseltrommeln.

1. Die zu verwendenden Bleche werden nach den vorstehenden Vorschriften geprüft. Die Stempel sind so zu legen, daß sie bei der späteren Verarbeitung der Bleche nicht beschädigt werden können. Es ist dafür zu sorgen, daß die Stempel auch am fertigen Stück noch lesbar sind.

2. Die fertigen Kesselschüsse und -Trommeln sind im zylindrischen Teil im Abstand von etwa je 1 m nachzumessen. An diesen Stellen soll der tatsächliche Umfang der Kesselschüsse und -Trommeln vom Soll-Umfang um nicht mehr als ± 1,5 % abweichen. Aus dieser Messung ist der tatsächliche Innen-Durchmesser festzustellen.

Bei ablieferungsfertigen Kesselschüssen darf das Unrundsein von dem tatsächlich ermittelten Innen-Durchmesser eines Querschnittes bis zu ± 1,5 % betragen. Der Unterschied zwischen dem kleinsten und dem größten Innen-Durchmesser eines Querschnittes darf jedoch nicht mehr als 30 mm betragen. Bei ablieferungsfertigen Trommeln darf das Unrundsein von dem tatsächlich ermittelten Innen-Durchmesser eines Querschnittes bis zu ± 2 % betragen. Der Unterschied zwischen dem kleinsten und dem größten Innen-Durchmesser eines Querschnittes darf jedoch bei Trommeln bis zu 1400 mm Außen-Durchmesser nicht mehr als 50 mm und bei Trommeln über 1400 mm Außen-Durchmesser nicht mehr als 60 mm betragen.

Das Unrundsein wird festgestellt durch Messung des kleinsten und des größten Innen-Durchmessers eines Querschnittes. Die Tiefe einzelner eingedrückter und ausgebeulter Stellen darf 1 % des Außen-Durchmessers in der Meßebene nicht übersteigen.

Die Abweichung von den Graden bei Kesselschüssen, festgestellt durch Anlegen einer Schnur an den Längsseiten, darf bis zu 0,3 % von der zylindrischen Länge des Schusses betragen.

Die Abweichung von der Geraden bei Trommeln, festgestellt durch Anlegen einer Schnur an den Längsseiten, darf bis zu 0,5 % von der zylindrischen Länge der Trommel betragen.

3. Die fertiggeschweißten Kesselschüsse und die geschweißten Trommeln mit angestauchten oder eingeschweißten Böden sind auszuglühen und darauf dem Sachverständigen zum Wasserdruckversuch mit mindestens dem $1^1/_2$fachen Betriebsüberdruck bereitzustellen. Während der Dauer des Wasserdruckversuches darf das Probestück keine Undichtheit oder bleibende Formänderung zeigen; treten Geräusche (Knistern, dumpfer Knall) während des Druckversuches auf, so ist das Probestück anschließend an den Versuch dem Sachverständigen erneut zur inneren Untersuchung bereitzustellen.

Wird ein höherer Versuchsdruck gewählt, so ist ein Befahren des Probestückes und anschließendes Ausglühen in allen Fällen erforderlich, in denen aus besonderen Anzeichen oder rechnerisch zu schließen ist, daß in einem Teile des Probestückes der Werkstoff bis in die Nähe der Streckgrenze beansprucht worden ist.

### VI C. Nahtlos geschmiedete sowie gepreßte und gewalzte Kesselschüsse und Kesseltrommeln.

1. Die Schüsse und Trommeln werden in rohem oder vorgearbeitetem oder auch fertig bearbeitetem Zustande, aber mit noch anhaftenden Proberingen oder Probelappen zur Prüfung vorgelegt. Die Kontrollstempel werden auf metallisch blanke Stellen eingeschlagen. Je nach dem Bearbeitungsgrad, in dem die Stücke zur Vorlage kommen, kann ein- oder mehrmaliges Umstempeln erforderlich werden.

2. An den Schüssen und Trommeln sind an beiden Enden genügend breite Probenringe (mindestens 50 mm) oder entsprechend große Probelappen zu belassen. Es sind herauszuarbeiten:

je eine Querzugprobe (tangential),
„ „ Querbiegeprobe.

Das Probestück vom Kopfende des Gußblocks soll in der Regel durch den Abschreckbiegeversuch (vergl. I C 10 und 11), das vom Fußende durch den Biegeversuch geprüft werden.

3. Die Zerreißstäbe sind in der Regel als kurze Normalstäbe mit 100 mm Meßlänge herzustellen. Nach Bedarf können auch kurze Proportionalstäbe (vergl. DIN 1605) gewählt werden. Als Mindestdehnungen sind zu verlangen:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zugfestigkeit > | 35 | 36 | 37 | 41 | 43 | 44 | 45 | 46 | 51 kg/mm² |
| Dehnung | 30 | 29 | 28 | 27 | 25 | 24 | 23 | 22 | 20 % |

Die Biegeproben erhalten, soweit es die Abmessungen der Schüsse oder Trommeln zulassen, 30×30 mm Querschnitt und etwa 300 mm Kantenlänge; bei geringeren Abmessungen der Stücke 20×20 mm Querschnitt. Die Proben müssen sich um einen Winkel von 180° biegen lassen, ohne auf der Zugseite Risse im metallischen Werkstoff zu erhalten. Die Proben sind in der Richtung der Trommelrundung zu biegen.

| Festigkeitsgruppen | Durchmesser des Dornes |
|---|---|
| Zugfestigkeit bis 41 kg/mm² einschließlich | Zusammenbiegen flach |
| über 41 bis 47 kg/mm² | Dorndmr. = 2-fache Probendicke |
| „ 47 kg/mm² | „ = 3-fache „ |

4. Der Sachverständige hat, soweit möglich, die endgültige Lage des fertigen Kesselkörpers in dem rohen Stück zu ermitteln und die Lage der Proben so zu bestimmen, daß sie in die Zone der Fertigwanddicke zu liegen kommen.

5. Die Probestäbe dürfen weder kalt noch warm gerichtet werden.

6. Die Schüsse oder Trommeln sind von dem Sachverständigen zu befahren.

7. Werden an den Trommeln die Böden angestaucht, so findet die Werkstoffprüfung nach dem Stauchen und nachfolgenden Ausglühen statt. In diesem Falle müssen die Probenringe oder Probelappen vor dem Abtrennen gleichlautend mit der Trommel selbst gestempelt werden, damit die Zusammenhörigkeit festgestellt werden kann. Die Probestücke müssen an der Wärmebehandlung der gekümpelten Trommel teilnehmen. Die Prüfung wird dann sinngemäß nach VI C 1 bis 6 vorgenommen.

8. Zur Feststellung der Wanddicke und des Innen-Durchmessers wird die Trommel, soweit möglich, nach beendeter Dreharbeit vor dem Kümpeln vorgelegt. Eine Unterschreitung der Wanddicke ist bis zu 0,5 mm zulässig. Die Kesselschüsse und -Trommeln sind im zylindrischen Teile im Abstand von je 1 m nachzumessen. An diesen Stellen sollen ihre mittleren lichten Durchmesser vom Soll-Durchmesser um nicht mehr als ± 1 % abweichen. Bei ablieferungsfertigen Kesselschüssen und Trommeln soll das Unrundsein von dem tatsächlich ermittelten Innen-Durchmesser eines Querschnittes nicht mehr als ± 1,5 % betragen.

Der Unterschied zwischen dem kleinsten und größten Durchmesser eines Querschnittes soll jedoch nicht mehr als 30 mm betragen. Das Unrundsein wird festgestellt durch Messen des kleinsten und größten Innen-Durchmessers eines Querschnittes. Die Tiefe einzelner eingedrückter und ausgebeulter Stellen soll 1 % des Außen-Durchmessers in der Meßebene nicht übersteigen. Die Abweichung von der Geraden bei Trommeln, festgestellt durch Anlegen einer Schnur an den Längsseiten, soll nicht mehr als 0,4 % von der zylindrischen Länge der Trommel betragen.

## Bauvorschriften für Landdampfkessel.

### I. Allgemeine Bestimmungen.

1. Steht zu erwarten, daß die Temperatur der Wandungen, abgesehen von Wasser-, Heiz- und Ueberhitzerrohren, wesentlich höher ausfällt als 300° C, so ist auf die Veränderung der Festigkeitseigenschaften in dieser Wärme Rücksicht zu nehmen. Im allgemeinen wird es sich empfehlen, durch geeignete Einrichtungen solch hohe Wandungstemperaturen fern zu halten.

2. Die in den Abschnitten V bis einschließlich XII zur Festigkeitsrechnung zugelassenen Koeffizienten können nur dann gewählt werden, wenn die Kesselarbeit als beste anzusehen ist und den folgenden Anforderungen entspricht:

a) Das Zurichten und Bearbeiten der Werkstoffe, das Biegen, Bördeln und Anrichten der Bleche, das Bohren der Löcher usw.; ist mit möglichster Vorsicht und in sachgemäßer Weise auszuführen. Die Nietlöcher müssen sauber gebohrt werden, wenn möglich, nach dem Biegen und Anpassen der Bleche. Nach dem Bohren der Bleche ist der Bohrgrat zu entfernen, die Außenränder der Nietlöcher sind entsprechend zu versenken und die Anlageflächen der Bleche zu reinigen. Nicht genau übereinanderliegende Nietlöcher sind durch Aufreiben nachzuarbeiten. Das Vernieten ist sorgfältig vorzunehmen, und beim Verstemmen ist zu beachten, daß die Bleche nicht verletzt werden.

b) Bleche mit eingerissenen Kanten sind zu entfernen und durch einwandfreie zu ersetzen. Sinngemäß gleiches gilt von anderen Teilen.

c) Längslaschen müssen in der Regel in der Längsfaser gebogen sein und aus Kesselblechen bestehen.

d) Alle Nähte sind, wenn möglich, von innen und außen zu verstemmen. Stemmkanten auf beiden Seiten eines Bleches sind möglichst so anzuordnen, daß sie nicht unmittelbar einander gegenüber liegen.

### II. Werkstoffe.

1. Für die Anforderungen an die zum Bau von Dampfkesseln bestimmten Werkstoffe sind die Werkstoffvorschriften für Landdampfkessel maßgebend.

2. Die Scherfestigkeit des Schweißstahls, Flußstahls und des Kupfers kann zu 0,8 der Zugfestigkeit angenommen werden.

### III. Vernietung.

1. Die Widerstandsfähigkeit der Niete gegen Abscheren darf sich nicht geringer ergeben als die Berechnungsfestigkeit des Bleches in der Nietnaht. Hierbei darf die Scherbelastung eines Nietes höchstens 7 kg/mm² betragen, sofern keine höhere Zugfestigkeit des Nietwerkstoffes als 38 kg/mm² nachgewiesen wird. In diesem Falle darf für den Nietdurchmesser ein im Verhältnis $\sqrt{\frac{38}{K_z}}$ kleinerer Wert eingesetzt werden, worin $K_z$ die nachgewiesene Zugfestigkeit des Nietwerkstoffes in kg/mm² bedeutet.

2. Bei Laschennietung müssen die Laschen aus Blechen von mindestens gleicher Güte wie die Mantelbleche geschnitten werden.

### IV. Schweißung und Bearbeitung im Feuer.

#### IV A. Allgemeines.

1. Schweißungen können als zuverlässig nur dann angesehen werden, wenn die Arbeit mit Sachkenntnis von zuverlässig arbeitenden Firmen und durch erfahrene Arbeiter ausgeführt wird, der Werkstoff gut schweißbar ist und die geschweißten Teile vor weiterer Verarbeitung ausgeglüht werden. Nur in Ausnahmefällen kann nach sorgfältiger Prüfung vom Glühprozeß abgesehen werden (Ausbesserungsarbeiten an bestehenden Kesselanlagen; Kesselkörper, die teils geschweißt und teils genietet sind; Einschweißen kleiner Stücke).

Eckschweißungen von Böden, soweit sie erheblich auf Biegung und Zug beansprucht sind, sind nicht zulässig.

Mit Wassergas überlappt geschweißte Nähte, welche auf Zug oder Biegung beansprucht werden, sind zulässig, wenn das geschweißte Stück nachträglich sachgemäß ausgeglüht wird. Für gute Koksfeuerschweißung gilt unter günstigen Verhältnissen das Gleiche.

2. Schmelzschweißung (Gas oder elektrisch) bei Herstellung oder Ausbesserung von Nähten ist nur zulässig, soweit sie auf Zug und nicht vorwiegend auf Biegung beansprucht werden; sie ist an die gleichen Bedingungen und an größte Vorsicht in der Ausführung gebunden und nur dann zulässig, wenn die Arbeit mit großer Sachkenntnis nach Anmeldung bei und im Einvernehmen mit dem zuständigen Sachverständigen ausgeführt wird.

3. Alle geschweißten Kesselmäntel sollen nach dem Ausglühen vor weiterer Verarbeitung einem ausreichenden Kaltwasserdruckversuch unterzogen werden. (Bezüglich des Wasserdruckversuches vergleiche Werkstoffvorschriften VI B 3.)

4. Die Lage der Schweißnähte sollte nach Möglichkeit so gewählt werden, daß sie der unmittelbaren Berührung durch die Flamme nicht ausgesetzt sind.

5. Verschwächungen durch größere Bohrungen in der Schweißnaht sind zu vermeiden.

6. Durch Schmelzschweißung hergestellte auf Zug beanspruchte Nähte sind stets durch Laschen so zu verstärken, daß die auf die Verbindung wirkenden Kräfte von den Laschen getragen werden können. An Stelle der Laschen können andere die Verbindung sichernde Konstruktionsteile treten.

7. Bleche, die im Feuer bearbeitet worden sind, müssen nach vollendeter Formgebung, soweit möglich, sachgemäß ausgeglüht werden und sollten darauf keiner weiteren nennenswerten Formänderung durch Kaltbearbeitung unterzogen werden.

Bleche, welche wiederholt einer stellenweisen Erhitzung ausgesetzt worden sind, sollten ebenfalls nachträglich ausgeglüht werden. Die stellenweise Erhitzung ist stets in solchem Umfange vorzunehmen, daß die zu bearbeitende Stelle völlig rotwarm ist.

8. Kalt gebogene Bleche und Kesselteile, bei denen das Verhältnis der Blechdicke zum Krümmungshalbmesser groß ist, sollten nach Möglichkeit in gleicher Weise sachgemäß ausgeglüht werden.

## IV B. Bewertung von Schweißnähten.

1. Die nachstehenden, für die Bewertung von Schweißnähten angegebenen unteren Zahlenwerte stellen Erfahrungswerte dar, wie sie bei guter, sachgemäß durchgeführter Durchschnittsarbeit angenommen werden dürfen. Liegen Verhältnisse vor, welche die Anwendung höherer Werte rechtfertigen, so kann der Hersteller der Schweißung und des Kessels mit Einverständnis der für den Kesselhersteller und den Kesselbesteller zuständigen Sachverständigen im Grenzfalle bis zu den angegebenen Höchstwerten gehen.

2. Die Festigkeit von Stumpf-, Keil- und dergl. Feuerschweißungen für Kesselnähte kann mit 0,3 der Festigkeit des Werkstoffes in Rechnung gesetzt werden, doch kann bei besonders guter Ausführung von Keilschweißungen mit einem Wert bis 0,6 gerechnet werden. Solche Nähte dürfen nicht auf Biegung beansprucht werden.

3. Die Festigkeit überlappter Feuerschweißungen kann bis zu 0,7 der Festigkeit des Werkstoffes in Rechnung gesetzt werden. Sind besondere Einrichtungen für die Erzeugung hochwertiger Schweißarbeiten vorhanden, und ist die Leistungsfähigkeit durch besondere Versuche nachgewiesen, so darf der Wert 0,7 überschritten werden: bei Koksfeuerschweißung bis zu 0,8
bei Wassergasschweißung bis zu 0,9.

4. Bei Schmelzschweißung darf die Festigkeit bis zu 0,5 der Festigkeit des Werkstoffes in Rechnung gestellt werden; in Ausnahmefällen darf wie bei Ziffer 3 Überschreitung stattfinden, die bei neuen Kesseln bis zu 0,55, bei Ausbesserungsarbeiten in Sonderfällen bis zu 1,0 betragen darf, sofern im letzteren Falle zu der Schweißung das Einverständnis des zuständigen Sachverständigen eingeholt wird. Bei der durch sachgemäßes Schmieden in erneuter Rotglut vergüteten Schmelzschweißnaht darf bis zu 0,65 der Festigkeit des Werkstoffes gerechnet werden, in Sonderfällen wie oben bis zu 1,0. Solche Nähte dürfen nicht auf Biegung beansprucht werden.

5. Die Bewertung von elektrischen Stumpfschweißungen ist bis auf weiteres den Sachverständigen zu überlassen.

Bezüglich der Wasserkammer- und Teilkammerkessel vergleiche Abschnitt XV.

Bezüglich geschweißter Kesselschüsse und Kesseltrommeln vergleiche Werkstoffvorschriften VI B 2 und 3.

## V. Berechnung der Blechdicken zylindrischer Dampfkesselwandungen mit innerem Überdruck.

1. Bezeichnet

$s$ die Blechdicke in mm,

$D$ den größten Innen-Durchmesser des Kesselmantels in mm,

$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,

$K_z$ die Berechnungsfestigkeit des zu dem Mantel verwendeten Bleches in kg/mm²,

$x$ einen Zahlenwert,

$v$ das Verhältnis der Mindestfestigkeit der Längsnaht zur Zugfestigkeit des vollen Bleches, (für Schweißungen siehe IV B 1—4)

dann ist

$$s = D\frac{p \cdot x}{200\, K_z \cdot v} + 1\text{ mm} \quad \text{oder} \quad p\frac{200\, K_z \cdot v\,(s-1)}{D \cdot x} \qquad \ldots\ldots\ldots (1).$$

Hierin sind zu wählen:

$K_z = 33$ kg/mm² bei Schweißstahl,

$K_z = 36$ „ „ „ Flußstahl von 35 bis 44 kg/mm² Zugfestigkeit,

$K_z = 41$ „ „ „ „ „ 41 „ 50 „ „ „

$K_z = 44$ „ „ „ „ „ 44 „ 53 „ „ „

$K_z = 47$ „ „ „ „ „ 47 „ 56 „ „ „

$x = 4{,}75$ bei überlappten oder bei einseitig gelaschten Nähten,

$x = 4{,}25$ bei zweireihigen doppeltgelaschten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist und bei geschweißten Nähten,

$x = 4$ bei mehrreihigen, doppeltgelaschten Nähten und bei nahtlosen Schüssen.

Der Zuschlag von 1 mm kann bei einer Blechdicke von über 30 mm auf 0,5 mm vermindert werden, bei einer Blechdicke von über 40 mm ganz in Fortfall kommen.

2. Der Wert $x = 4$ kann auch dann in die Rechnung eingeführt werden, wenn bei drei- und mehrreihigen Doppellaschennietungen die eine Lasche eine Nietreihe weniger besitzt als die anderen.

3. Die Blechdicke soll nicht kleiner als 7 mm genommen werden; nur bei kleinen Kesseln (z. B. für Feuerspritzen oder Kraftfahrzeuge) sind allenfalls dünnere Bleche zulässig.

4. Bleche, die eine höhere Zugfestigkeit als 44 kg/mm² besitzen, dürfen zu Mantelteilen nur verwendet werden, wenn die Verarbeitung kalt oder rotwarm stattfindet, wenn die Kanten gehobelt, gedreht, gefräst oder — mangels anderer Möglichkeit der Bearbeitung — gemeißelt werden, und wenn ihre Verbindung in den Längsnähten bei Nietung durch Doppellaschennietung erfolgt.

5. Unterschreitungen der Wanddicken, die innerhalb der in Werkstoffvorschriften für Landdampfkessel, I C 6 bezeichneten zulässigen Grenzen bleiben, werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

6. Die Zugbeanspruchung des Bleches darf unter Annahme gleichmäßiger Spannungsverteilung über den Querschnitt in keiner Nietreihe die Grenze $\frac{K_z}{x}$ überschreiten.

7. Hinsichtlich der zulässigen Nietbeanspruchung vergleiche III.

## VI. Berechnung der Blechdicken von Dampfkesselflammrohren mit äußerem Überdruck.

### VI A. Allgemeines.

Schweißnähte sollten an die Stelle gelegt werden, an der sie am wenigsten durch Einwirkung von Heizgasen und Wärmespannungen beansprucht werden.

### VI B. Glatte und versteifte Rohre.

1. Bezeichnet

$s$ die Blechdicke in mm,

$d$ den Innen-Durchmesser zylindrischer Flammrohre, bei kegeligen Flammrohren den mittleren Innen-Durchmesser in mm,

$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,

$a$ einen Zahlenwert,

$l$ die Länge des Flammrohres in mm, gegebenenfalls die größte Entfernung der wirksamen Versteifungen voneinander,

dann ist

$$s = \frac{p \cdot d}{2400}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{a\,l}{p\,(l+d)}}\right) + 2\text{ mm} \qquad \ldots\ldots\ldots (2).$$

Hierin ist zu wählen:

| | |
|---|---|
| $a = 100$ für Rohre mit überlappter Längsnaht<br>$a = 80$ für Rohre mit gelaschter oder geschweißter Längsnaht,<br>$a = 75$ für Rohre ohne Naht oder mit geschweißter Längsnaht, deren Unrundheit 1 % des Solldurchmessers nicht überschreitet | bei liegenden Flammrohren, |
| $a = 70$ für Rohre mit überlappter Längsnaht<br>$a = 50$ für Rohre mit gelaschter oder geschweißter Längsnaht<br>$a = 45$ für Rohre ohne Naht oder mit geschweißter Längsnaht, deren Unrundheit 1 % des Solldurchmessers nicht überschreitet | bei stehenden Flammrohren. |

Als wirksame Versteifungen gelten neben den Stirnplatten und den Rohrwänden vorzugsweise folgende Bauarten:

Bild 1

Bild 2

Bild 3

Bild 4

Bild 5

Bild 5a

die Ausführung nach Bild 5 jedoch nur unter der Voraussetzung, daß die Abkröpfung nicht weniger als etwa 50 mm beträgt, und die Ausführung nach Bild 5a nur unter der Voraussetzung, daß die Entfernung der Nieten voneinander nicht größer als 150 mm und die Entfernung zwischen Winkel und Blech nicht kleiner als 25 mm ist.

2. Die Länge $l$ derjenigen Rohrstrecken, welche von Quersiedern durchdrungen werden, kann man wie folgt annehmen:

Bild 6

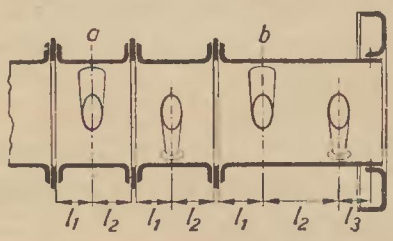
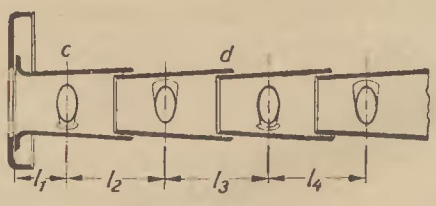



Bild 7




bei der Rohrstrecke $a$

$l = l_1 + 0{,}5\, l_2$, sofern $l_1$ die größere Strecke,

bei der Rohrstrecke $b$

$l = l_1 + l_2$, sofern $l_1$ größer als $l_3$, anderenfalls tritt $l_3$ an die Stelle von $l_1$,

bei der Rohrstrecke $c$

$l = l_1 + l_2$,

bei der Rohrstrecke $d$

$l = l_2 + l_3$ beziehungsweise $l = l_3 + l_4$.

3. Sind mit Rücksicht auf die Größe, die Befestigungsweise, den Durchdringungsort des Querrohrs usw. Zweifel vorhanden, ob es in ausreichendem Maße versteifend einwirkt, so ist es ratsam, für $l$ die volle Länge einzusetzen, also von einer rechnungsmäßigen Berücksichtigung der versteifenden Wirkung der Querrohre abzusehen.

### VI C. Wellrohre und gerippte Rohre nach Systemen.

Bild 8 Fox

Bild 9 Morison

Bild 10 Purves

Bild 11 Deighton

1. Bezeichnet
   $s$ die Blechdicke in mm,
   $d$ den kleinsten inneren Flammrohrdurchmesser in mm,
   $p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²

dann ist

$$s = \frac{p \cdot d}{1200} + 2\,\text{mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3).$$

2. Die Blechdicke soll nicht kleiner als 7 mm genommen werden; nur bei kleinen Kesseln (z. B. für Feuerspritzen oder Kraftfahrzeuge) sind allenfalls dünnere Bleche zulässig.

## VII. Berechnung der Blechdicken ebener Wandungen.

### VII A. Allgemeines.

Die folgenden Angaben gelten für ebene Wandungsteile, die einzeln auftreten und keine Löcher, Anschlußstutzen usw. enthalten. Sind solche vorhanden, oder bestehen Kesselteile aus mehreren aneinander stoßenden ebenen Wandungen, z. B. Vierkantrohre, so ist dem besonders Rechnung zu tragen.

Die angegebenen Werte für das Festsitzen eingewalzter Rohre gelten für ebene Wände. In anderen Fällen ist der Gestalt der Rohrwand in geeigneter Weise Rechnung zu tragen.

### VII B. Ebene Platten.

1. Bezeichnet
   $s$ die Blechdicke in mm,
   $p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,
   $a$ den Abstand der Stehbolzen oder Anker innerhalb einer Reihe voneinander in mm,
   $b$ den Abstand der Stehbolzen oder Ankerreihen voneinander in mm,
   $c$ einen Zahlenwert,

dann ist

$$s = c \cdot \sqrt{p\,(a^2 + b^2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

Hierin ist zu wählen:

$c = 0{,}017$ bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und vernietet sind, und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0{,}015$, wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0{,}0155$ bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und außen mit Muttern oder gedrehten Köpfen versehen sind, und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0{,}0135$, wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0{,}014$ bei Platten, welche durch Ankerrohre versteift sind.

2. Bei Platten, deren Anker mit Muttern und Verstärkungsscheiben versehen sind, ist in der Gleichung (4)

$c = 0{,}013$, sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe $^2/_5$ der Ankerentfernung und die Scheibendicke $^2/_3$ der Plattendicke,

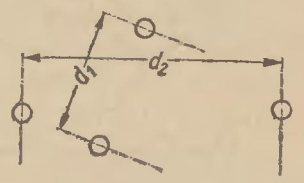
$c = 0{,}012$, sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe $^3/_5$ der Ankerentfernung und die Scheibendicke $^5/_6$ der Plattendicke,

$c = 0{,}011$, sofern der Durchmesser der äußeren Verstärkungsscheibe $^1/_5$ der Ankerentfernung, auch diese mit der Platte vernietet und die Scheibendicke gleich der Plattendicke ist

und die Platten nicht vom Feuer berührt sind. Werden sie dagegen auf der einen Seite von den Heizgasen, auf der anderen Seite vom Dampfe berührt, dann sind sie, falls sie nicht durch Flammbleche geschützt werden, um $^1/_{10}$ dicker zu nehmen, als die Rechnung ergibt.

3. Bei unregelmäßig verteilten Verankerungen wie in Bild 12

Bild 12




ist

$$s = c \cdot {}^1/_2 (d_1 + d_2) \sqrt{p} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (5).$$

Der Wert von $c$ ist je nach der Art der Verankerung aus Ziffer 1 oder 2 dieses Abschnitts zu entnehmen.

4. Für Verstärkungen nicht dem ersten Feuer ausgesetzter ebener Platten durch Doppelungsplatten können $12^1/_2$ % von den für die ebenen Platten sich ergebenden Blechdicken in Abzug gebracht werden, wenn die Dicke der Doppelungsplatten mindestens $^2/_3$ der berechneten Blechdicke beträgt und die Doppelungen gut mit den Platten vernietet sind.

5. Rechteckige Platten, die am Umfange befestigt sind, erhalten die Wanddicke

$$s = 0{,}053\, b \sqrt{\frac{p}{k_{zul}\left[1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2\right]}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (6);$$

hierin bedeutet

$s$ die Wanddicke in mm,
$a$ die größere Rechteckseite in mm,
$b$ die kleinere „ „ „
$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,
$k_{zul}$ die zulässige Zugbeanspruchung des Werkstoffes in kg/mm², wofür höchstens $^1/_4$ der Berechnungsfestigkeit eingeführt werden darf.

6. Bei Platten, die nicht durch Stehbolzen oder Längsanker, sondern durch Eckanker oder in anderer Weise ausreichend unterstützt werden, ist die Wanddicke nach

$$s = 0{,}017\, d \sqrt{p} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

zu bemessen, sofern nicht nachgewiesen wird, daß eine kleinere Wanddicke zulässig ist.

Hierin bedeutet:

$s$ die Wanddicke in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,
$d$ den Durchmesser des größten Kreises in mm, der nach Maßgabe der Bilder 13 bis 16 auf der ebenen Platte, durch die Befestigungsstellen gehend, beschrieben werden kann.

Bild 13

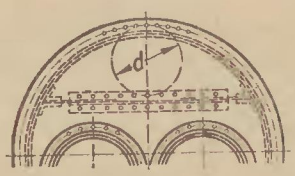



Bild 14

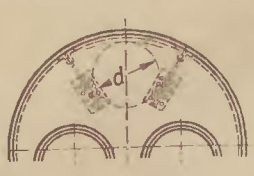



Bild 15

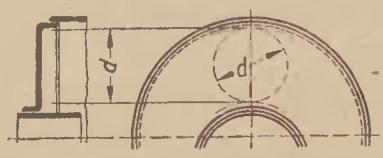
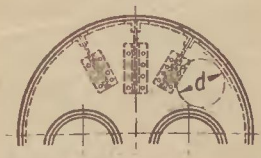



Bild 16




Werden keine Angaben über das Maß des Krempungshalbmessers der Stirnplatten gemacht, so ist dieses zu 50 mm anzunehmen.

7. Vorstehende Ausführungen gelten nur für Wandungen aus Flußstahl.

Werden Bleche von 41 bis 50 kg/mm² Zugfestigkeit verwendet, so kann die nach den Formeln (4), (5) und (7) errechnete Blechdicke noch mit $\sqrt{\frac{36}{41}} = \sim 0{,}94$ multipliziert werden.

8. Durch Stehbolzen oder Anker unterstützte Kupferplatten erhalten die folgenden Wanddicken s, und zwar bei regelmäßig verteilten Verankerungen:

$$s = 5{,}83\, c \sqrt{\frac{p}{K_z}(a^2 + b^2)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8),$$

bei unregelmäßig verteilten Verankerungen (wie in Bild 12):

$$s = 5{,}83\, c\, {}^1/_2 (d_1 + d_2) \sqrt{\frac{p}{K_z}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9).$$

Die Werte von $K_z$ (Zugfestigkeit des Kupfers) sind aus Werkstoffvorschriften V B, von $c$ je nach der Art der Verankerung aus Bauvorschriften VII B 1 und 2 zu entnehmen.

## VII C. Rohrplatten von Heizrohrkesseln.

1. Die außerhalb des Rohrbündels liegenden Teile der Rohrplatte müssen nach den für ebene Wandungen (vergl. VII B Formeln (4) bis (9) geltenden Bestimmungen verankert werden, falls die Größe der dem Dampfdruck ausgesetzten Fläche die Verankerung fordert.

2. Die innerhalb des Rohrbündels liegenden Teile der Rohrplatte sind wie folgt zu bemessen

a) bei Verwendung besonderer Anker oder mit Gewinde eingesetzter Ankerrohre sind die Formeln (4), (5), (8) oder (9) anzuwenden. Die Rohre können in diesem Falle einfach aufgewalzt sein, jedoch darf die Wanddicke der Platten $s$ in mm der sicheren Befestigung halber

bei Flußstahlplatten

nicht unter $s = 5 + \frac{d}{8}$ für $d = 38$ bis etwa rund 100 mm,

bei Kupferplatten

nicht unter $s = 10 + \frac{d}{5}$ für $d = 38$ bis etwa rund 75 mm

gewählt werden, worin $d$ den äußeren Rohrdurchmesser an der Befestigungsstelle in mm bedeutet; ferner muß der Mindestquerschnitt des Steges zwischen zwei Rohrlöchern betragen:

bei Flußstahlplatten

180 mm² für $d = 38$ mm,

zunehmend auf etwa das 2,5 fache für $d =$ rund 100 mm,

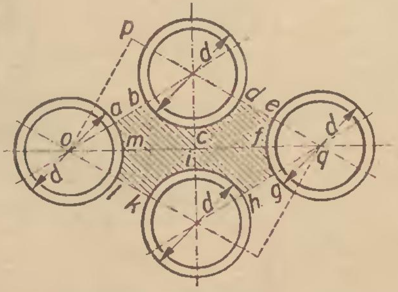
bei Kupferplatten

340 mm² für $d = 38$ mm,

zunehmend auf etwa das 2,5 fache für $d =$ rund 75 mm.

b) Bei nicht besonders verankerten Rohrwänden ist unter der Voraussetzung geeigneter Werkstoffe, bester Ausführung und normaler Betriebsverhältnisse Sicherheit gegen Herausziehen der Rohrenden zu erwarten, wenn die auf 1 cm Rohrumfang entfallende Belastung

Bild 17.




$$\sigma = \frac{p \cdot \text{Fläche } a\,b\,c\,d\,e\,f\,g\,h\,i\,k\,l\,m}{\pi \cdot d} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

den Betrag von 40 kg bei denjenigen Rohrenden nicht überschreitet, welche in zylindrischen Löchern glatt oder mit Rillen eingewalzt sind, und den Betrag von 50 kg bei denjenigen Rohrenden nicht überschreitet, welche an einem Ende in zylindrischen Löchern eingewalzt und umgebördelt sind. Sind die Rohre an beiden Enden umgebördelt, so kann $\sigma$ bis zu einem Betrage von 70 kg zugelassen werden. Bei ungleichen benachbarten Rohrplattenfeldern darf das Mittel aus den einzelnen Beanspruchungen obige Werte nicht überschreiten. Bei der Berechnung von Rohrplattenrandfeldern, die besonders sorgfältig zu prüfen sind, kann die Belastung bis zur Hälfte als durch die unmittelbar angrenzende Kesselwand aufgenommen angesehen werden.

c) Die Biegungsspannung $k_b$ des Plattenwerkstoffes innerhalb des Feldes $abcdefghiklm$ ist durch die Formel

$$k_b = \frac{p}{360 \cdot \left(1 - 0{,}7\frac{d}{e}\right) \cdot \left(\frac{s}{e}\right)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

nachzuprüfen. Hierin bedeuten:

$s$ die Plattendicke in mm,

$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,

$d$ den äußeren Rohrdurchmesser an der Befestigungsstelle in mm,

$e$ die Seite des quadratischen Feldes in mm, welches durch die vier unterstützenden Rohre gebildet wird, oder das arithmetische Mittel aus den Seiten des Rechtecks, welches durch die vier Rohre bestimmt erscheint $\left(\text{in Bild 17 } \ldots e = \frac{\overline{op} + \overline{pq}}{2}\right)$,

$k_b$ die eintretende Biegungsspannung des Plattenwerkstoffes in kg/mm², die bis zur Höhe $= \frac{\text{Zugfestigkeit}}{4{,}5}$ zulässig erscheint, bei ungünstigen Betriebsverhältnissen aber geringer gewählt werden sollte.

3. Ist bei Feuerbüchsen die Decke nicht durch Anker oder in anderer Weise mit dem Kesselmantel verbunden, sondern durch Bügel- oder Deckenträger unterstützt, welche auf den Rändern der Rohrplatten stehen, dann darf die Dicke der Rohrwand nicht geringer sein als

$$s = \frac{p \cdot w \cdot b}{1900\,(b - d)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

worin $w$ die Weite der Feuerbüchse in mm (siehe Bild 22),

$b$ die Entfernung der Rohre voneinander, von Mitte zu Mitte gemessen, in mm,

$d$ den Innen-Durchmesser der Rohre in mm

bedeuten.

## VIII. Berechnung der Blechdicken von Kesselböden ohne Verankerung gegenüber innerem Ueberdruck.

### VIII A. Gekrempte ebene Böden.

Bezeichnet

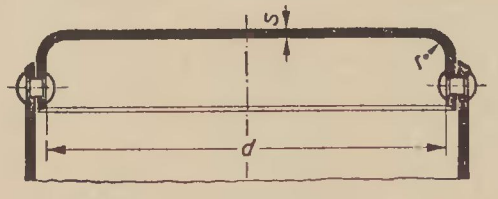
$s$ die Blechdicke in mm,

$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²

$r$ den Wölbungshalbmesser der Krempe in mm,

$d$ den Innen-Durchmesser des Bodens in mm,

Bild 18.




dann ist

$$s = \frac{1}{98}\left[d - r\left(1 + \frac{2r}{d}\right)\right]\sqrt{p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

oder

$$p = 9600\left(\frac{s}{d - r\left(1 + \frac{2r}{d}\right)}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14).$$

### VIII B. Gewölbte Böden.

#### 1. Allgemeines.

Die folgende Berechnung gilt für sachgemäß geglühte Böden. Die Böden dürfen bei ihrer Verbindung mit dem Mantel keine außergewöhnlich große zusätzliche Beanspruchung erfahren. Die Verbindungsstelle ist auf ihre Widerstandsfähigkeit besonders nachzurechnen.

Neue Böden können geformt werden nach einer Ellipse oder nach einem Korbbogen, bei dem der kleinste Krümmungshalbmesser der Ellipse gleicher Höhe $h$ nicht unterschritten, der größte Krümmungshalbmesser dieser nicht überschritten wird.

Der Krempenhalbmesser soll nicht kleiner als ein Zehntel des Außendurchmessers $D$, der Wölbungshalbmesser nicht größer als der Außendurchmesser sein; dabei ist die Höhe $h$ nicht kleiner als 0,2 $D$.

## 2. Berechnung der Blechdicken.

Es bezeichne:

$s$ die Blechdicke in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,
$D$ den äußeren Bodendurchmesser in mm,
$R$ den inneren Halbmesser in der Mitte der Wölbung in mm,
$r$ den inneren Krempenhalbmesser in mm,
$h$ die Höhe der Bodenwölbung einschließlich der Wanddicke in mm,
$K_z$ die Berechnungsfestigkeit des zu dem Boden verwendeten Bleches in kg/mm²,
$x$ die Verhältniszahl zwischen Berechnungsfestigkeit und zulässiger Spannung,
$y$ einen der Bodenform entsprechenden, auf die Halbkugelform bezogenen Zahlenwert,
$c$ einen Zuschlag zur Wanddicke in mm.

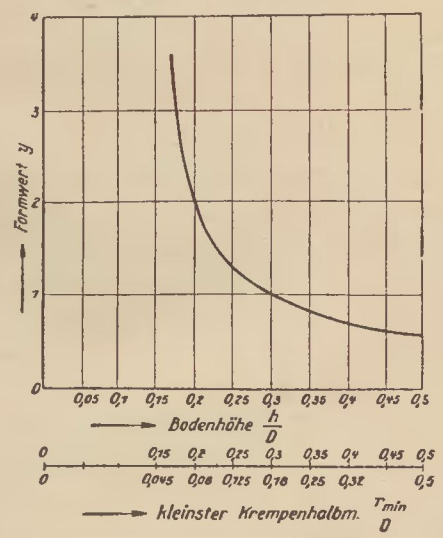
$$s = D \cdot y \frac{p}{200 \cdot \frac{K_z}{x}} + c \quad \text{bezw.} \quad p = 200 \cdot \frac{K_z}{x} \cdot \frac{(s-c)}{D \cdot y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15),$$

wobei $y$ in Abhängigkeit von der Bodenhöhe und dem Krempenhalbmesser aus der nachstehenden Zahlentafel oder Schaulinie zu entnehmen ist.

Zahlentafel der $y$-Werte

| $\frac{h}{D}$ | $\frac{r_{min}}{D}$ | $y$ |
|---|---|---|
| 0,18 | 0,065 | 2,8 |
| 0,19 | 0,072 | 2,3 |
| 0,2 | 0,08 | 2,0 |
| 0,22 | 0,10 | 1,6 |
| 0,24 | 0,115 | 1,4 |
| 0,25 | 0,125 | 1,3 |
| 0,26 | 0,135 | 1,2 |
| 0,28 | 0,16 | 1,1 |
| 0,3 | 0,18 | 1,0 |
| 0,35 | 0,25 | 0,8 |
| 0,4 | 0,32 | 0,7 |
| 0,45 | 0,405 | 0,6 |
| 0,5 | 0,5 | 0,55 |

Kurve der $y$-Werte




Der Wert $\frac{r_{min}}{D}$ entspricht dem vorgesehenen Mindestwert $r = \frac{2h^2}{D}$ (kleinster Krümmungshalbmesser der Ellipse). Sind Böden nachzuprüfen, bei denen der Krempenhalbmesser $r$ kleiner ist als in der Vorschrift für neue Böden vorgesehen, so ist $y$ nicht nach der Spalte $\frac{h}{D}$, sondern nach der Spalte $\frac{r_{min}}{D}$ der Zahlentafel zu wählen, wobei der wirkliche Wert für den ausgeführten Krempenhalbmesser $r$ einzusetzen ist.

Die Werkstoffestigkeit ist einzusetzen:
für Flußstahl nach Bauvorschriften VI;
für Kupfer nach Werkstoffvorschriften V B.

Für $x$ gelten folgende Zahlenwerte:
$x = 3{,}5$ für volle Böden ohne Ausschnitt;
$x = 3{,}75$, wenn der Boden Durchbrechungen aufweist, deren größte Abmessung gleich oder kleiner ist als $4\,s$, es sei denn, daß durch aufgesetzte Verstärkungen die Schwächung ausgeglichen wird.[1])
$x = 4{,}25$ für Böden mit mittlerem Mannloch;
$x > 4{,}25$ für Böden mit seitlichem Mannloch.
$c =$ Zuschlag für volle Böden und Böden mit Durchbrechungen ohne Mannloch $= 2$ mm;
$c =$ Zuschlag für Böden mit Mannloch $= 3$ mm.

Mannlochböden, deren Blechdicke sich nach der Berechnung kleiner als 15 mm ergibt, sind um 2 mm dicker als errechnet auszuführen; ergibt die errechnete Dicke 15 bis 17 mm, so sind solche Böden mit 17 mm Dicke auszuführen.

[1]) Bemerkung: Wenn durch aufgesetzte Verstärkungen — aufgenietete Stutzen und Flanschen — die Schwächungen ausgeglichen werden, ist $x$ mit 3,5 einzusetzen.

Die Abmessungen $h$ (äußere Bodenhöhe) und $r$ (innerer Halbmesser an der Krempe) sind nachzuprüfen; dabei ist $h$ nur vom Beginn der Krempenkrümmung an zu messen, ein etwa aus dem Kesselmantel herausstehender Teil des zylindrischen Bodenansatzes also nicht mitzurechnen.

## IX. Berechnung der Blechdicken gewölbter Flammrohrböden mit Anshalfung oder Einhalfung für ein oder zwei Flammrohre.

Die Blechdicke der Böden kann bis auf weiteres nach der Formel

$$s = \frac{p \cdot r}{200 \cdot k} \text{ oder } p = \frac{200 \cdot s \cdot k}{r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15a)$$

berechnet und dabei $k$ bis 7,5 kg/mm² gewählt werden, wenn nachstehende Voraussetzungen erfüllt sind:

ausreichend großer Krempungshalbmesser der Böden;

ausreichend großer Abstand der Flammrohre von den Krempen;

Elastizität der Flammrohre in Richtung ihrer Achse, so daß die Böden durch die Flammrohre keine erheblichen Zusatzspannungen erfahren.

In obiger Formel bezeichnet

$s$ die Blechdicke in mm,

$p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm²,

$r$ den inneren Halbmesser in der Mitte der Wölbung in mm,

$k$ die zulässige Beanspruchung in kg/mm².

## X. Berechnung der Blechdicken von gewölbten Böden gegenüber äußerem Überdruck.

### X A. Allgemeines.

Die folgenden Vorschriften setzen Böden voraus, deren Wölbung mit großer Sorgfalt ausgeführt ist, und welche beim Einnieten keine nennenswerten Zugspannungen in Richtung des Halbmessers erfahren haben. Ebenso ist vorausgesetzt, daß erhebliche Wärmespannungen, welche das Einbeulen begünstigen, nicht auftreten. Die angegebenen Werte gelten für Wandungstemperaturen bis 200° C. Sind Mannlochausschnitte, Stutzen usw. vorhanden, so hat besondere Bewertung stattzufinden.

### X B. Berechnung der Blechdicken.

1. Bezeichnet

$r$ den äußeren Halbmesser der mittleren Wölbung in mm,

$s$ die Stärke des Bodens in mm,

$p_0$ den Überdruck in kg/cm², bei welcher die Einbeulung zu erwarten steht,

so kann die durch

$$k_0 = \frac{1}{200} p_0 \frac{r}{s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

bestimmte Einbeulungsdruckspannung $k_0$ in kg/mm² aus der Formel

$$k_0 = A - B \sqrt{\frac{r}{s}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

ermittelt werden, worin:

für kugelförmige, stark gehämmerte Kupferböden, welche aus dem Ganzen bestehen,

$$A = 25{,}5 \qquad B = 1{,}2,$$

für geglühte Flußstahlböden, welche aus dem Ganzen bestehen,

$$A = 26 \qquad B = 1{,}15,$$

für Flußstahlböden, welche aus einzelnen Segmenten mit Überlappungsnietung hergestellt sind,

$$A = 24{,}5 \qquad B = 1{,}15$$

zu setzen ist.

2. Als zulässige Werkstoffspannungen können gemäß der Formel

$$k = \frac{1}{200} p \frac{r}{s},$$

worin $p$ den größten Betriebsüberdruck in kg/cm² bezeichnet, $r$ und $s$ die oben bezeichnete Bedeutung haben, für $k$ nachstehende Werte als zulässig erachtet werden:

gegenüber Druck

für gehämmertes Kupfer bis 4 kg/mm², sofern die Temperatur 200° C nicht überschreitet,

für geglühten Flußstahl bis 6,5 kg/mm²,

gegenüber Einbeulung

bis 0,4 $k_0$ für beide Werkstoffe

unter Bestimmung von $k_0$ aus Formel (17).

8. Der Krempungshalbmesser des Bodens muß so groß sein, daß der Übergang von dem zylindrischen Teile am Umfange des Bodens in den gewölbten mittleren Teil ausreichend allmählich stattfindet.

## XI. Schrauben und Verschraubungen.

### XI A. Allgemeines.

Die angegebenen Zahlen gelten für Temperaturen der Schrauben bis zu 200 ° C. Findet höhere Erwärmung statt, so ist dies durch geringere Beanspruchung zu berücksichtigen. Für gewöhnlichen Flußstahl kann dies dadurch geschehen, daß die Beanspruchung für je 20 ° C Mehrtemperatur um 7 % vermindert wird.

Sinngemäß Gleiches gilt für die Flansche.

### XI B. Berechnung.

1. Es ist zu unterscheiden zwischen Schrauben, welche für bearbeitete, und solchen, welche für unbearbeitete Flächen verwendet werden.

2. Bezeichnet

$P$ den Gesamtdruck auf die gedrückte Fläche in kg,
$P_1$ den auf einen Schraubenkern entfallenen Teil des Gesamtdrucks $P$ in kg,
$k$ die Beanspruchung des Schraubenkerns in kg/mm$^2$,
$d$ den Durchmesser des Schraubenkerns in mm,

so ist

$$k = 1{,}27 \frac{P_1}{d^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

und ferner, gleichviel, ob die Schrauben aus Schweißstahl oder aus Flußstahl hergestellt sind,

a) bei guten Schrauben, guter Bearbeitung der Flächen und weichem Dichtungsstoff

$$d = 0{,}45 \sqrt{P_1} + 5\,\text{mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19),$$

b) wenn den unter a) genannten Anforderungen weniger vollkommen entsprochen ist,

$$d = 0{,}45 \sqrt{P_1} + 5\,\text{mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20).$$

3. Wird der Nachweis geliefert, daß der Werkstoff der Schrauben den in den Werkstoffvorschriften für Landdampfkessel für das Nieteisen aufgestellten Anforderungen genügt, so kann der Koeffizient in Formel (19) bis auf 0,4 vermindert werden.

4. Die Formeln (19) und (20) liefern für das Whitworth-Gewinde (vergl. DIN 11) folgende Zahlenwerte:

| Äußerer Durchmesser des Gewindes (abgerundet) | | Kern- | Zulässige Belastung der Schraube | | |
|---|---|---|---|---|---|
| engl. „ | mm | mm | Koeffizient 0,4 | Koeffizient 0,45 | Koeffizient 0,55 |
| 1/2 | 12,70 | 9,98 | 155 kg | 122,5 kg | 82 kg |
| 5/8 | 15,88 | 12,92 | 393 „ | 310 „ | 208 „ |
| 3/4 | 19,05 | 15,80 | 729 „ | 576 „ | 386 „ |
| 7/8 | 22,23 | 18,61 | 1 159 „ | 916 „ | 613 „ |
| 1 | 25,40 | 21,34 | 1 669 „ | 1 318 „ | 883 „ |
| 1 1/8 | 28,58 | 23,93 | 2 240 „ | 1 770 „ | 1 185 „ |
| 1 1/4 | 31,75 | 27,10 | 3 053 „ | 2 412 „ | 1 614 „ |
| 1 3/8 | 34,93 | 29,51 | 3 755 „ | 2 967 „ | 1 986 „ |
| 1 1/2 | 38,10 | 32,68 | 4 792 „ | 3 786 „ | 2 535 „ |
| 1 5/8 | 41,28 | 34,77 | 5 539 „ | 4 377 „ | 2 930 „ |
| 1 3/4 | 44,45 | 37,95 | 6 785 „ | 5 361 „ | 3 589 „ |
| (1 7/8 | 47,63 | 40,40 | 7 837 „ | 6 192 „ | 4 145 „) |
| 2 | 50,80 | 43,57 | 9 308 „ | 7 355 „ | 4 922 „ |
| 2 1/4 | 57,15 | 49,02 | 12 111 „ | 9 569 „ | 6 406 „ |
| 2 1/2 | 63,50 | 55,37 | 15 857 „ | 12 528 „ | 8 387 „ |
| 2 3/4 | 69,85 | 60,56 | 19 286 „ | 15 237 „ | 10 201 „ |
| 3 | 76,20 | 66,91 | 23 947 „ | 18 923 „ | 12 667 „ |

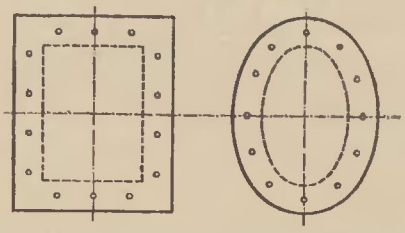
Die eingeklammerte Größe ist möglichst zu vermeiden.

5. Die Ausführung des Gewindes flußstählerner Schrauben soll möglichst genau der Gewindeform nach DIN 11 entsprechen.

6. Schrauben aus härtbarem Stahl sind nicht zulässig.

7. Werden mehrere Flanschenschrauben mit gleichen

Bild 20 Bild 21



Abständen zur Befestigung rechteckiger oder elliptischer Platten verwendet (vergl. Bild 20 und 21), so kann man für ihre Berechnung annehmen, daß die am stärksten belastete Schraube den Druck

$$P_1 = \frac{Pe}{2\pi r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

zu übertragen hat; hierin bedeutet

$r$ den geringsten Abstand der Schrauben vom Schwerpunkte der gedrückten, rechteckigen oder elliptischen Fläche in mm,

$e$ die Schraubenteilung in mm.

8. Wenn erhebliche Biegungsspannungen zu befürchten sind, wie namentlich bei unbearbeiteten Flächen, Durchbiegen der Flansche, einseitig liegenden Dichtungen usw., so ist dies bei der Bemessung der Schrauben zu berücksichtigen.

9. Die Flansche sind so stark zu machen, daß sie der Biegungsspannung sowie auch dem Durchbiegen sicher widerstehen.

10. Schrauben unter 16 mm Außen-Durchmesser sind möglichst zu vermeiden; Schrauben unter 13 mm Außen-Durchmesser sind unzulässig.

## XII. Anker und Stehbolzen.

### XII A. Allgemeines.

Bei der Berechnung der Ankerbelastung darf die etwaige unterstützende Wirkung anderer Kesselteile berücksichtigt werden.

### XII B. Berechnung.

1. Die zulässige Spannung soll

| | | |
|---|---|---|
| bei geschweißten Ankern und Stehbolzen aus Schweißstahl | 3,5 | kg/mm² |
| bei ungeschweißten Ankern und Stehbolzen aus Schweißstahl | 5 | " |
| bei ungeschweißten Ankern und Stehbolzen aus Flußstahl | 6 | " |
| bei Ankern und Stehbolzen aus Kupfer für Dampftemperaturen bis 200° C | 4 | " |
| bei Ankerrohren im Kernquerschnitt des Gewindes | 5,3 | " |

nicht überschreiten.

2. Es empfiehlt sich, die mit Muttern versehenen Längsanker mit Gewinde in die Stirnplatten oder Rohrplatten einzuschrauben, außerdem nicht nur außen, sondern auch innen mit Unterlegscheiben und mit Muttern zu versehen. Die Ankerrohre sind mit Gewinde einzuziehen und aufzuwalzen.

3. Die Länge der Eckanker soll so groß wie irgend möglich sein.

4. Es empfiehlt sich, in Dampfkesseln mit Flammrohren diejenigen Niete, welche die Eckanker mit der Stirnplatte verbinden, mindestens 200 mm vom Flammrohrumfang abstehen zu lassen.

5. Der Querschnitt der Eckanker soll im Verhältnis ihrer Neigung zur Kesselachse größer werden als derjenige der Längsanker.

6. Die zur Befestigung der Eckanker dienenden Bolzen und Niete sind den wirkenden Kräften entsprechend reichlich zu bemessen.

7. Werden ebene Stirnwände durch Aufnieten von I-Trägern und dergleichen versteift, so sollen diese ihre Belastung möglichst unmittelbar auf den Kesselmantel übertragen.

8. Bei der Versteifung feuerberührter ebener Flächen durch Stehbolzen sollte der Stehbolzenabstand im allgemeinen nicht größer als 200 mm sein.

## XIII. Bügel- oder Deckenträger für Feuerbüchsendecken.

1. Die freitragenden, nicht aufgehängten Träger sind wie ein Balken zu berechnen, der auf die Entfernung $l$ (vergl. Bild 22) frei aufliegt und an den Stützstellen der Decke durch die Kräfte belastet wird, welche sich für die auf ihn entfallenden Deckenfelder ergeben.

2. Die Tragfähigkeit des Deckenbleches kann in Rechnung gestellt werden.

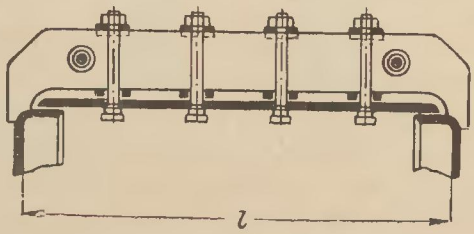



Bild 22

3. Werden die Deckenträger aufgehängt, so sind sie den veränderten Belastungsverhältnissen entsprechend zu berechnen.

## XIV. Mannloch- und andere Ausschnitte.

1. Bei Anordnung von Versteifungen der Ausschnittränder ist zu beachten, daß unter Umständen durch solche Versteifungen Spannungen erzeugt werden können, die zu vermeiden sind.

2. Im allgemeinen sollen die ovalen Mannlöcher mindestens 300 × 400 mm weit sein; hiervon ist nur dann abzuweichen, wenn sich derart bemessene Mannlöcher nur schwierig anbringen lassen. Die kleinste zulässige Weite ist in diesem Ausnahmefall 280×380 mm.

3. Die in den Dampfdom führenden Öffnungen sind stets so zu bemessen, daß das Innere des Domes sowie dessen Decken- und Randkrempen der Untersuchung zugänglich bleiben.

4. Verschlußdeckel oder Mannlocheinfassungen (Rahmen) dürfen nicht aus Gußeisen oder Temperguß hergestellt werden. Sie müssen so gestaltet sein, daß die Packung nicht herausgedrückt werden kann.

5. Es empfiehlt sich, die Schraubenbolzen der Mannlochdeckel bei Kesseln für hohe Dampfspannung mit Gewinde einzusetzen und zu vernieten.

6. Die Ränder der Mannloch- und der sonstigen Ausschnitte sind stets dann wirksam zu versteifen, wenn durch das Einschneiden der Löcher eine unzulässige Verschwächung des Bleches gegenüber dem beabsichtigten Drucke eintritt, oder wenn zu befürchten steht, daß das Blech durch das Anziehen der Bügel und dergl. durchgespannt wird.

## XV. Wasserkammer- und Teilkammerkessel.

1. Bei neuen Kammer- (auch Teilkammer-) kesseln sollen Schweißverbindungen des Umlaufblechs (Bodenblechs) mit den Rohrplatten möglichst vermieden werden. Mindestens muß dies geschehen im unteren Teile der vorderen Wasserkammer auf der dem Feuer zugewendeten Seite.

2. Die vordere Kammer (auch Teilkammer) ist mindestens bei Neuanlagen so zu lagern, daß etwa auftretende Undichtigkeiten der vorderen und hinteren Kante des Bodenblechs beobachtet werden können. Ist die hintere untere Kante der vorderen Wasserkammer durch Krempung, ohne Nietung und ohne Schweißung hergestellt, so ist die Beobachtungsmöglichkeit nicht erforderlich.

3. a) Die hintere Kante der vorderen Kammer (auch Teilkammer) muß bei gekrempten Kanten ohne Nietung durch Mauerwerk dauernd wirksam der unmittelbaren Bestrahlung durch das Feuer und der unmittelbaren Berührung durch die Feuergase entzogen werden.

b) In den übrigen Fällen muß darüber hinaus die hintere untere Kante der vorderen Kammer (auch Teilkammer) jedem Einfluß zu hoher Temperaturen dauernd wirksam entzogen werden. Das Schutzmauerwerk muß in diesen Fällen so ausgeführt werden, daß im Falle eines Schadens (Abbrand, Einsturz) die dadurch entstehende Gefahr dem Heizer und dem Aufsichtsbeamten durch Einblick in den Feuerherd bemerkbar wird.

4. Wenn bei bestehenden Anlagen die Forderung des zweiten Satzes der Ziffer 3b nicht erfüllbar ist, so muß, wenigstens bei geschweißter Naht, diese Naht ausreichend mechanisch gesichert sein.

## XVI. Schlußbemerkung.

Läßt sich die Widerstandsfähigkeit eines Kessels oder einzelner Kesselteile nicht durch Rechnung feststellen, so ist gegebenenfalls der Weg des Versuches zu beschreiten.

Der Wasserdruckversuch wird in solchen Fällen zum Festigkeitsversuch und ist dann mit dem zweifachen Betrage des beachsichtigten Betriebsdrucks auszuführen.

# Erläuterungen zu den Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel.

## Allgemeines.

Die neuen Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel sind unter den gleichen Gesichtspunkten entstanden wie die Vorschriften des Jahres 1908, sie sind in Form von festen Vorschriften abgefaßt, die für alle den allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Landdampfkesseln unterworfenen Kessel gültig sind. In der Steigerung der Leistung und auf dem Gebiete des Hochdruckdampfes ist jedoch der Dampfkesselbau in einer raschen Entwicklung begriffen. Werkstoff und Konstruktion haben sich vielfach geändert, und für die Prüfung sind neue wissenschaftliche Erkenntnisse maßgebend geworden, so daß es sich empfiehlt, vor der Bestellung der Werkstoffe wegen der Vereinbarung etwa weitergehender Bedingungen mit dem amtlichen Vorprüfer unter Vorlage der zur Erläuterung erforderlichen Zeichnungen in Verbindung zu treten. (Vergl. § 24 der R. G. O.)

Es war also notwendig, die naturgemäß kurze Fassung der Vorschriften zu erläutern, um auch in Fällen besonderer Anforderungen ihre richtige Anwendung zu gewährleisten.

Daher hat ein Sonderausschuß von Sachverständigen aus den am Dampfkesselwesen beteiligten Kreisen die nachfolgenden

**„Erläuterungen"**

bearbeitet und herausgegeben. Sie enthalten teils Angaben, die zur Erläuterung der Werkstoff- und Bauvorschriften dienen können, teils behandeln sie Fragen, die trotz der ihnen von verschiedenen Seiten beigemessenen Wichtigkeit zur Aufnahme in diese Vorschriften noch nicht genügend abgeklärt sind. Es bleibt besonderer Übereinkunft überlassen, wie weit und in welcher Form hiervon Gebrauch gemacht werden soll.

# Erläuterungen zu den Werkstoffvorschriften für Landdampfkessel.

## Zu I A. Prüfungen.

Nach den früheren Materialvorschriften waren die zum Bau von Kesseln verwendeten Werkstoffe wie Winkeleisen, Nieteisen, Niete, Anker und Stehbolzen, welche aus Werkstoff von weniger als 41 kg/mm² Festigkeit hergestellt waren, nur dann zu prüfen, wenn dies besonders vorgeschrieben war, während nach den neuen Bestimmungen für diesen Werkstoff, falls nicht eine Abnahme durch Sachverständige besonders vorgeschrieben ist, Werkbescheinigungen beigebracht werden müssen.

Für das Urteil des Sachverständigen ist die Kenntnis der Vorgänge bei der Werkstoffherstellung und ein Einblick in das Fertigungsverfahren wichtig. Daher ist dem Sachverständigen in den Vorschriften das Recht auf Einsicht in den Fertigungsvorgang eingeräumt, sowie dem Lieferwerk auferlegt worden, dem Sachverständigen auf Verlangen die Herstellungsart des Werkstoffes und der chemischen Zusammensetzung der Schmelze bekannt zu geben.

Obwohl die chemische Zusammensetzung des Werkstoffes seine Eignung für den Dampfkesselbau beeinflußt, hat man von bestimmten Vorschriften für die Zusammensetzung abgesehen, weil noch keine Übereinstimmung hierüber zu erzielen war und die Durchführung der chemischen Analyse im laufenden Abnahmegeschäft kaum möglich ist.

Nach der Ansicht der Sachverständigen ist der Kerbschlagversuch ein wichtiges und auch vielfach angewandtes Prüfverfahren, um den Glühzustand der Bleche festzustellen. (Vergl. Erfahrungen der Vereinigung der Großkesselbesitzer mit der Studienprobe, und die am Schluß stehenden Literaturnachweise.) Im Hinblick auf die noch nicht abgeklärten Meinungen ist vorläufig davon abgesehen, den Kerbschlagversuch in die jetzigen Vorschriften aufzunehmen.

## Zu I B. Zurichtung der Proben.

Für den Kerbschlagversuch wurden zunächst Probestäbe von 30 mm Höhe und 15 mm Bruchquerschnitt mit 4 mm Rundkerb und einer Breite gleich der Blechdicke angewandt. Es zeigte sich eine Beeinflussung des Ergebnisses durch die Probenbreite, die vor allem bei Blechen von mehr als 20—25 mm Dicke eine Änderung notwendig machte. Auch die Abhängigkeit des Ergebnisses von der Temperatur der Proben bei der Prüfung wurde erkannt.

Es wurden daher zunächst Normalproben von 30 mm Höhe und 15 mm hohem Bruchquerschnitt mit 4 mm Rundkerb angewendet, bei Blechen unter 25 mm Dicke mit der Blechdicke als Probenbreite

Bei Blechdicken über 25 mm wurde die Probe einseitig bearbeitet, so daß die halbe Blechdicke oder, wenn sie mehr als 20 mm betrug, dieses Maß als Probenbreite genommen wurde, wobei die Walzhaut auf einer Seite verbleibt.

Später wurden einheitliche Probenbreiten vorgeschlagen, und zwar solche

1. von 15 mm, Bruchquerschnitt 15 × 15 mm, Höhe 30 mm, Rundkerb 4 mm;
2. von 10 mm, Bruchquerschnitt 10 × 5 mm, Höhe 10 mm, Rundkerb 1,3 mm.

Die zurzeit gebräuchliche Probeform ist die zu 1) angeführte.

Bei Blechen von über 15 mm Dicke werden zurzeit die Probestäbe so entnommen, daß immer abwechselnd auf einer Seite die Walzhaut verbleibt. Zu Studienzwecken empfiehlt es sich, bei Blechen von etwa 40 mm Dicke und darüber auch die mittleren Teile zu prüfen.

Der Probestab zu 2) erfordert peinlich genaue Herstellung.

Die Prüfung wird durch die Temperatur wesentlich beeinflußt und im allgemeinen bei Zimmertemperatur vorgenommen.

### Zu I C. Abnahme der Werkstoffe.

Zu Ziffer 7: Wiederholen sich ungünstige Ausfälle infolge von Fehlstellen der Proben, so ist zu beachten, daß die Proben in eine Blechzone fallen können, deren Prüfung garnicht vorgesehen war.

### Zu II. Schweißstahl.

Es wird empfohlen, Schweißstahl zum Bau neuer Dampfkessel nur noch für Niete zu verwenden. Ausgeschlossen ist im übrigen die Verwendung nicht; es gelten alsdann die in den Materialvorschriften (bisherige Anlage 1 der Allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Landdampfkesseln vom 17. Dezember 1908) enthaltenen, für Schweißeisen gültigen Bestimmungen.

### Zu III. Flußstahl. A. Bleche und Kesselteile.

#### Zu III A 2. Anzahl der Probestücke.

Soweit Kerbschlagproben vereinbart sind, wird zurzeit von jeder Walzplatte am Kopf- und Fußende je eine Querprobe entnommen.

Nach den früheren Bestimmungen waren, falls Werkbescheinigungen in Frage kamen, von dem Werkstoff einer Lieferung in der Regel nur von sämtlichen Blechen, die im ersten Feuerzuge liegen, und von 50 v. H. der übrigen Bleche je eine Querzugprobe und eine Hartbiegeprobe zu entnehmen; jetzt ist von sämtlichen Walzplatten je eine Querzugprobe und eine Abschreckbiegeprobe von der Mitte des Kopfendes und vom Rande des Fußendes zu entnehmen.

#### Zu III A 4. Anforderungen.

Die Tabelle über die Dehnungswerte in den Vorschriften stammt aus den 90er Jahren und war damals aufgestellt worden für Stäbe von 300 mm² Querschnitt bei einer Meßlänge von 200 mm. Diesem Querschnitt von 300 mm² entspricht etwa der runde Normalstab von 20 mm Durchmesser. Damals war die übliche Blechdicke 8 bis 15 mm. Mit zunehmender Blechdicke erschien eine Anpassung der Probenquerschnitte an die Dehnungswerte erwünscht. Die Probenquerschnitte wurden daher in Abhängigkeit von der Blechdicke begrenzt, wobei teilweise noch über die ausländischen Vorschriften, die für deutsche Kesselllieferungen in Frage kommen, hinausgegangen wurde.

Bei dem Übergang zu Kesseln höherer Drücke wurde die Forderung aufgestellt, den Zusammenhang der Probenquerschnitte mit den Dehnungswerten schärfer auszudrücken. Es wurde daher auf Grund von Versuchen Professor Baumanns die unten folgende Zahlentafel aufgestellt, welche die Zusammenhänge zwischen Zugfestigkeit, Probenquerschnitt und Dehnung genauer kennzeichnet. Diese Zahlentafel stimmt mit Vorschlägen überein, die Baudirektor Hartmann-Hamburg auf Grund praktischer Erfahrungen bereits vor dem Kriege gemacht hatte.

| | Mindestdehnung in % | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Festigkeit in kg/mm² . | 35 | 36 | 37 | 41 | 43 | 44 | 45 | 46 | 53 |
| Probenquerschnitt in mm² bis 500 . . . | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 18 |
| über 500—1000 . . | 29 | 28 | 27 | 26 | 24 | 23 | 22 | 21 | 19 |
| über 1000—1500 . . | 30 | 29 | 28 | 27 | 25 | 24 | 23 | 22 | 20 |
| über 1500—2000 . . . | 31 | 30 | 29 | 28 | 26 | 25 | 24 | 23 | 21 |

Für den Kerbschlagversuch liegen z. Zt. zahlenmäßige Ergebnisse in größerem Umfange für Bleche von 34—51 kg/mm² Festigkeit vor. Es können deshalb auch nur für diese Blechsorten Anhaltswerte genannt werden. Für den Kerbschlagversuch wurden auf Grund der bisherigen Erfahrungen für die Blechsorte 34—41 kg/mm² folgende Mindestwerte vereinbart:

bis 15 mm Probendicke . . . . . 10 mkg/cm²
über 15—20 mm Probendicke . . 8 mkg/cm².

Im Bereich einer Probendicke von 20—25 mm wurde anfänglich 8 mkg/cm² vereinbart, dabei ergaben sich aber Schwierigkeiten, weil die Werte bereits in das kritische Gebiet des Kerbschlagversuches fallen können. Für die z. Zt. gebrauchte Probe von 15 mm Breite ist der Mindestwert von 10 mkg/cm² vereinbart worden. Im übrigen sind z. Zt. (1926) im Kaiser Wilhelm-Institut für Eisenforschung und seitens der Vereinigung der Großkesselbesitzer Versuche im Gange, deren Ergebnisse abzuwarten sind. Für die Probenform von 10 mm Breite fehlen noch Erfahrungswerte. Der nach den bisherigen Abnahmen erreichte Mindestwert von 8 mkg/cm² für Blechsorte II ist noch umstritten und muß durch weitere Versuche nachgeprüft werden.

## Zu III F. Wasser- und Ankerrohre.

### Zu 1. Allgemeines.

Nach den früheren „Materialvorschriften für Landdampfkessel" waren Wasserrohre nur dann zu prüfen, wenn dies im Einzelfalle vom Besteller vorgeschrieben war.

Mit der Steigerung der Dampfdrücke und der Dampfleistung in neuester Zeit häuften sich auch die Schadenfälle an Wasserrohren. Diese Fälle sind einerseits auf die Betriebführung (übermäßiger Kesselsteinansatz, ölhaltiges Speisewasser, örtliche Überhitzung durch Stichflamme und dergl.), andererseits auf Werkstoffehler zurückzuführen. Sorgfältige Betriebführung und Prüfung der Rohre ist daher erforderlich.

Die Untersuchung zahlreicher schadhafter Rohre zeigt als Ursache in der Mehrzahl sogenannte Falten und scharfe Riefen, die einer Mantellinie entlang oft über die ganze Rohrlänge verlaufen und die Rohrwand ganz erheblich schwächen. Diese Herstellungsfehler sind individueller Natur, d. h. sie können an jedem einzelnen Rohr auftreten; eine sorgfältige Besichtigung jedes Rohres auf diese Fehler hin ist daher vorgeschrieben. Ferner ist in den Vorschriften vorgesehen, daß bei besonderer Beanspruchung noch weitergehende Prüfungen vorgenommen werden können. Nach Ansicht der Sachverständigen kommt hierfür die Wiederholung des Wasserdruckversuches an einer größeren Anzahl Rohre und vergrößerter Umfang der mechanischen Versuche in Betracht.

Rohre gewöhnlicher Handelsgüte sind für Dampfkessel ausgeschlossen.

Die Vorschrift, daß der Hersteller den guten Glühzustand der Rohre gewährleisten muß, besagt nicht ohne weiteres, daß sie nach dem Formprozeß nochmals besonders ausgeglüht sein müssen; es gibt Verfahren, bei denen das Rohr so warm die Herstellung verläßt, daß nochmaliges Glühen nicht unter allen Umständen erforderlich ist.

### Zu 2. Abnahmeversuche und Anforderungen.

Bei Aufstellung der in den Vorschriften angegebenen Zahlentafel und Formel zur Berechnung der Wanddicke der Rohre ist die vorgesehene Minustoleranz (bei Längen von höchstens doppeltem Durchmesser an vereinzelten Stellen bis zu 20 v. H.) berücksichtigt worden.

Für stark gekrümmte Rohre sind Zuschläge zu den errechneten Wanddicken vorgesehen, weil beim Biegen die gezogene Faser gelängt und geschwächt (evtl. kalt gereckt) wird, und meist gerade diese Stellen dem Einfluß der Feuergase besonders ausgesetzt sind.

Als „stark gekrümmte" Rohre sind solche anzusehen, deren Biegungshalbmesser kleiner ist als der fünffache Rohr-Außendurchmesser.

Bei gekrümmten Rohren ist ferner besonders darauf zu achten, daß die Querschnitte in den gebogenen Stellen möglichst kreisrund sind, was mit dem Taster festgestellt werden kann. Sind die Querschnitte unrund, so wird an den Stellen mit größeren Durchmessern der anhaftende Kesselstein durch den Bohrkopf nicht voll beseitigt.

Bei Verfeuerung von Rohbraunkohle empfiehlt es sich, auch dann die Rohre der zweiten Rohrreihe zu verstärken, wenn sie durch die Rohre der ersten Rohrreihe gedeckt sind, weil sie durch die fegende Wirkung der Rauchgase und durch Nachverbrennung stark leiden können.

Die vorgeschriebenen Versuchsdrücke entspringen der Überlegung, daß die beim Wasserdruckversuch auftretende Beanspruchung in keinem Falle $^2/_3$ der Streckgrenze übersteigen soll.

Zu 3. Anzahl der Probestücke.

Soweit der nach Ziff. 2 f) geforderte Zugversuch an Rohren mit über 140 mm Außendurchmesser und mindestens 5 mm Wanddicke erfolgt, ist sinngemäß auch der Abschreckbiegeversuch an den nach Ziff. 4 h) herzustellenden Probestäben vorzunehmen.

Zu 4. Anforderungen.

Als geeignete Form des Bördelversuches wird ein Auftreiben mittels Dorn bis 45° Neigung der Wände mit nachfolgendem Umbördeln mittels der Hammerfinne angesehen.

## Zu IV. Stahlguß.

Gemäß § 2 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Landdampfkesseln vom 17. Dezember 1908 war die Verwendung von Formflußeisen (weichem Stahlguß) für alle nicht im ersten Feuerzuge der Kessel liegenden Teile gestattet.

Mit der Steigerung des Dampfdruckes hat allgemein die Verwendung von Stahlguß größeren Umfang angenommen, auch werden Teile von Apparaten und Maschinen, die oft Stahlgußstücke von ganz erheblicher Größe aufweisen, neuerdings zwecks Verwertung von Abwärme als Dampferzeuger ausgebaut. Es ist daher erforderlich geworden, Prüfvorschriften für Stahlguß aufzustellen.

Werkstoffe, wie Temperguß oder Sondergußeisen, das unter Zusatz von Stahlschrot erschmolzen wurde, sind von der Verwendung ausdrücklich ausgeschlossen. Solche Werkstoffe dürfen, übereinstimmend mit DIN 1681, nicht als Stahlguß bezeichnet werden.

Stahlguß muß ohne weitere Behandlung schmiedbar sein. Für die Fälle, wo Stahlguß feuergeschweißt werden soll, kommt die Stahlgußsorte I der Vorschriften mit einer Festigkeit von 35—45 kg/mm² in Frage.

Die Stahlgußsorte II ist in der Festigkeit nur nach unten beschränkt. Die Beschränkung nach oben ergibt sich von selbst durch die erforderliche Mindestdehnung.

Da Stahlguß keine Verformung durch Schmieden u. dergl. erfährt, so ist seine Güte im wesentlichen neben der Zusammensetzung der Schmelze von der Glühbehandlung abhängig. Es sind nicht alle Herstellungsverfahren für alle Gußstücke gleichwertig. Die Herstellung von Stahlguß ist Vertrauenssache. Der Besteller eines größeren Stückes wird dieses von Fall zu Fall beachten müssen. Von großer Bedeutung ist geeignete Formgebung. Es ist Sache des verantwortlichen Konstrukteurs, sich auch über alle diese Verhältnisse gründlich Aufschluß zu verschaffen.

Der Nachweis über die Erfüllung der Gütevorschriften wird durch die Prüfung angegossener oder in Ausnahmefällen besonders für sich gegossener Probestäbe erbracht. Da das Ergebnis der Prüfung eines einzelnen Probestabes im allgemeinen nur über die Güte des zur Schmelze verwendeten Werkstoffs, nicht aber über die Eigenschaften des einzelnen Stückes selbst aussagen kann, besteht in geeigneten Fällen noch die Möglichkeit, die Entnahme von Proben aus dem Stück selbst zu vereinbaren, um sich über dessen Eigenschaften zu vergewissern.

Neben den vorgeschriebenen Prüfungen kann für den Nachweis guten Werkstoffs und guter Glühbehandlung die chemische Analyse, die metallographische Schliffprobe und besonders der Kerbschlagversuch herangezogen werden.

Bei Durchführung des Kerbschlagversuches haben sich auf Grund von Erfahrungen folgende Werte für die Kerbzähigkeit an angegossenen Probestäben als erreichbar ergeben:

bei Stahlguß I . . . . . 6 mkg/cm²
„ „ II . . . . . 4 „

Die angegebenen Berechnungsfestigkeiten von 4 kg/mm² für Sorte I und 5 kg/mm² für Sorte II bieten auch für höhere Temperaturen noch genügende Sicherheit, indessen empfiehlt es sich, nicht nur der Vorschrift entsprechend bei Überschreitung von 300° C der Verringerung der Zerreißfestigkeit Rechnung zu tragen, sondern auch das Verhalten bei Dauerbelastung und hohen Temperaturen zu berücksichtigen. In besonderen Fällen ist die Verwendung von legiertem Stahlguß zu erwägen, für dessen Bewertung die Vorschriften unter V A. und V C. zu beachten sind.

Die Vorschrift besagt, daß die Stücke keine Gußfehler haben dürfen, welche die Verwendbarkeit und Bearbeitbarkeit des Stückes beeinträchtigen. Als solche Fehler sind anzusprechen: Spannungen, Blasen, Lunker, schwammige, poröse und harte Stellen, Schlackeneinschlüsse, Schrumpfrisse und Unterschreitung der Wanddicke über die zulässige Grenze. Die Oberfläche von Stahlgußstücken ist immer mehr oder weniger rauh und narbig; sie soll aber doch innerhalb dieser natürlichen Beschaffenheit möglichst sauber und gleichmäßig sein.

Es wird nicht immer möglich sein, alle Fehler eines Stückes festzustellen. In manchen Fällen wird es erforderlich sein, verdächtige Stellen blank zu machen, in manchen wird erst die Bearbeitung die Fehler zu Tage fördern.

Das Einverständnis des Sachverständigen zu Ausbesserungsarbeiten ist auch in solchen Fällen erforderlich, wo nach Schweißarbeiten das nachträgliche Ausglühen unterbleiben soll. Dieses Ausglühen kann unter Umständen nicht mehr angängig sein, wenn das Stück bereits zu weitgehend bearbeitet ist, oder es kann als nicht erforderlich unterbleiben, wenn die Beanspruchung des Stückes zu geringfügig erscheint.

### Zu V B. Kupfer.

Die in den Vorschriften geforderte Zugfestigkeit des Kupfers von 22 kg/mm² soll bei weich geglühtem Zustande vorhanden sein.

### Zu VI. Kesselteile.

### Zu VI A. Größere Kesselteile, gepreßte Kesselteile.

Bei nahtlos gezogenen Vierkantrohren für Überhitzer, Kesselsektionen und dergl. empfiehlt es sich, den Wasserdruckversuch mit dem doppelten Betriebsdruck des betr. Kessels, mindestens aber mit 40 kg/cm² Überdruck vorzunehmen.

### Zu VI B. Überlappt feuergeschweißte Kesselschüsse und Kesseltrommeln.

Es empfiehlt sich, an den Schüssen für hochbeanspruchte Kessel an jedem Ende einen etwa 50 mm breiten Probering zuzugeben, der die gesamte Wärmebehandlung des Werkstückes bis zur fertigen Trommel mitmacht und dem Zweck dient, den Glühzustand besonders in der Nähe der Schweißnaht festzustellen. Bei Trommeln mit angestauchten Böden werden diese Ringe vor dem Anstauchen abgestochen und dann später zusammen mit der Trommel ausgeglüht. Die Proben sind vor dem letzten Ausglühen zu richten. Im übrigen sind die für den Kerbschlagversuch bei Kesselblechen gegebenen Richtlinien zu beachten.

## Erläuterungen zu den Bauvorschriften für Landdampfkessel.

### Zu I. Allgemeine Bestimmungen.

Die in den Bauvorschriften enthaltenen Bestimmungen gelten für die Bemessung der Teile sämtlicher Landdampfkessel bewährter Bauart und sorgfältiger Ausführung.

Handelt es sich dagegen um Kessel von ungewöhnlicher Bauart oder Größe, oder werden die Dampfkessel außergewöhnlich beansprucht, oder herrschen im Betriebe besondere Verhältnisse (besonders geartetes Speisewasser, außergewöhnliche Temperatur, Wärmeverteilung und dergl.), steht insbesondere zu erwarten, daß die Temperatur der Wandungen wesentlich höher ausfällt als 300° C, so ist solchen Sonderverhältnissen, insbesondere dem Verhalten des Werkstoffes bei höheren Temperaturen Beachtung zu schenken. Durch geeignete Einrichtungen sind die Kesselwände, insbesondere die übereinanderliegenden Bleche dann zu schützen, wenn mit einer höheren Erwärmung der Bleche durch die Heizgase zu rechnen ist.

Für mittlere Verhältnisse kann angenommen werden, daß die Wandtemperatur einwandiger feuerberührter Kesselteile usw. um 100° C über der Sattdampftemperatur liegt. Doppelte oder dreifache Blechdicken verursachen ebenso wie starke Verunreinigung des Kesselinnern höhere Erwärmung.

Auf die Bedeutung der mit solchen Erhitzungen verbundenen ungleichmäßigen Wärmedehnungen wird besonders aufmerksam gemacht. Sie können örtlich sein oder sich auf größere Ausdehnung erstrecken.

Bei Kesseln mit großer Bauhöhe ist der maßgebende Dampfdruck um den Druck der Wassersäule zu erhöhen.

Außer der Einhaltung der in den Vorschriften unter Ziffer 1 a bis d einzeln aufgeführten Anforderungen an die Herstellung empfiehlt es sich, auch die Erfüllung der nachstehenden Richtlinien zu beachten, wobei es dem Besteller freisteht, eine Bauüberwachung mit dem Hersteller zu vereinbaren:

Alle Teile, insbesondere Bleche und Rohre, sollten vor und auch während der Bearbeitung sorgfältig besichtigt werden.

Die Bleche und Böden sollten mit solchem Übermaß bestellt werden, daß die Ränder mit spanabhebenden Werkzeugen derart bearbeitet werden können, daß der Einfluß des Scherenschnittes oder Schneidbrenners nach Möglichkeit beseitigt wird.

Da die Güte der Arbeit einer Kesselschmiede nach dem Umfang der beim Zusammenbau noch erforderlichen Anrichtarbeiten zu beurteilen ist, sollte ein Mindestmaß von Anrichtarbeiten angestrebt werden. Die zu verbindenden Teile müssen auf der ganzen Fläche ohne erhebliche Anspannung satt aufeinander liegen.

Zurichten, Biegen, Bördeln u. s. f. müssen mit möglicher Vorsicht kalt oder bei geeigneter Temperatur erfolgen. Insbesondere müssen die Bleche und Laschen zylindrischer Kessel bis zu den Kanten auf der Maschine gebogen sein. Ein stückweises Anbiegen der Blechstücke kann leicht zu Schädigungen des Werkstoffes führen.

Welche Krümmung kalt erteilt werden darf, hängt von dem Werkstoff und der Art der Formgebung ab.

Formgebung von Blechteilen darf niemals in der Blauwärme erfolgen. Die Verwendung von Schweiß- und Schneidbrennern zum Anwärmen von Blechteilen ist unzulässig.

Wo Anwärmen örtlicher Stellen notwendig wird, sollte dies stets in so großen Flächen erfolgen, daß Formänderungen außerhalb der rotwarmen Zone ausgeschlossen sind. Mit besonderer Sorgfalt ist darauf zu achten, daß kalte Kesselteile beim Anpassen erwärmter Teile nicht unzulässig warm werden. Auf das vorsichtige Abkühlen angewärmter Blechteile ist besonders Wert zu legen.

Ein etwaiges Einschrumpfen von Böden ist mit der nötigen Vorsicht auszuführen.

Die zum Anrichten der Bleche erforderlichen Heftlöcher sind zu bohren und so anzuordnen, daß beim Zusammenbau sattes Anliegen gewährleistet wird. Stanzen ist auch bei Heftlöchern unzulässig. Die Heftlöcher sollen so viel kleiner gebohrt sein, daß sie zu vorschriftsmäßigen Nietlöchern aufgerieben werden können.

Das Versenken der Außenkanten der Nietlöcher ist vorgeschrieben, um einem guten Querschnittsübergang vom Nietschaft zum Nietkopf zu erreichen.

Zum Aufreiben nicht genau passender Löcher dürfen nur scharfe Werkzeuge verwendet werden, weil erfahrungsgemäß durch stumpfe Werkzeuge erhebliche Zähigkeitsverminderung bewirkt werden kann.

Gewaltsames Dornen ist unzulässig, ebenso Verspannen unvollkommen passender Teile.

Die Beseitigung von falsch gebohrten Nietlöchern oder sonstigen Bearbeitungsfehlern sollte im Einvernehmen mit dem Besteller erfolgen. Die sorgfältige Herstellung der Nietnaht ist von besonderer Wichtigkeit. Alle Nietarbeiten sollen so ausgeführt werden, daß jede Beschädigung des Kesselbleches vermieden und der größtmögliche Gleitwiderstand der Verbindungen erzeugt wird. Beim Maschinennieten ist die Kontrolle und Aufzeichnung der Nietkraft und Schließzeit empfehlenswert. Der Nietdruck ist entsprechend den Eigenschaften des Werkstoffes von Blech und Nieten zu wählen. Eindrücke um die Niete herum können vom Nietstempel herrühren und deuten auf zu hohen Nietdruck. Zentrische Lage der Nietköpfe zum Nietloch, wie sie durch Körnermarken leicht festzustellen ist, kennzeichnet sorgfältige Arbeit.

Blechhalter sind im Allgemeinen zu vermeiden. Mangelhaft ausgefallene Niete sind auszubohren und zu ersetzen. Die Niete und Bleche dürfen nicht durch Anspritzen gekühlt werden. Die Niete müssen vor dem Einziehen auf ihre ganze Länge auf richtige Temperatur gebracht werden.

Da bei nach innen undichten Nietnähten und mangelhaftem Anliegen der Bleche Kesselwasser zwischen die Kesselbleche eindringen kann und der sich absetzende Kesselstein den Wärmedurchgang vermindert, ist ein Verstemmen von innen wichtig. Um eine Beschädigung der Bleche durch das Verstemmen tunlichst zu vermeiden, empfiehlt sich das Hohlstemmen.

## Zu III. Vernietung.

Überlappte Mantelnähte haben hohe Biegungsbeanspruchung der Bleche im Gefolge und sollten bei höheren Drücken vermieden werden. Bei Blechen mit höherer Festigkeit als 44 kg/mm² dürfen sie nach den Vorschriften überhaupt nicht ausgeführt werden. Vorzuziehen ist in allen Fällen Doppellaschennietung, wobei die äußere und innere Stemmkante bei nicht ausgezackten Laschen nicht übereinanderliegen soll.

Biegungsbeanspruchung aus der Vernietung kann auch bei nicht sorgfältig ausgeführter Doppellaschennietung auftreten.

## Zu IV. Schweißung und Bearbeitung im Feuer.

### Zu IV A. Allgemeines.

Im allgemeinen sind unter zuverlässig arbeitenden Firmen solche zu verstehen, die große Erfahrungen im Schweißen von Kesselblechen besitzen und über zweckentsprechend ausgerüstete Arbeitsstätten verfügen. Die Erfahrungen erstrecken sich dabei nicht nur auf den eigentlichen Arbeitsvorgang, sondern vor allem auf die zweckmäßige Auswahl des Werkstoffes, die Kenntnis der metallurgischen Vorgänge beim Schweißen und auf die Nachbehandlung der Schweißnaht.

Je nach der Art der Erhitzung und Zusammenfügung, sowie je nach Formgebung der zu verschweißenden Blechkanten werden verschiedene Arten der Schweißung unterschieden:

„Feuerschweißung", auch „Hammer- oder Preßschweißung" genannt, besteht in der Zusammenfügung der zu verschweißenden Werkstoffteile unter Druck (Hämmern oder Pressen) mit oder ohne zusätzliche Anwendung eines gleichen oder verwandten Werkstoffes nach voraufgegangener Erhitzung bis zum teigartigen Zustand im Koks- (Koksschweißung) oder Gasfeuer (Wassergasschweißung). Das Zusammenfügen erfolgt entweder durch stumpfes Aneinanderstoßen und Zusammenpressen der Ränder der Werkstoffteile (Stumpfschweißung), durch Übereinanderlegen der Ränder und Ausstrecken der übergreifenden Teile (Überlappungsschweißung), oder durch Einlegen mit Einschmieden eines Keiles in die abgeschrägten Ränder des Werkstoffes (Keilschweißung).

„Schmelzschweißung" besteht im Zusammenfügen der zu verschweißenden Werkstoffteile durch Einschmelzen eines fremden oder wesensgleichen, besonders hierzu geeigneten Werkstoffes ähnlicher Zusammensetzung in Drahtform (Schweißdraht oder Elektrode) ohne Anwendung von Druck (das etwaige Hämmern des eingeschmolzenen Werkstoffes wird hierunter nicht verstanden) unter gleichzeitigem Erhitzen der Blechränder mittels einer Schmelzflamme (in der Regel Acetylen-Sauerstoff) oder des elektrischen Lichtbogens (in der Regel Gleichstrom niedriger Spannung bei hoher Stromstärke). Das Zusammenfügen erfolgt durch Zusammenstoßen der Ränder bei gleichzeitigem Abschrägen derselben in V- oder X-Form. Eine Vergütung der Schmelzschweißnähte wird durch nachträgliches Durchschmieden des vorher entsprechend verstärkt aufgetragenen Schmelzstoffes erzielt.

„Elektrische Stumpfschweißung" nach dem reinen Widerstandsverfahren und nach dem Abschmelzverfahren.

Die nach den einzelnen Verfahren hergestellten Schweißverbindungen sind in bezug auf ihre Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften nicht als gleichwertig anzusehen; es muß daher diesem Umstand bei der Verwendung geschweißter Konstruktionsteile entsprechend Rechnung getragen werden.

Das Ausglühen der geschweißten Teile vor weiterer Verarbeitung ist, weil von ausschlaggebendem Einfluß auf die Eigenschaften der Schweißnaht, im allgemeinen zu fordern. Es gehören dazu einwandfreie Glüheinrichtungen und Vorrichtungen, die Gewähr dafür bieten, daß das auszuglühende Stück keine unzulässigen Formänderungen erfährt.

In Ausnahmefällen kann nach sorgfältiger Prüfung vom Glühprozeß abgesehen werden (Ausbesserungsarbeiten an bestehenden Kesselanlagen, die teils geschweißt und teils genietet sind, einzelne kleinere Stutzen usw.). Die Schweißungen an Feuerlöchern und an Quersiedern bei bestehenden kleinen Feuerbuchskesseln erscheinen bei guter Ausführung unbedenklich.

Nach den zurzeit vorliegenden Erfahrungen bietet von den verschiedenen Schweißarten die überlappte Wassergasschweißung bei sachgemäßer Ausführung die höchste Gewähr für eine den zu stellenden Anforderungen entsprechende Verbindung zweier Konstruktionsteile. Die zusätzliche Anwendung von Sicherheitslaschen kommt hierbei nicht in Frage.

Im allgemeinen gilt für Flußstahl eine Festigkeit von 48 kg/mm² als Grenze guter Schweißarbeit.

Das nachträgliche Ausglühen ist allgemein grundsätzlich und unabhängig von der Art der Beanspruchung empfehlenswert.

Der Wortlaut der Vorschrift in IV A 2 soll die Anwendung der Schmelzschweißungen bei Auftreten von Druckbeanspruchungen nicht ausschließen.

Die Forderung in IV A 6, wonach durch Schmelzschweißung hergestellte, auf Zug beanspruchte Nähte stets durch Laschen oder andere gleichwertige Konstruktionsteile so zu sichern sind, daß die auf die Verbindung wirkenden Kräfte von ihnen aufgenommen werden können, ist hauptsächlich für größere Mäntel und andere größere Kesselteile gedacht. Bei kleineren Kesseln, die mit ganz geringen Drücken

arbeiten (z. B. Vulkanisierkessel, Kessel für Bügelmaschinen und dergl.) und kleineren Kesselteilen, bei denen das Anbringen von Sicherheitslaschen zu Unzuträglichkeiten führt, sollte es dem zuständigen Sachverständigen überlassen bleiben, ob die Schweißung ohne Lasche zugelassen wird oder nicht.

### Zu V. Berechnung der Blechdicken zylindrischer Dampfkesselwandungen mit innerem Überdruck.

Zu Ziffer 1. Da bei hohem Schwefel- und Wassergehalt der Kohle sich über das übliche Maß hinausgehende Anfressungen zeigen können, und bei stark sandiger Braunkohle durch die fegende Wirkung der sandhaltigen Rauchgase eine Schwächung der Kesselwandung eintreten kann, so empfiehlt es sich, dies vorliegendenfalls bei der Berechnung der Wandstärken zu berücksichtigen.

Bei der Neufestsetzung der Zahlenwerte x ist die unterschiedliche Bewertung für handgenietete und maschinengenietete Nähte fortgefallen. Die bisherigen Werte $x = 4{,}35$ für handgenietete und $x = 4{,}1$ für maschinengenietete Nähte sind in dem Wert $x = 4{,}25$ zusammengefaßt.

Für die geschweißten Nähte ist der erforderliche Sicherheitsgrad, den gemachten Versuchen entsprechend auf 4,25 herabgesetzt worden.

Sind in zylindrischen oder annähernd zylindrischen Kesseltrommeln Rohre eingewalzt (Steilrohrkessel usw.), so sollte nur dann nach Gleichung (1) der Vorschriften mit dem Mindestwert $x = 4$ gerechnet und die Zugfestigkeit aller Stege des schwächsten Querschnittes berücksichtigt werden, wenn das Einwalzen mit großer Sorgfalt geschieht.

### Zu VI. Berechnung der Blechdicken von Dampfkesselflammrohren mit äußerem Überdruck.

Für diesen Abschnitt gilt dasselbe wie zu Abschnitt V im vorigen Abschnitt gesagt wurde.

### Zu VII. Berechnung der Blechdicken ebener Wandungen.

#### Zu VII C. Rohrplatten von Heizrohrkesseln.

Die Werte für $\sigma$ von 40, 50 und 70 kg sind als Grenzwerte zu betrachten für gute Ausführung und normale Betriebsverhältnisse. Liegen ungünstige Betriebsverhältnisse vor, wie sie z. B. bei Baulokomobilen und Lokomotiven dadurch gegeben sind, daß durch schlammhaltiges Kesselwasser das Innere verschmutzt wird und eine Reinigung infolge der Kleinheit der Kessel nicht möglich ist oder infolge der Betriebsverhältnisse nur selten und dann unvollkommen durchgeführt wird, so soll man in diesen Fällen den Wert $\sigma$ entsprechend tief unter dem oben genannten Grenzwert wählen. Ebenso soll die eintretende Biegungsspannung $k_b$ des Plattenwerkstoffes gemäß Formel (11) in solchen Fällen ebenfalls unter dem angegebenen Wert bleiben, da auch dieser als Grenzwert zu betrachten ist.

Die Frage der Berechnung der Rohrplatten von Wasserrohrkesseln wird z. Z. (Juni 1926) noch bearbeitet.

### Zu VIII. Berechnung der Blechdicken von Kesselböden ohne Verankerung gegenüber innerem Überdruck.

#### Zu VIII B. Gewölbte Böden.

Die Neufassung der Berechnungsvorschriften für gewölbte Böden trägt den Ergebnissen zahlreicher Untersuchungen Rechnung, durch welche das Auftreten hoher Biegungsbeanspruchungen im Krempengebiet einerseits, sehr starker Randspannungen in der Umgebung der Mannlöcher andererseits nachgewiesen wurde[1]). Die Spannungsverhältnisse im Krempengebiet erwiesen sich, abgesehen vom Bodendurchmesser, der Wanddicke und dem Innendruck, in erster Linie als von der Gestalt der Bodenkrempe und von der Bodenhöhe abhängig.

Als Grundlage für die Berechnung der Vollböden wurde der doppelte Wert der für die Wölbung eines Halbkugelbodens vom Durchmesser D ermittelten Membranspannung gewählt, da die auftretenden Beanspruchungen bei dünnwandigen Böden als dieser Membranspannung proportional verlaufend angenommen werden können. Um die wirklich auftretende Höchstspannung zu erhalten, ist dieser Wert

[1]) Anmerkung. Es handelt sich hauptsächlich um folgende Arbeiten:

1. E. Diegel „Versuche über die Beanspruchung des Materials geschweißter zylindrischer Kessel mit nach außen gewölbten Böden". Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Sonderreihe M, Heft 2 (1920) (VDI-Verlag).

2. C. Bach, „Versuche über die Widerstandsfähigkeit und die Formänderung gewölbter Kesselböden". Forschungsarbeiten, Heft 270 (1925).

3. E. Höhn, „Der Spannungszustand gewölbter Böden". Z. V. d. I. 69 (1925), S. 155.

4. E. Siebel und F. Körber, „Versuche über die Anstrengung und die Formänderungen gewölbter Kesselböden mit und ohne Mannloch bei der Beanspruchung durch inneren Druck". Mittlg. aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Bd. 7 (1925), S. 113 und Bd. 8, S. 4.

5. E. Siebel, „Ueber die Beanspruchung und das Verhalten von Dampfkesselböden", Stahl u. Eisen 45 (1926), S. 1181

mit dem Quotienten y aus der Höchstspannung und der Grundmembranspannung zu multiplizieren. Es ergibt sich alsdann für die im Boden auftretende Höchstbeanspruchung die Beziehung

$$\sigma_{max} = 0{,}5 \cdot \frac{p}{s} \cdot D \cdot y = \frac{K_z}{x}.$$

Die notwendige Wanddicke bezw. der zulässige Druck ist hieraus durch einfache Umformung unter Berücksichtigung eines Zuschlages $c$ zur Wanddicke zu berechnen.

Der Formwert $y$ wurde durch Versuche bestimmt. Seine Größe wächst mit fallender Bodenhöhe und kleiner werdendem Krempenhalbmesser außerordentlich schnell. Bei gegebener Bodenhöhe ist für die Krempenhalbmesser der Böden der in der Vorschrift angegebene Spielraum, der das Gebiet der ungünstigsten Bodenform umfaßt, zulässig, ohne daß damit eine praktisch ins Gewicht fallende Änderung der auftretenden Beanspruchung verbunden ist. Die günstigsten Bodenformen zeigen eine verhältnismäßig geringe Abweichung von der Ellipsenform, die infolge ihres stetigen Krümmungsverlaufs als die Idealform für Vollböden angesehen werden muß.

Für Böden alter Form ergeben sich infolge ihrer flachen Ausbildung und der Verwendung kleiner Krempenhalbmesser sehr ungünstige Spannungsverhältnisse; deshalb ist die untere Grenze für die Bodenhöhe mit 0,2 $D$ und für den Krempenhalbmesser mit $D/10$ festgesetzt worden. Bei einer weiteren Verringerung der Bodenhöhe, insbesondere bei einem Krempenhalbmesser unter $0{,}06 \cdot D$ ($\sim D/15$), hat die angegebene Berechnungsweise nur noch annähernd Geltung. Wenn ein Zwang zur Verwendung sehr flach gewölbter und mit kleinen Krempenradien versehener Böden vorliegt (z. B. bei der Neugenehmigung alter gebrauchter Kessel), so ist die erforderliche Sicherheit nicht durch Erhöhung der Wanddicke über ein gewisses Maß hinaus, sondern nur durch sorgfältigere Betriebsüberwachung zu erreichen.

Die Stelle der größten Beanspruchung liegt bei den Vollböden in der Regel auf der Innenseite der Bodenkrempe. Es ist deshalb auf eine fehlerfreie Ausbildung der Krempe, insbesondere auf die Einhaltung der der Berechnung zugrunde liegenden Krempenhalbmesser und auf die Vermeidung von Riefen der größte Wert zu legen.

Für die Berechnung der Mannlochböden wurde die gleiche Formel wie für die Vollböden beibehalten, wobei der Schwächung der Böden durch die Mannlöcher durch die Wahl eines höheren Sicherheitsfaktors Rechnung getragen wurde. Am Mannlochrand treten bei diesen Böden stets starke Spannungen auf, die bei den tiefer gewölbten Böden die Krempenbeanspruchung übertreffen. Nicht unbedenklich erscheint die hohe Beanspruchung des Mannlochrandes, sobald sie Wechselwirkungen in der ebenfalls hoch beanspruchten Hauptkrempe des Bodens auszulösen vermag. Die Vorbedingungen hierfür sind gegeben, sobald das Mannloch nahe an der Bodenkrempe liegt. Eine seitliche Anbringung des Mannloches ist demgemäß nach Möglichkeit zu vermeiden.

Die geschilderte Spannungserhöhung kann durch eine Bördelung des Mannlochrandes nicht vollständig ausgeglichen werden, da die versteifende Wirkung der Bördelung durch die auf einen weiteren Umkreis ausgedehnte Störung der Bodenform aufgehoben wird. Hingegen hat sich eine kegelförmige Vorwölbung des mit Krempung versehenen Mannlochrandes als ein Mittel erwiesen, um die Randspannungen zu erniedrigen und die gesamte Spannungsverteilung gleichmäßiger zu gestalten. Das Gleiche gilt für eine entsprechende Erhöhung der Wandstärke in der Umgebung des Ausschnittes.

### Zu X. Berechnung der Blechdicken von gewölbten Böden gegenüber äußerem Überdruck.

Die für die Berechnung an dieser Stelle angegebene Temperaturgrenze von 200° C erscheint als eine Unstimmigkeit gegenüber der im Abschnitt „Allgemeines" angegebenen Zahl von 300° C. Das Verhalten des Werkstoffes bei hohen Temperaturen an sich ist natürlich in allen Fällen gleich. Durch die Temperaturgrenze von 200° C in diesem Falle sollte auch vielmehr dem baulichen Umstande Rechnung getragen werden, daß ein auf äußeren Druck beanspruchter Boden sich im labilen Gleichgewichtszustande befindet, etwa auftretende Formänderungen also besonders gefährlich sind.

### Zu XIII. Bügel- oder Deckenträger für Feuerbüchsendecken.

Nach XIII 2 kann die Tragfähigkeit des Deckenbleches in Rechnung gesetzt werden. Es empfiehlt sich, die durch das Deckenblech bewirkte Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Konstruktion dadurch zu berücksichtigen, daß man das Widerstandsmoment des auf Biegung beanspruchten Deckenträgers entsprechend

höher in die Rechnung einsetzt. Es kann zu diesem Zweck mit einem Koeffizienten $z$ multipliziert werden, welcher etwa $^4/_3$ betragen kann. Danach ergibt sich die Berechnung des Deckenträgers wie folgt:

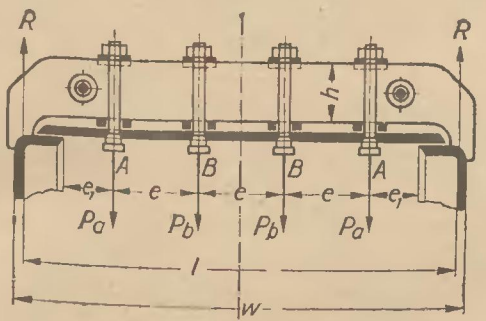



Bild 1

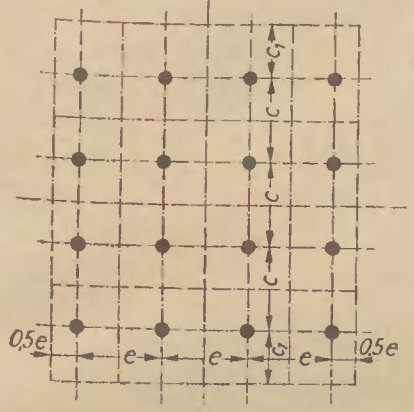



Bild 2

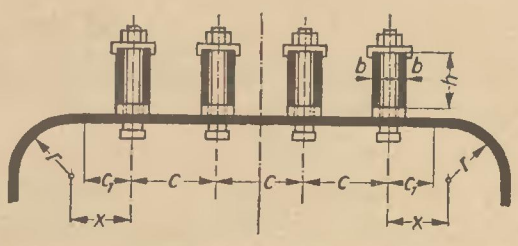



Bild 3

Unter den im Bild 1 bis 3 angenommenen Verhältnissen wird mit $p$ als größten Betriebsüberdruck in kg/cm² bei den zwei Randträgern:

$$\text{die Kraft } P_a \text{ in kg} = \left(c_1 + \frac{c}{2}\right) \cdot \left(\frac{e_1}{2} + \frac{e}{2}\right) \cdot p,$$

$$\text{die Kraft } P_b \text{ in kg} = \left(c_1 + \frac{c}{2}\right) \cdot e \cdot p;$$

bei den zwei Mittelträgern:

$$\text{die Kraft } P_a \text{ in kg} = c \cdot \left(\frac{e_1}{2} + \frac{e}{2}\right) \cdot p,$$

$$\text{die Kraft } P_b \text{ in kg} = c \cdot e \cdot p;$$

die Auflagerkraft an den Trägerenden in kg:

$$R = P_a + P_b.$$

Das Maß $c_1$ (Bild 3) bestimmt die Erstreckung desjenigen Teiles der Decke, welcher nach dem Rande zu seine Belastung auf den Randträger absetzt, im Durchschnitt $c_1$ etwa $= {}^2/_3\, x$.

Das größte Biegungsmoment im Querschnitt bei $B$ und in den Querschnitten zwischen $BB$ ist

$$M_b = R\left(\frac{l}{2} - \frac{e}{2}\right) - P_a \cdot e.$$

Das Widerstandsmoment des Trägers zur Berechnung seines Querschnittes ergibt sich aus der Formel

$$M_b \leq z \cdot W \cdot k.$$

Hierin bedeuten:

$W$ Widerstandsmoment des Trägers in cm³ (für rechteckigen Querschnitt, wie in Bild 3 angenommen, ist $W = {}^1/_3\, b\, h^2$);

$z$ der die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Konstruktion durch das Deckenblech berücksichtigende Koeffizient, dessen Wert etwa $^4/_3$ betragen kann;

$k$ die zulässige Biegungsbeanspruchung des Trägerwerkstoffes in kg/cm², die für zähen Werkstoff (Schweißstahl, Flußstahl, Stahlguß) zu $^1/_4$ der Zugfestigkeit in Rechnung gestellt werden darf. Falls ein Nachweis der Zugfestigkeit nicht vorliegt, kann für die genannten Werkstoffe $k = 900$ kg/cm² eingeführt werden.

### Zu XV. Wasserkammer- und Teilkammerkessel.

Bei der Herstellung von Teilkammern sind Längsriefen und scharfe Ecken tunlichst zu vermeiden. Unter den in XV 4 geforderten mechanischen Sicherungen sind nur solche Konstruktionen zu verstehen, die am Kessel selbst angebracht sind.

Danzig, den 9. Januar 1928.

Der Senat der Freien Stadt Danzig.
Dr. Sahm. Dr. Volkmann.

46

## Bekanntmachung.

Gemäß A Ziffer II der Verordnung über die Anlegung von Dampfkesseln vom 9. 1. 1928 (Gesetzbl. S. 3) wird folgendes bekanntgegeben:

I. Die Anlage 1 (Materialvorschriften) zu den Allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Schiffsdampfkesseln vom 17. 12. 1908 (R.G.Bl. S. 51 ff.) behält als Werkstoffvorschrift für Schiffsdampfkessel ihre Gültigkeit mit nachstehenden Änderungen:

a) Im ersten Teil, Allgemeine Vorschriften, II. Zurichtung der Proben (R.G.Bl. 1909 S. 63) erhält die Ziffer 6 die folgende Fassung:

„6. Die Streifen zu Zugproben sind auf die Meßlänge von 200 Millimeter an den Kanten sauber zu bearbeiten. Darüber hinaus kann der Querschnitt zunehmen. Die Höchstbreite der Probe darf
bei Blechen bis 10 Millimeter Dicke höchstens 60 Millimeter,
bei Blechen über 10—25 Millimeter Dicke höchstens 50 Millimeter,
bei Blechen über 25 Millimeter Dicke höchstens 40 Millimeter
betragen."

b) Im ersten Teil, Allgemeine Bestimmungen, III. Abnahme der Materialien (R.G.Bl. 1909 S. 64) wird in Ziffer 7 der zweite Satz gestrichen. Die Ziffer 7 hat demnach die folgende Fassung:

„7. Die Probestreifen sind an den Rändern oder Enden zu entnehmen."

c) Im dritten Teil, Flußeisen, A. Bleche, IV. Anforderungen (R.G.Bl. 1909 S. 71) erhält die nachstehende Ziffer die folgende Fassung:

„5. Bei der Hartbiegeprobe muß sich der Probestreifen bei Blechen mit einer Festigkeit bis zu 41 Kilogramm/Quadratmillimeter einschließlich in Längs- und Querfaser flach, über 41 bis 47 Kilogramm/Quadratmillimeter um einen Dorn mit einem Durchmesser von der zweifachen Blechdicke, über 47 Kilogramm/Quadratmillimeter um einen solchen von der dreifachen Blechdicke bis 180 Grad zusammenbiegen lassen."

d) Im dritten Teile „Flußeisen, A. Bleche, II. Anzahl der Probestücke" erhält die Nr. 3 die folgende Fassung:

„3. Bei Blechen über 4,5 m Länge und bei Mantellängslaschen sind zwei Zugproben zu machen, und zwar ist eine Längsprobe nach Möglichkeit aus der Mitte des Fußendes, sonst von der Längsseite am Fußende des Bleches, und eine Querprobe in der Mitte der entgegengesetzten schmalen Seite zu entnehmen."

e) Im dritten Teile „Flußeisen, A. Bleche, IV. Anforderungen Nr. 1 erhält der erste Satz die folgende Fassung:

„Flußeisen darf keine geringere Zugfestigkeit als 34 Kilogramm/Quadratmillimeter und in der Regel keine höhere Zugfestigkeit als 55 Kilogramm/Quadratmillimeter haben."

Dieselbe Nummer erhält am Schluß die folgende Ergänzung:

„Bis auf weiteres kommen vier Blechsorten in Anwendung und zwar:
Blechsorte I mit 34 bis 41 Kilogramm Quadratmillimeter (Berechnungsfestigkeit 36 Kilogramm/Quadratmillimeter),
Blechsorte II mit 41 bis 48 Kilogramm/Quadratmillimeter (Berechnungsfestigkeit 41 Kilogramm/Quadratmillimeter),

Blechsorte III mit 44 bis 51 Kilogramm/Quadratmillimeter (Berechnungsfestigkeit 44 Kilogramm/Quadratmillimeter),

Blechsorte IV mit 47 bis 54 Kilogramm/Quadratmillimeter (Berechnungsfestigkeit 47 Kilogramm/Quadratmillimeter)."

f) Im dritten Teile „Flußeisen, A. Bleche, IV. Anforderungen" erhalten die Ziffern 2—4 die folgenden Fassungen:

„2. Für diejenigen Teile des Kessels, welche gebördelt werden oder im ersten Feuerzuge liegen, dürfen Bleche der Sorten I oder II verwendet werden. Für gebördelte Bleche die nicht von den Heizgasen bestrichen werden, können in besonderen Fällen Bleche der Sorte III zugelassen werden.

3. Aus Konstruktionsrücksichten kann für Mantelbleche, die nicht gebördelt und von den Heizgasen nicht bestrichen werden, auch ein Material von höherer Festigkeit als in Gruppe IV angegeben, zugelassen werden. Bei solchen Blechen muß von jedem Ende je eine Zug- und eine Hartbiegeprobe entnommen werden.

4. Der Unterschied zwischen der Mindest- und Höchstfestigkeit muß innerhalb der festgesetzten Zugfestigkeit der Blechsorte liegen. Mantelbleche über 10 Meter Länge dürfen in jeder Gruppe 1 Kilogramm/Quadratmillimeter Mehrfestigkeit aufweisen."

g) Im dritten Teile „Flußeisen" ist der folgende neue Abschnitt G aufzunehmen:

„G. Flammrohre.
Gewellte Flammrohre.

1. Lichter Durchmesser:
   a) zulässige Abweichungen vom bestellten Durchmesser im geraden nicht gewellten Teile + 5 Millimeter, im gewellten Teile + 0 Millimeter und — 25 Millimeter,
   b) zulässiger Unterschied zwischen dem größten und kleinsten Durchmesser einer Welle für die drei vorderen und drei hinteren Endwellen 15 Millimeter, für die Mittelwellen 10 Millimeter.

2. Blechdicken:
   Zulässiges Untermaß der Wellrohre ohne Flansch 6 vom Hundert,
   der Wellrohre mit Flansch im gewellten Teile 6 vom Hundert,
   im geflanschten Teile 20 vom Hundert."

II. Anstelle der Anlage 2 (Bauvorschriften für Schiffskessel) zu den Allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Schiffsdampfkesseln vom 17. 12. 1908 (R.G.Bl. 1909 S. 51 ff.) treten folgende Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel:

## Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel.

Inhaltsverzeichnis.


| Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel | Seite |
|---|---|
| I. Material | 66 |
| II. Vernietung, Schweißung und Bearbeitung im Feuer | 66 |
| III. Berechnung der Blechdicken zylindrischer Dampfkesselwandungen mit innerem Überdruck | 66 |
| IV. Berechnung der Blechdicken von Dampfkesselflammrohren mit äußerem Überdruck | 69 |
| V. Berechnung der Blechdicken ebener Wandungen | 70 |
| VI. Berechnung der Blechdicken gewölbter voller Böden ohne Verankerung gegenüber innerem Überdruck | 72 |
| VIa. Berechnung der Blechdicken von kugelförmigen Decken stehender Feuerbuchsen ohne Verankerung gegenüber äußerem Überdruck | 73 |
| VII. Berechnung der Stärken der Anker und Stehbolzen | 73 |
| VIII. Berechnung der Blechdicken der Deckenträger der Feuerkammer | 75 |
| IX. Mannlöcher und sonstige Ausschnitte | 75 |
| X. Allgemeines | 75 |
| XI. Schlußbemerkung | 76 |

## I. Material.

1. Für die Anforderungen an das zum Bau von Dampfkesseln zur Verwendung kommende Schweiß- und Flußeisen sind die Materialvorschriften für Schiffsdampfkessel maßgebend.

2. Für Kupfer kann, wenn größere Festigkeit nicht nachgewiesen wird, eine Zugfestigkeit von 22 kg/qmm bei Temperaturen bis 120° C angenommen werden. Im Falle höherer Temperatur ist die Zugfestigkeit für je 20° C um 1 kg/qmm niedriger zu wählen.

3. Gegenüber überhitztem Wasserdampf von 250° C und mehr ist die Verwendung von Kupfer zu vermeiden.

4. Für kupferne Dampfrohrleitungen ist innerhalb der bezeichneten Grenze eine Materialbeanspruchung von höchstens 0,1 der Zugfestigkeit zulässig.

5. Die Scherfestigkeit des Schweißeisens und des Kupfers kann zu 0,8 diejenige des Flußeisens zu 0,85 der zugehörenden Zugfestigkeit angenommen werden.

## II. Vernietung, Schweißung und Bearbeitung im Feuer.

1. Bei Laschennietung sollen die Laschen aus Blechen von mindestens gleicher Güte wie die Mantelbleche, nicht aus gewalzten Streifen geschnitten werden.

2. Bleche, die auf Zug beansprucht werden, dürfen nicht geschweißt werden, es sei denn, daß die Schweißnaht durch eine oder mehrere Sicherheitslaschen bedeckt ist[1]).

Bei kleinen Dampfdomen kann von der Anordnung der Sicherheitslaschen nach besonderer Genehmigung abgesehen werden, wenn die Schweißung mittels Überlappung im Feuer erfolgt und die rechnungsmäßige Blechstärke 12,5 mm nicht überschreitet. In solchen Fällen soll die Festigkeit der geschweißten Naht zu 0,5 der Festigkeit des vollen Bleches in Rechnung gesetzt werden.

Alle Bleche, die geschweißt, gewölbt, gebördelt oder örtlich erwärmt werden, müssen nachher sachgemäß ausgeglüht werden.

## III. Berechnung der Blechdicken zylindrischer Dampfkesselwandungen mit innerem Überdruck.

1. Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$D$ den größten inneren Durchmesser des Kesselmantels in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm.,
$K$ die Zugfestigkeit des zu dem Mantel verwendeten Bleches,
$x$ einen Zahlenwert.
$z$ eine Verhältniszahl, Festigkeit der Längsnaht, welche sich aus den nachfolgenden Formeln ergibt,

dann ist, wenn die Dicke der Mantelbleche 44 mm nicht übersteigt:

$$s = D\,\frac{p\,x}{200\,Kz} + 1{,}5 \quad \text{oder} \quad p = \frac{200\,Kz\,[s - 1{,}5]}{D\,x} \qquad \ldots\ldots\ldots\ 1$$

oder wenn die Dicke der Mantelbleche 44 mm übersteigt und Doppellaschen angebracht sind:

$$s = D\,\frac{p\,4}{200\,Kz} \quad \text{oder} \quad p = \frac{200\,Kz\,s}{D\,4} \qquad \ldots\ldots\ldots\ 2.$$

Hierin sind zu wählen:

$K = 33$ kg/qmm bei Schweißeisen,
$K = 36$ „ „ Flußeisen von 34 bis 41 kg/qmm Zugfestigkeit,
$K = 41$ „ „ „ „ 41 „ 48 „ „ „
$K = 44$ „ „ „ „ 44 „ 51 „ „ „
$K = 47$ „ „ „ „ 47 „ 54 „ „ „

$x = 4{,}75$ bei einreihigen, überlappten oder einseitig gelaschten, handgenieteten Nähten,
$x = 4{,}65$ bei einreihigen, überlappten oder einseitig gelaschten, maschinengenieteten Nähten,
$x = 4{,}5$ bei zwei- oder mehrreihigen, überlappten oder einseitig gelaschten, handgenieteten Nähten und bei geschweißten Nähten (unter Berücksichtigung von Abschnitt II Ziffer 2),
$x = 4{,}4$ bei zwei- oder mehrreihigen, überlappten oder einseitig gelaschten, maschinengenieteten Nähten,
$x = 4{,}25$ bei einreihigen, doppeltgelaschten, handgenieteten Nähten, oder bei zweireihigen, doppeltgelaschten, handgenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist,
$x = 4{,}15$ bei zwei oder mehrreihigen, doppeltgelaschten, handgenieteten Nähten,
$x = 4$ bei einreihigen, doppeltgelaschten, maschinengenieteten Nähten, oder bei zweireihigen, doppeltgelaschten, maschinengenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist,
$x = 3{,}86$ bei zwei- oder mehrreihigen, doppeltgelaschten, maschinengenieteten Nähten.

[1]) Empfehlenswert ist es, solche Nähte, welche auf Biegung beansprucht werden, nicht zu schweißen.

Die Werte $x = 4{,}15$ und $x = 3{,}86$ können auch dann in die Rechnung eingeführt werden, wenn bei drei- und mehrreihigen Doppellaschennietungen die eine Lasche eine Nietreihe weniger besitzt als die andere.

2. Bezeichnet:

$e$ die Nietteilung in der äußeren Reihe in mm,
$d$ den Durchmesser der Nietlöcher in mm,
$n$ die Anzahl der Niete, die in einer Nietteilung angeordnet sind,
$a$ die Anzahl der gleichzeitig abzuscherenden Querschnitte eines Nietes
für Überlappungsnietung $a = 1$,
für Doppellaschennietung $a = 2$,
$w$ einen Zahlenwert
für Überlappungsnietung $w = 1$,
für Doppellaschennietung $w = 0{,}9375$,
$K_2$ Scherfestigkeit des Nietmaterials in kg/qmm.
Bei einer Zugfestigkeit des Nieteisens von 31 bis 41 kg/qmm kann die Scherfestigkeit zu $K_2 = 32$ kg/qmm und bei einer Zugfestigkeit des Nieteisens von 41 bis 47 kg/qmm zu $K_2 = 36$ kg/qmm gesetzt werden,

dann ist die in die Formeln 1 bezw. 2 einzusetzende Verhältniszahl $z$, die Festigkeit der Längsnaht, aus den nachstehenden Formeln:

$$z = \frac{e - d}{e} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

$$z = \frac{n \frac{d^2 \pi}{4} a w K_2}{e s K} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4$$

$$z = \frac{e - 2d}{e} + \frac{\frac{d^2 \pi}{4} a w K_2}{e s K} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 5$$

zu bestimmen und es ist die kleinste aus diesen drei Formeln berechnete Verhältniszahl in Formel 1 und 2 einzusetzen. Die Formeln 3 und 4 sind für alle Nietverbindungen anwendbar. Die Formel 5 ist nur für solche Nietverbindungen bestimmt, in denen die Zahl der Niete in inneren Reihen doppelt so groß wie in der äußeren Nietreihe ist.

In einer Nietteilung sollen bei überlappter Nietung höchstens 4 und bei Doppellaschennietung höchstens 5 Niete angeordnet werden.

Die Nietteilungen sollen die aus der Formel 6 zu berechnenden Grenzwerte nicht überschreiten. Für Binnenschiffskessel werden bei Doppellaschennietungen bis 11 Niete in einer Nietteilung zugelassen, jedoch darf in diesem Falle die Belastung eines Nietes durch die Scherkraft höchstens 7 kg/qmm betragen, und die Verhältniszahl $z$, die nach Formel 3 zu berechnen ist, den Wert 0,92 nicht übersteigen.

Überschreitet die Nietteilung 8 mal Mantelblech- oder Laschendicke, so müssen die Laschenränder zickzackförmig ausgeschnitten werden, um ein zuverlässiges Verstemmen zu ermöglichen.

3. Der Nietdurchmesser darf nicht größer als $2s$ und nicht kleiner als $s$ sein, wobei die erste Grenze für dünne, die zweite für dicke Bleche gilt.

4. Entfernung der Nietreihen von einander und Randabstand der Niete.

In allen Fällen soll der Abstand des Nietloches von der Kante des Bleches nicht geringer sein als der Durchmesser des Nietloches, d. h. der Mittelpunkt des Nietloches soll mindestens $1{,}5\,d$ von der Blechkante entfernt bleiben.

In überlappten oder gelaschten Nietverbindungen soll, wenn in jeder Reihe die gleiche Anzahl Niete ist, die Entfernung zwischen den Nietreihen mindestens betragen $0{,}33\,e + 0{,}67\,d$ bei Zickzacknietung oder $2\,d$ bei Kettennietung.

In Verbindungen, in welchen die Nietzahl in den Außenreihen halb so groß ist wie die Zahl in jeder der inneren Reihen, und in welchen die inneren Reihen Kettennietung haben, soll die Entfernung zwischen den Außenreihen und den zunächstliegenden Reihen nicht unter $0{,}33\,e + 0{,}67\,d$ oder $2\,d$ betragen, hierbei ist jeweils der größere Wert zu wählen. Die Entfernung zwischen den Reihen, in welchen die volle Nietzahl ist, soll nicht geringer als $2\,d$ sein.

In Verbindungen, in welchen die Nietzahl in den äußeren Reihen halb so groß ist wie die Zahl in jeder der inneren Reihen, und in welchen die inneren Reihen zickzackartig sind, soll die Entfernung zwischen den äußeren und den zunächstliegenden Reihen nicht unter $0{,}2\,e + 1{,}15\,d$ sein und die Entfernung zwischen den Reihen, in welchen die volle Nietzahl ist, soll nicht unter $0{,}165\,e + 0{,}67\,d$ sein.

In Vorstehendem bedeutet $e$ die Nietteilung in den Außenreihen.*)

5. Bezeichnet:

$e'$ die größte zulässige Nietteilung in der äußeren Nietreihe in mm,

$s$ die Blechdicke in mm,

$C$ einen Zahlenwert, siehe Tabelle, so ist:

$$e' = C\,s + 41 \text{ in mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6$$

| Anzahl der Niete | Zahlenwert $C$ für überlappte Naht | Zahlenwert $C$ für doppelt gelaschte Naht |
|---|---|---|
| 1 | 1,31 | 1,75 |
| 2 | 2,62 | 3,50 |
| 3 | 3,47 | 4,63 |
| 4 | 4,14 | 5,52 |
| 5 | — | 6*) |

6. Die Blechdicke soll nicht geringer als 7 mm genommen werden; nur bei kleinen Kesseln sind allenfalls dünnere Bleche zulässig.

7. Unterschreitungen der Wanddicken, die innerhalb der in den Materialvorschriften für Schiffsdampfkessel, erster Teil, Abschnitt III, Ziffer 6, bezeichneten zulässigen Grenzen bleiben, werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die Zugbeanspruchung des Bleches darf unter Annahme gleichmäßiger Spannungsverteilung über den Querschnitt in keiner Nietreihe die Grenze $\frac{K}{x}$ überschreiten.

9. Bei Berechnung der Wanddicke nahtlos gewalzter Mantelschüsse kann $x = 3{,}86$ und $z = 1$ gesetzt werden, sofern keine Schwächung der Wandung vorhanden ist.

10. Überschreitet die nach Formel 1 berechnete Plattendicke 16 mm, so sind die Rundnähte doppelt zu nieten.

Überschreitet bei Einendkesseln die nach Formel 1 berechnete Plattendicke 35 mm und bei Doppelendkesseln 30 mm, so sind die mittleren Rundnähte dreireihig zu nieten.

Überschreitet bei Doppelendkesseln die nach Formel 1 berechnete Plattendicke 12,5 mm, so sind die mittleren Rundnähte doppelt zu nieten.

Die Festigkeit der Vernietung soll in den Rundnähten, welche die Stirnböden mit den Mantelblechen verbinden, mindestens 0,42 und in den Rundnähten, welche die Mantelschüsse unter einander verbinden, für Einendkessel mindestens 0,60, für Doppelendkessel mindestens 0,62 derjenigen des vollen Bleches betragen.

11. Sind in den Mantelblechen Stehbolzen angeordnet, so darf die Festigkeit des Bleches in den Stehbolzenreihen, auf die Länge eines Mantelschusses bezogen, nicht geringer sein als diejenige in der Längsnietung des Kesselmantels.

Wenn mehr als 3 Stehbolzen in einer Linie parallel zur Längsnaht im Mantelblech angeordnet sind, darf $\frac{e-d}{e}$ nicht kleiner als $z$ sein, wenn $d$ der Durchmesser und $e$ die Teilung der Stehbolzen ist, sowie $z$ die Verhältniszahl für die Mantellängsnaht bedeutet.

12. Die Dicke jeder Doppellasche muß mindestens $^3/_4$ der Wanddicke des Kesselmantels betragen; einfache Laschen müssen mindestens 3 mm stärker als die Wanddicke des Kesselmantels gewählt werden.

Ist bei Doppellaschennietung die Zahl der Niete in der inneren Reihe doppelt so groß wie die er äußeren Reihe, so muß die Dicke der Außenlasche in mm mindestens

$$l_1 = 0{,}625\,\frac{e-d}{e-2d}\,s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7$$

*) Die in Ziffer 4 enthaltenen Bestimmungen über die Entfernung der Nietreihen von einander und die Begrenzung der Nietteilung gemäß Formel 6 in Ziffer 5 gelten nicht für Binnenschiffskessel, wenn die in der nachstehenden Ziffer 8 geforderte Bedingung erfüllt ist.

und die der Innenlasche mindestens

$$_2 = 0{,}625\frac{e-d}{e-2d}s + 3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 7a$$

betragen.

Für Binnenschiffskessel ist eine Berechnung der Laschendicke nach Formel 7 oder 7a nicht erforderlich.

## IV. Berechnung der Blechdicken von Dampfkesselflammrohren mit äußerem Überdruck.

### Glatte und versteifte Rohre.

1. Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$d$ den inneren Durchmesser zylindrischer Flammrohre, bei konischen Flammrohren den mittleren inneren Durchmesser in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$l$ die Länge des Flammrohres in mm, zutreffendenfalls die größte Entfernung der wirksamen Versteifungen von einander,

dann ist

$$s = \frac{1}{320}\sqrt{pd(l+600)} + 1 \quad \ldots \quad 8$$

oder

$$s = \frac{1}{1110}\,|pd + 3{,}5l| + 1 \quad \ldots \quad 8a$$

wenn die Längsnähte geschweißt sind

$$s = \frac{1}{300}\sqrt{pd(l+600)} + 1 \quad \ldots \quad 8b$$

oder

$$s = \frac{2}{1000}\,|pd + 3{,}2\,l| + 1 \quad \ldots \quad 8c$$

wenn die Längsnähte genietet sind

wobei die größte der nach diesen Formeln erhaltene Wandstärke zu wählen ist.

Als wirksame Versteifungen gelten neben den Stirnplatten und den Rohrwänden vorzugsweise folgende Konstruktionen:

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

die letztere jedoch nur unter der Voraussetzung, daß die Abkröpfung nicht weniger als etwa 50 mm beträgt.

### Wellrohre und gerippte Rohre nach Systemen.

Fig. 6 Fox

Fig. 8 Purves

Fig. 10 Leeds

Fig. 7 Morison

Fig. 9 Deighton

Fig. 11 Holmes'

1. Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$d$ den kleinsten inneren Flammdurchmesser in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,

dann ist bei Flammrohren nach

Figur 6 bis 9 $s = \frac{pd}{1080} + 1$ . . . . . 9

„ 10 $s = \frac{pd}{1150} + 1$ . . . . . 9a

„ 11 $s = \frac{pd}{950} + 1$ . . . . . 9b.

2. Die Blechdicke darf nicht geringer als 7 mm genommen werden; nur bei kleinen Kesseln sind allenfalls dünnere Bleche zulässig.

Die Blechdicke der glatten Flammrohre wie auch der Wellrohre soll in keinem Fall 20 mm überschreiten. Überschreitungen der Wanddicken, die innerhalb der zulässigen Grenzen liegen, bleiben hierbei unberücksichtigt.

## V. Berechnung der Blechdicken ebener Wandungen.

### Ebene Platten.

1. Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$a$ den Abstand der Stehbolzen oder Anker innerhalb einer Reihe voneinander in mm,
$b$ den Abstand der Stehbolzen- oder Ankerreihen voneinander in mm,
$c$ einen Zahlenwert,

dann ist:

$$s = c \sqrt{p\,(a^2 + b^2)} + 1\text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 10.$$

Hierin ist zu wählen

$c = 0{,}0178$ bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und vernietet sind und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0{,}0167$, wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden.

In solchen Fällen muß die Plattendicke mindestens halb so groß sein, wie der erforderliche Stehbolzendurchmesser.

$c = 0{,}0145$ bei Platten, in welche die Stehbolzen oder Anker eingeschraubt und außen mit Muttern oder gedrehten Köpfen versehen sind und welche von den Heizgasen und vom Wasser berührt werden,

$c = 0{,}0136$, wenn solche Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0{,}0174$ bei Platten, welche durch Ankerröhren versteift sind, für ebene Wandungen außerhalb des Rohrbündels.

$c = 0{,}0148$, wenn die Rohre in die Rohrplatten eingeschraubt und Muttern aufgesetzt sind,

$c = 0{,}0128$, wenn die Anker durch Bleche führen, die der Flamme nicht ausgesetzt und an der Innen- und Außenseite mit Muttern versehen sind,

$c = 0{,}012$, wenn die Bleche durch Bördelung versteift sind und der innere Radius derselben nicht größer ist als das $2\,^1/_2$fache der Blechdicke, und die Bleche der Flamme nicht ausgesetzt sind,

$c = 0{,}0128$, wenn sie der Flamme ausgesetzt sind.

Kommen Bleche von 41 bis 47 kg/qmm Zugfestigkeit zur Verwendung, so kann die nach obiger Formel errechnete Blechstärke noch mit $\sqrt{\frac{36}{41}} = 0{,}94$ multipliziert werden.

Bei den Decken und Seitenwänden der Feuerkammern soll der Abstand zwischen den Stehbolzenreihen, die der Rohrplatte und der Rückwand am nächsten liegen, und dem Krümmungsanfang der Bördelung dieser Platten nicht größer als $a$ sein.

Sind Teile des Bleches durch Anker auf verschiedene Weise gestützt, so ist der Wert von $c$ als das Mittel aus den Werten zu nehmen, die der Befestigungsart der tragenden Anker entsprechen.

2. Platten, deren Anker mit Muttern und Verstärkungsscheiben versehen sind.

Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$a$ den Abstand der Stehbolzen oder Anker innerhalb einer Reihe von einander in mm,
$b$ den Abstand der Stehbolzen- oder Ankerreihen von einander in mm,
$s_u$ die Dicke der Unterlegscheiben (Streifen Dopplungen) in mm,
$m$ einen Zahlenwert, dann ist:

$$s = \sqrt{\frac{a^2+b^2}{10000} \cdot 1{,}58 \cdot p - m \cdot s_u^2} + 1\text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 11$$

$m = 0{,}171$, wenn die Bleche mittels durchgehender Anker unterstützt, innen mit Muttern und außen mit Unterlegscheiben und Muttern versehen sind, wobei der Durchmesser der Unterlegscheiben mindestens das $3\,^1/_2$fache des Ankerdurchmessers und ihre Dicke mindestens $^2/_3$ der Blechdicke, aber nicht mehr als diese, beträgt,

$m = 0{,}399$, wenn die Unterlegscheiben einen Durchmesser von mindestens $^2/_3$ der Ankerteilung und eine Dicke von mindestens $^2/_3$ der Blechdicke, aber nicht mehr als diese, haben, und wenn die Scheiben wirksam mit dem Blech vernietet sind,

$m = 0{,}626$, wenn das Blech durch Streifen versteift ist, deren Breite $^2/_3$ der Ankerteilung und deren Dicke mindestens $^2/_3$ derjenigen des Bleches, aber nicht mehr als diese, beträgt, und wenn die Streifen wirksam mit dem Blech vernietet sind,

$m = 0{,}968$, wenn die Bleche durch aufgenietete Doppelungsplatten versteift sind, deren Dicke mindestens $^2/_3$ der Blechdicke, aber nicht mehr als diese, beträgt.

Doppelungsplatten dürfen nur an Blechen angebracht werden, die nicht dem ersten Feuer ausgesetzt sind.

Kommen Bleche von 41 bis 47 kg/qmm Zugfestigkeit zur Verwendung, so kann die nach obiger Formel errechnete Blechstärke noch mit $\sqrt{\frac{36}{41}} = 0{,}94$ multipliziert werden.

Die Stirnwände müssen, soweit sie vom Dampf berührt sind, durch Flammbleche gegen die Einwirkung der Heizgase geschützt sein.

3. Bei Platten, die nicht durch Stehbolzen oder Längsanker, sondern durch Eckanker oder in anderer Weise ausreichend versteift sind, gilt die Gleichung 10 oder bei unregelmäßig verteilten Verankerungen die nachstehend unter 4 angegebene Rechnungsart; hierbei hat $c$ folgende Werte:

$c = 0{,}0125$, sofern die Platten nicht von den Heizgasen berührt werden,

$c = 0{,}0135$, sofern sie einerseits von den Heizgasen, andererseits vom Dampf berührt werden.

4. Für Blechteile mit unregelmäßiger Ankerteilung ist $d^2$ statt $(a^2 + b^2)$ einzusetzen, wobei $d$ der Durchmesser des Kreises ist, der durch drei Punkte gezogen wird, die den größten Durchmesser ergeben. Als solche Punkte gelten die Ankermittelpunkte oder der Anfang der Flanschenkrümmung.

5. Ist bei Feuerbüchsen die Decke nicht durch Anker oder in anderer Weise mit dem Kesselmantel verbunden, sondern durch Bügel- oder Deckenträger, welche auf den Rändern der Rohrplatten stehen, unterstützt, dann darf die Dicke der Rohrwand nicht geringer sein als:

$$s = \frac{p\,w\,b}{1950\,(b - d)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 12,$$

worin bedeuten

$w$ = Weite der Feuerkammer in mm,

$b$ = Entfernung der Rohre voneinander, von Mitte zu Mitte gemessen in mm,

$d$ = innerer Durchmesser der glatten Rohre in mm.

6. Ebene unversteifte Feuerkammerdecken dürfen nur bei Binnenschiffskesseln zur Verwendung gelangen. Dabei darf die innere Weite der Feuerkammer 550 mm und die aus der nachstehenden Formel sich ergebende Wanddicke 30 mm nicht überschreiten.

$$s = 0{,}017\,c\sqrt{p} + 5 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 13.$$

Hierin ist für $c$ in mm zu setzen:

Wenn die Feuerkammerdecke einerseits auf der Rohrwandkrempe, andererseits auf der Krempe der Feuerkammerrückwand aufgenietet ist, die Entfernung der beiden Nietreihen;

wenn die Feuerkammerdecke einerseits auf der Rohrwand- oder der Feuerkammerrückwandkrempe aufgenietet und auf der andern Seite verschweißt ist, die Entfernung der Nietreihe von der anderen Wand;

wenn die Feuerkammerdecke mit Rohrwand und Feuerkammerrückwand verschweißt ist, die Entfernung beider Wände.

7. Ankerrohre dürfen nur an der Stirnwand, nicht an der Feuerkammerrohrwand, mit Muttern versehen werden.

Für die Teile der Rohrplatten innerhalb der Rohrbündel gilt:

$$s = c\,l\sqrt{p} + 1\text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 14,$$

worin bedeuten

$s$ = Dicke der Rohrplatten in mm,

$l$ = mittlere Teilung der Ankerrohre, die einen Teil der Platten tragen (Summe der vier Seiten des Vierecks dividiert durch 4) in mm,

$c = 0{,}0202$, wenn die Ankerrohre nicht mit Muttern versehen sind,

$c = 0{,}0176$, wenn die Ankerrohre an der Stirnwandseite mit Muttern versehen sind.

Kommen Bleche von 41 bis 47 kg/qmm Zugfestigkeit zur Verwendung, so kann die nach obiger Formel errechnete Blechstärke noch mit $\sqrt{\frac{36}{41}} = 0{,}94$ multipliziert werden.

8. Für die Berechnung der Blechdicke $s$ der ebenen Wände zwischen den Heizrohrbündeln gilt die Formel:

$$s = \sqrt{\frac{c\,p\,(a^2+b^2)}{10000} - 0{,}64\,s_u{}^2} + 1\text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 15,$$

worin bedeuten

$s$ = Dicke der vorderen Rohrplatte in mm,
$s_u$ = Dicke der Doppelungsplatte in mm,
$a$ = horizontale Teilung der Ankerrohre in mm, quer zum weiten Wasserraum von Mitte zu Mitte gemessen,
$b$ = vertikale Teilung der Ankerrohre in den begrenzenden Reihen in mm, von Mitte zu Mitte gemessen,
$c$ = 3, wenn die Ankerrohre keine Muttern haben,
$c$ = 2,2, wenn jedes Ankerrohr mit einer Mutter versehen ist,
$c$ = 2,5, wenn jedes zweite Ankerrohr mit einer Mutter versehen ist.

Kommen Bleche von 41 bis 47 kg/qmm Zugfestigkeit zur Verwendung, so kann die nach obiger Formel errechnete Blechstärke noch mit $\sqrt{\frac{36}{41}} = 0{,}94$ multipliziert werden.

9. Vorstehende Ausführungen gelten nur für flußeiserne Wandungen.

Durch Stehbolzen oder Anker unterstützte Kupferplatten erhalten die folgenden Wanddicken, und zwar bei regelmäßig verteilten Verankerungen:

$$s = 5{,}83\,c\,\sqrt{\frac{p}{K}(a^2+b^2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 16.$$

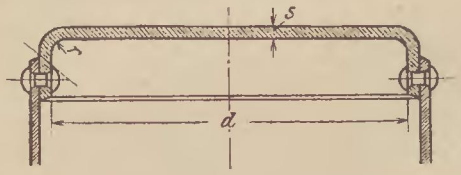
Bei unregelmäßig verteilten Verankerungen ist $d^2$ statt $(a^2 + b^2)$ einzusetzen, wie unter 4 vermerkt.

Es sind zu entnehmen: Die Werte von $K$ (Zugfestigkeit des Kupfers) den Vorschriften für das Material, die von $c$ je nach der Art der Verankerung den Vorschriften für ebene Wandungen.

### 10. Gekrempte ebene Böden.

Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$r$ den Wölbungshalbmesser der Krempe in mm,
$d$ den inneren Durchmesser des Bodens in mm,
$K$ die Zugfestigkeit des Materials in kg/qmm,




dann ist:

$$s = \sqrt{\frac{3\,p}{800\,K}\left[d - r\left(1 + \frac{2r}{d}\right)\right]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 17$$

$$p = \frac{800}{3}\,K\left[\frac{s}{d - r\left(1 + \frac{2r}{d}\right)}\right]^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 17a.$$

## VI. Berechnung der Blechdicken gewölbter voller Böden ohne Verankerung gegenüber innerem Überdruck.

1. Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$r$ den inneren Halbmesser in der Mitte der Wölbung in mm,
$k$ die zulässige Belastung in kg/qmm,

so ist

$$s = \frac{p\,r}{200\,k} + 1 \text{ oder } p = \frac{200\,[s-1]\,k}{r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 18.$$

2. Unter der Voraussetzung, daß der Halbmesser nicht größer als der Manteldurchmesser und der innere Krempungshalbmesser mindestens gleich der vierfachen Blechdicke des Bodens, aber in keinem Fall unter 65 mm, gewählt wird, damit ein allmählicher Übergang von dem zylindrischen Teil am Umfang des Bodens in den gewölbten mittleren Teil stattfindet, darf $k$ gewählt werden bis zu

3,2 kg/qmm für Schweißeisen,
3,85 „ „ Flußeisen,
2,3 „ „ Kupfer, sofern die Dampftemperatur 200° C nicht überschreitet.

Kommen Flußeisenbleche von 41 bis 47 kg/qmm zur Verwendung, so kann $k$ bis 4,4 kg/qmm gewählt werden.

Wenn der Boden ein Mannloch hat, müssen zu der Wandstärke mindestens 3 mm zugeschlagen werden.

3. Für Flußeisen-Böden, welche eine vollständige Halbkugel bilden und welche aus einzelnen Segmenten mit Überlappungsnietung, ohne Anker oder sonstige Unterstützungen, hergestellt sind, ist, wenn mit

$s$ die Blechdicke in mm,
$p$ der größte Betriebsüberdruck in atm,
$r$ der innere Halbmesser der Halbkugel in mm,
$K$ die geringste Zugfestigkeit der Bleche aus Flußeisen in kg/qmm,
$z$ eine Verhältniszahl, Festigkeit der Nietnaht, siehe zylindrische Mäntel, Formel 3 und 4 unter III 2,
$x$ ein Zahlenwert

bezeichnet wird:

$$s = r\frac{p\,x}{200\,K\,z} + 1{,}5 \text{ oder } p = \frac{200\,K\,z\,[s-1{,}5]}{r\,x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 18\text{a}$$

Für $x$ sind die Zahlenwerte einzusetzen, welche unter III 1 vermerkt worden sind.

## VI a. Berechnung der Blechdicken von kugelförmigen Decken stehender Feuerbuchsen ohne Verankerung gegenüber äußerem Druck.

Bezeichnet:

$s$ die Blechdicke in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$r$ den äußeren Halbmesser der Decke in mm,
$k$ die zulässige Belastung in kg/mm,

so ist

$$s = \frac{p\,r}{200\,k} + 1 \text{ oder } p = \frac{200\,[s-1]\,k}{r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 19$$

worin $k$ bis 3 kg/qmm für Flußeisen gewählt werden darf.

## VII. Berechnung der Stärken der Anker und Stehbolzen.

1. Bei neu zu erbauenden Schiffskesseln sollen Schrauben und Stehbolzen, die einen äußeren Durchmesser von mehr als 31 mm haben, mit Gewinde versehen sein, das nicht mehr als 6 Gänge auf 25,4 mm hat. Längsanker, beiderseits mit Muttern, und mit einem äußeren Durchmesser von mehr als 50 mm müssen mit Gewinde versehen sein, das nicht mehr als 6 Gänge auf 25,4 mm hat. — Das Gewinde von Ankerröhren soll nicht mehr als 9 Gänge auf 25,4 mm haben.

2. Bezeichnet:

$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$d$ den äußeren Gewindedurchmesser in mm,
$a$ die von einem Bolzen zu tragende Fläche in qmm,

so ist für Stehbolzen, deren Gewinde nicht gröber als 9 Gänge auf 25,4 mm ist:

$$p = \frac{580\,[d-6{,}78]^2}{a} \text{ oder } d = \sqrt{\frac{p\,a}{580}} + 6{,}78 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 20$$

in keinem Falle darf jedoch die Beanspruchung 6,38 kg/qmm übersteigen.

Bezeichnet:

$p$ den größten Beriebsüberdruck in atm,
$d$ den äußeren Gewindedurchmesser in mm,
$a$ die von einem Anker zu tragende Fläche in qmm,
$K$ die Mindestfestigkeit des Ankereisens in kg/qmm,

so ist für Längsanker mit Gewinde, das nicht gröber als 6 Gänge auf 25,4 mm ist:

$$p = \frac{15{,}15\,[d - 8{,}64]^2\,K}{a} \quad \text{oder} \quad d = \sqrt{\frac{p\,a}{15{,}15\,K}} + 8{,}64 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 20\,a$$

in keinem Falle darf jedoch die Beanspruchung 7,19 kg/qmm bei einer Mindestfestigkeit des Ankereisens von $K = 41$ kg/qmm und 6 kg/qmm bei einer Mindestfestigkeit des Ankereisens von $K = 34$ kg/qmm übersteigen.

Wenn bei Längsankern das Gewinde abgesetzt und der Schaftdurchmesser kleiner als der Kerndurchmesser im Gewinde ist, oder wenn das Gewinde gröber als 6 Gänge auf 25,4 mm ist, darf nach folgenden Formeln gerechnet werden:

$$p = \frac{15{,}15\,[d_1 - 3{,}18]^2\,K}{a} \quad \text{oder} \quad d_1 = \sqrt{\frac{p\,a}{15{,}15\,K}} + 3{,}18 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 20b$$

worin $d_1$ den kleinsten Schaft- oder den kleinsten Kerndurchmesser im Gewinde des Ankers bedeutet.

3. Bei Ankerröhren darf die Beanspruchung im Kernquerschnitt des Gewindes bis 5,3 kg/9 mm betragen.

4. In Doppelendkesseln müssen die durchgehenden Längsanker in der Nähe der Mitte gehaltert werden.

5. Die Stehbolzen der Feuerkammer sollen, wenn sie mit Muttern versehen sind, möglichst senkrecht in die Wände eingesetzt werden. Wenn dies nicht möglich ist, sind passende Unterlegscheiben zwecks guter Auflage der Muttern vorzusehen.

6. Es empfiehlt sich, die mit Muttern versehenen Längsanker mit Gewinde in die Stirnplatten oder Rohrwände einzuschrauben, außerdem nicht nur außen, sondern auch innen mit Unterlegscheiben und mit Muttern zu versehen.*)

Die Ankerröhren sind mit fortlaufendem Gewinde an beiden Enden einzuschrauben, in die Löcher der Rohrwände ist fortlaufendes Gewinde zu schneiden. Die Ankerröhren sind aufzuwalzen und nicht allein zu verstemmen.

Für den Durchmesser und die Wandstärke von Siede- und Ankerrohren gilt folgende Tabelle:

| Äußerer Durchm. in mm | Betriebsüberdruck in atm bei einer Wandstärke von 3 | 3,25 | 3,75 | 4 | 4,5 | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 51 | 10,9 | 15,1 | 21,1 | — | — | atm |
| 57 | 9,84 | 13,4 | 18,3 | 22,1 | — | " |
| 63 | 8,78 | 12,3 | 16,1 | 21,1 | — | " |
| 70 | 7,73 | 11,2 | 15,1 | 19,3 | — | " |
| 76 | — | 9,84 | 13,3 | 17,5 | 21,1 | " |
| 83 | — | 9,14 | 12,6 | 16,1 | 19,6 | " |
| 89 | — | 8,43 | 11,6 | 15,1 | 18,2 | " |

Die geringste Wandstärke der Ankerrohre, gemessen im Kerndurchmesser, soll für Rand-Ankerrohre 6,35 mm und für die übrigen Ankerrohre 4,75 mm betragen.

7. Die Länge der Eckanker soll so groß wie irgend möglich sein.

8. Es empfiehlt sich, in Dampfkesseln mit Flammrohren diejenigen Niete, welche die Eckanker mit der Stirnplatte verbinden, mindestens 200 mm vom Flammrohrumfang abstehen zu lassen.

9. Der Querschnitt der Eckanker soll im Verhältnis ihrer Neigung zur Kesselachse größer werden als derjenige der Längsanker.

10. Die zur Befestigung der Eckanker dienenden Bolzen und Niete sind den wirkenden Kräften entsprechend reichlich zu bemessen.

11. Werden ebene Stirnwände durch Aufnieten von I-Trägern und dergl. versteift, so sollen diese ihre Belastung möglichst unmittelbar auf den Kesselmantel übertragen.

12. Bei der Versteifung feuerberührter ebener Flächen durch Stehbolzen sollte der Stehbolzenabstand im allgemeinen nicht größer als 200 mm sein.

*) Diese Wandstärke kann nur für Ankerrohre an Seeschiffskesseln mit einem Außendurchmesser von mehr als 70 mm gefordert werden.

## VIII. Berechnung der Blechdicken der Deckenträger der Feuerkammer.

1. Die Träger für die flachen Feuerkammerdecken werden, wenn sie aus Flußeisen bestehen, nach der folgenden Formel bestimmt:

$$b = \frac{pcel}{Ch^2}\,\frac{36}{K} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 21$$

worin:

$b$ die Gesamtdicke des Trägers in mm,
$p$ den größten Betriebsüberdruck in atm,
$c$ die Entfernung der Träger von einander in mm,
$e$ die Entfernung der Stehbolzen voneinander im Träger in mm,
$l$ die innere Weite der Feuerkammer, in der Längsrichtung der Träger gemessen, in mm,
$h$ die Höhe des Trägers in mm,
$K$ die Zugfestigkeit des Trägermaterials in kg/qmm.

$C = 455$ bei 1 Stehbolzen in jedem Träger,
$\quad = 340$ „ 2 „ „ „ „ „ „
$\quad = 230$ „ 3 „ „ „ „ „ „
$\quad = 190$ „ 4 „ „ „ „ „ „
$\quad = 150$ „ 5 „ „ „ „ „ „
$\quad = 135$ „ 6 „ „ „ „ „

bedeuten.

Die Stehbolzen werden hierbei als über die ganze Länge $l$ gleichmäßig verteilt angenommen.

Die Randträger sind möglichst nahe dem Krümmungsmittelpunkt des Randes anzuordnen.

Die Träger sind mit ihren Enden auf die vertikalen Wandungen der Feuerkammer aufzupassen und müssen bei Binnenschiffskesseln mindestens 35 mm, bei Seeschiffskesseln mindestens 50 mm über der Decke freiliegen.

2. Werden die Deckenträger aufgehängt, so sind sie den veränderten Verhältnissen entsprechend zu berechnen.

## IX Mannlöcher und sonstige Ausschnitte.

1. Im allgemeinen sollen die ovalen Mannlöcher mindestens 300 × 400 mm weit sein; hiervon ist nur dann abzuweichen, wenn die Anbringung derart bemessener Mannlöcher mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Die geringste zulässige Weite ist in diesem Ausnahmefalle 280 × 380 mm.

2. Die in den Dampfdom führenden Öffnungen sind stets so zu bemessen, daß das Innere des Domes sowie dessen Decken- und Randkrempen der Untersuchung zugänglich bleiben.

3. Verschlußdeckel oder Mannlocheinfassungen (Rahmen) dürfen nicht aus Gußeisen oder Temperguß hergestellt werden. Sie müssen so gestaltet sein, daß die Packung nicht herausgedrückt werden kann.

4. Es empfiehlt sich, die Schraubenbolzen der Mannlochdeckel bei Kesseln für hohe Dampfspannung mit Gewinde einzusetzen und zu vernieten.

5. Die Ränder der Mannloch- und sonstigen Ausschnitte sind stets dann wirksam zu versteifen, wenn durch das Einschneiden der Löcher eine unzulässige Schwächung des Bleches gegenüber dem beabsichtigten Drucke eintritt, oder wenn zu befürchten steht, daß das Blech durch das Anziehen der Bügel und dergleichen durchgespannt wird.

Wenn in ebenen oder gewölbten Wänden Mannlochausschnitte mit gebördelten Rändern angebracht sind, muß die Höhe der Krempe in $h$ in mm, gemessen von der äußeren Bodenfläche bis zu der Dichtungsfläche,

$$h = \sqrt{sw} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 22$$

sein, worin

$s$ die Blechstärke in mm,
$w$ die kleinere Lochachse in mm ist.

Ausschnitte in den zylindrischen Kesselmänteln, deren Lochdurchmesser größer sind als die 2,5fache Blechstärke + 70 mm, müssen in gleicher Weise wie Mannlöcher verstärkt werden.

## X. Allgemeines.

Kesselarbeit kann nur dann als beste angesehen und die Sicherheitskoeffizienten für die Festigkeit der Mantelbleche können nur dann nach Abschnitt III gewählt werden, wenn den folgenden Anforderungen entsprochen ist.

a) Das Zurichten und Bearbeiten des Materials, wie Biegen und Bördeln der Bleche, das Bohren der Löcher usw. ist mit möglichster Vorsicht und in sachgemäßer Weise auszuführen. Die Nietlöcher müssen sauber gebohrt werden, wenn möglich nach dem Biegen und Anpassen der Bleche. Nach dem Bohren der Bleche ist der Bohrgrat zu entfernen, die außenliegenden Ränder der Nietlöcher sind entsprechend zu versenken und die Anlageflächen der Bleche zu reinigen. Nicht genau übereinanderliegende Nietlöcher sind durch Aufreiben nachzuarbeiten. Das Vernieten ist sorgfältig vorzunehmen und beim Verstemmen ist zu beachten, daß die Bleche nicht verletzt werden.

b) Bleche mit eingerissenen Kanten sowie fehlerhafte Niete sind zu entfernen und durch fehlerfreie zu ersetzen.

c) Alle Nähte sind, wenn möglich, von innen und außen zu verstemmen.

d) Die Mantelbleche und -laschen von zylindrischen Kesseln müssen mit der Längsfaser gebogen sein. Die Laschen müssen von Blechen gleicher Qualität wie die der Mantelbleche geschnitten sein und ihre Längsfaser soll mit derjenigen der letzteren gleichlaufen.

## XI. Schlußbemerkung.

Ist es gegebenenfalls nicht möglich, auf dem Wege der Rechnung die Widerstandsfähigkeit eines Kessels oder einzelner Teile desselben festzustellen, so ist der Weg des Versuchs zu beschreiten.

Die Druckprobe wird in solchen Fällen zur Festigkeitsprobe und ist dann mit dem 2-fachen Betrage des beabsichtigten Betriebsüberdrucks auszuführen.

Danzig, den 9. Januar 1928.

Der Senat der Freien Stadt Danzig.

Dr. Sahm. Dr. Volkmann.

Bezugsgebühren vierteljährlich a) für das Gesetzblatt für die Freie Stadt Danzig Ausgabe A u. B je 3,00 G, b für den Staatsanzeiger für die Freie Stadt Danzig Teil I Ausgabe A u. B je 2,25 G, c) für den Staatsanzeiger für die Freie Stadt Danzig Teil II 3,00 G. Bestellungen haben bei der zuständigen Postanstalt zu erfolgen. Für Beamte siehe Staatsanz. f. 1922, Nr. 87) Bezugspreis zu a) 1,80 G, zu b) 1,20 G.
Einrückungsgebühren betragen für die zweigespaltene Zeile oder deren Raum = 0,40 Gulden.
Belegblätter und einzelne Stücke werden zu den Selbstkosten berechnet.
Schriftleitung: Geschäftsstelle des Gesetzblattes und Staatsanzeigers. — Druck von A. Schroth in Danzig.