

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299299

x
1698

ANLAGE UND BETRIEB

DES

DAMPFKESSEL.

LEHRBUCH FÜR MASCHINEN- UND BAUINGENIEURE
VON H. V. REICHE

H. v. REICHE.

VERLAG VON B. WEINIG, LEIPZIG.

H. v. REICHE.

LEIPZIG.

ANLAGE UND BETRIEB DER DAMPFKESSEL.

CONSTRUCTION DER DAMPFKESSEL-ANLAGEN UND

BETRIEB.

II. BAND.

DRITTE AUFLAGE.

BEARBEITET

VON

B. WEINIG

LEIPZIG

VERLAG VON B. WEINIG

1898

ANLAGE UND BETRIEB
DER
DAMPFKESSEL.

LEHRBUCH FÜR ANGEHENDE UND HANDBUCH FÜR AUSÜBENDE
INGENIEURE, RATHGEBER FÜR INDUSTRIELLE

VON

H. v. REICHE,

WEIL. PROFESSOR DES MASCHINENBAUES AN DER KÖNIGL. TECHN. HOCHSCHULE
ZU AACHEN.

IN ZWEI BÄNDEN.

ZWEITER BAND.

CONSTRUCTION DER DAMPKESSEL-ANLAGEN UND
BETRIEB DERSELBEN.

DRITTE AUFLAGE.

BEARBEITET

VON

R. WEINLIG,

DIRECTOR DES MAGDEBURGER VEREINS FÜR DAMPKESSELBETRIEB.

LEIPZIG,
VERLAG VON ARTHUR FELIX.

1888.

CONSTRUCTION

DER

DAMPFKESSEL-ANLAGEN

UND

BETRIEB DERSELBEN.

LEHRBUCH FÜR ANGEHENDE UND HANDBUCH FÜR AUSÜBENDE
INGENIEURE, RATHGEBER FÜR INDUSTRIELLE

VON

H. v. REICHE,

WEIL. PROFESSOR DES MASCHINENBAUES AN DER KÖNIGL. TECHN. HOCHSCHULE
ZU AACHEN.

DRITTE AUFLAGE.

BEARBEITET

VON

R. WEINLIG,

DIRECTOR DES MAGDEBURGER VEREINS FÜR DAMPKESSELBETRIEB.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND
MIT EINEM ATLAS VON EINUNDZWANZIG LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

F. Nr. 17401



LEIPZIG,

VERLAG VON ARTHUR FELIX.

1888.

X
1698



116884

Alle Rechte vorbehalten.

Akc. Nr. 2870 51

Vorwort zur dritten Auflage.

Die Bearbeitung des zweiten Bandes der dritten Auflage des von Reiche'schen Werkes „Anlage und Betrieb der Dampfkessel“, welche mir im Sommer 1887 übertragen wurde, habe ich mit Vergnügen übernommen.

Seit 25 Jahren mit von Reiche befreundet, hatte ich an seinen schriftstellerischen Arbeiten stets thätigen Antheil genommen und im Jahre 1872, als von Reiche das vorliegende Werk begann, viel mit ihm darüber verhandelt. Es ist daher erklärlich, dass ich mich mit Eifer an die Arbeit machte, um den zweiten Band rasch vollenden zu können, zumal der erste Band bereits 1886 zur Ausgabe gelangt war. Leider hat eine böse Krankheit mich mehr als 3 Monate an der Vollendung gehindert.

Die Eintheilung des zweiten Bandes, zu welcher ich schon 1872 meine Ansicht gegeben hatte, habe ich ganz nach von Reiche's zweiter Auflage beibehalten, nur habe ich den Inhalt wesentlich vergrössert, wozu die ausserordentliche Entwicklung des Dampfbetriebes die vollste Veranlassung gegeben hat.

Der zweite Band umfasst, seiner Bestimmung gemäss, den praktischen Theil des Werkes, nämlich die Kesselsysteme, ihre Construction und Arbeitsweise, die Kesselgarnitur sowie Zubehör zur Kesselanlage, endlich die Dampfkessel-Explosionen und die Dampfkessel-Gesetzgebung des Deutschen Reiches und Preussens.

So ist der zweite Band zwar vollständig selbständig, aber doch ein Theil des ganzen Werkes.

Der Dampfbetrieb hat in den letzten Decennien einen solchen Aufschwung genommen und solche Bedeutung im wirthschaftlichen Leben aller Culturvölker gewonnen, dass sich der Technik ganz andere Kreise zugewendet haben, als früher. In Folge dessen sind die verschiedensten Formen und Arten von Kesseln und Zubehör entstanden und in Folge des Betriebes der Fabrikation als Specialität zu hoher Vollendung entwickelt.

Demgemäss musste unter dem zahlreichen Materiale, welches sich für den zweiten Band darbot, eine strenge Wahl getroffen werden, um den Umfang des zweiten Bandes nicht allzusehr zu vergrössern.

Ich habe mich bemüht, mit möglichster Sorgfalt und gestützt auf die eigene Beobachtung innerhalb meiner langjährigen Praxis als Dampfkessel-Ingenieur nur dasjenige in den vorliegenden Band aufzunehmen, was sowohl als Type eines Systems oder einer ausgebildeten Construction gelten kann und welches zur Zeit in der Praxis eine vielfache Verwendung gefunden hat.

Trotzdem ich anfangs die Absicht hatte, von jeder Nennung der Namen von Fabrikanten abzusehen, so musste ich doch dieselbe aufgeben, denn die meisten der Fabrikanten sind theils verdienstvolle Constructeure der von ihnen eingeführten Specialität, theils Patentinhaber. Die Namen der Patentinhaber konnte ich nicht verschweigen und es erschien mir Ehrensache, deshalb auch die Namen derjenigen Fabrikanten zu nennen, welche durch hohe Ausbildung der Formen, durch vorzügliche Construction, sowie durch tadellose praktische Ausführung ihrer Special-Artikel im Dampfbetriebe eine grosse Bedeutung sich erworben haben.

So ist denn in Folge der Fülle des Materiales der zweite Band, trotzdem ich die Abschnitte „Leistungsfähigkeit und Dimensionen der Kessel“ und „Katechismus für Kesselwärter“ ganz fortgelassen habe, doch um mehrere Bogen stärker geworden.

Die Abschnitte „Dampfkesselexplosionen“, „Bekämpfung des Kesselsteines“ habe ich von ganz anderem Gesichtspunkte aus aufgefasst und bearbeitet, als sie in der zweiten Auflage enthalten sind.

Zur besseren Anschauung habe ich den Atlas von einfach gehaltenen Figurentafeln beibehalten und in entsprechender Weise geändert und erweitert, sowie eine sehr grosse Zahl von Illustrationen mit in den Text verflochten.

Allen denjenigen, welche mich durch Einreichung von Zeichnungen, durch Mittheilung von Erfahrungs-Resultaten u. s. w. unterstützt haben, sage ich für ihr freundliches Entgegenkommen, ebenso der Verlagshandlung für die vorzügliche Ausstattung des Werkes meinen Dank.

Möge der zweite Band bei meinen Fachgenossen und im industriellen Publicum gute Aufnahme finden!

Magdeburg, Mai 1888.

R. Weinlig.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
I. Abschnitt. Die verschiedenen Kesselsysteme	1
§ 1. Kessel mit grossem Wasserraum	2
A) Der einfache Walzenkessel	2
B) Der combinirte Walzenkessel	5
a) Der Gegenstromkessel	6
Vor- und Nachteile der Gegenstromkessel	15
b) Der Siederrohrkessel	18
c) Der combinirte Walzenkessel mit Heizkammer	20
d) Vor- und Nachteile der combinirten Walzenkessel.	22
C) Der Flammrohrkessel	23
a) Der Einflammrohrkessel	32
Der Wellrohrkessel	36
Grösse und Feuerung der Einflammrohrkessel	37
b) Der Zweiflammrohrkessel	38
c) Der Dreiflammrohrkessel	45
Vor- und Nachteile der Flammrohrkessel	46
Versteifung der Flammrohre und Stirnwände	47
d) Der combinirte Flammrohrkessel	51
e) Der combinirte Flammrohrunterkessel	51
f) Batteriekessel	53
g) Flammrohrkessel combinirt mit Vorwärmer	54
h) Verlassene Kesselsysteme	59
§ 2. Kessel mit kleinem Wasserraum (Wasserröhrenkessel)	60
a) Belleville-Kessel	61
b) Root-Kessel	66
c) Alban-Kessel	71
d) Steinmüller-Kessel	72
e) Dürr-Kessel	77
f) Schmidt-Kessel	81
g) Heine-Kessel	83
h) Andere Kessel	84
i) Werth und Zukunft der Kessel mit kleinem Wasser- raum	84
§ 3. Kessel mit mässigem Wasserraum	88
a) der Heizröhrenkessel	89
Dupuis-Kessel	92

	Seite
Zweiflammrohrkessel mit Feuerbüchse und Heizröhren	92
Combinirter Flammrohr- und Heizröhrenkessel . . .	93
b) Galloway-Kessel	97
c) Field-Kessel	102
d) Stehender Feuerbüchskessel mit horizontalem Quersieder	105
e) Stehender Heizröhrenkessel mit Feuerbüchse	107
f) Liegender Feuerbüchskessel mit rückkehrenden Heizröhren	109
g) Meyn-Kessel	113
§ 4. Lokomotivkessel	121
§ 5. Lokomobilkessel auf Rädern	132
§ 6. Transportable Kessel	141
§ 7. Schiffskessel	143
Dampfkessel für Flusschiffe	151
Wahl eines Kesselsystems	152
II. Abschnitt. Kesselgarnitur	160
§ 1. Das Speiseventil	161
§ 2. Abblasevorrichtung	165
§ 3. Dampfventil	168
§ 4. Sicherheitsventil	172
§ 5. Manometer	179
§ 6. Apparate zur Erkennung des Wasserstandes	183
A) Probirhahn und Probirventil	183
B) Wasserstands-Apparat	186
C) Schwimmer	193
D) Lärmpfeifen	196
E) Sicherheitsapparate	198
III. Abschnitt. Zubehör zur Kesselanlage	206
§ 1. Wasserabscheider und Ueberhitzer	206
§ 2. Condensationswasserableiter	210
§ 3. Dampfeducirventil	212
§ 4. Vorwärmer	214
§ 5. Speisevorrichtungen	222
IV. Abschnitt. Vorrichtungen zur Bekämpfung des Kesselsteins	232
Antikesselsteinmittel	232
Einlagen	233
Anstrich	234
Wasserreinigung	235
V. Abschnitt. Dampfkessel-Explosionen	252
VI. Abschnitt. Gesetze und Verordnungen über Concessionirung, Anlage und Betrieb der Dampfkessel im Deutschen Reiche und in Preussen	260

ERSTER ABSCHNITT.

Die verschiedenen Kesselsysteme.

Wiederholt ist es versucht worden, die verschiedenen Systeme der Dampfkessel zu classificiren, aber der Versuch ist von geringem Erfolge begleitet gewesen. Die schnelle Entwicklung der Industrie, welche eine Eigenthümlichkeit des letzten Zeitraums von etwa 20 Jahren bildet, hat einen Aufschwung in der Dampfkesseltechnik herbeigeführt, dem eine zahlreiche Menge von Constructionen und ganze neue Formen entsprossen sind.

Die Ausnutzung der Brennstoffe ist eine wichtige Existenzfrage für Industrie und Gewerbe geworden, die Ausbildung der Dampfmaschinen hat eine sehr wesentliche Steigerung des Betriebs-Dampfdruckes herbeigeführt, und die frühere Aengstlichkeit bei der Aufstellung und beim Betriebe der Dampfkessel hat in Folge der gestiegenen allgemeinen Kenntnisse des Betriebes mehr und mehr einer leichteren und freieren Auffassung Platz gemacht. Es kann daher nicht Wunder nehmen, dass die Bauart der Dampfkessel diesem Fortschritte gefolgt ist, indem sie sich von solchen Formen frei gemacht hat, welche zwar solide und einfach, aber zu wenig ausgiebig sind. In Folge dessen sind Dampfkesselsysteme, welche früher beliebt waren, verschwunden, andere werden nach und nach verdrängt und es würde bei dem unaufhaltsamen Fortschritte auf allen Gebieten des menschlichen Wissens und Könnens ein vergebliches und nutzloses Beginnen sein, die Dampfkessel nach ihren Systemen aufzählen und beurtheilen zu wollen. Wir sind der Meinung, dass nach Verlauf von 10, höchstens 20 Jahren die Anschauung über Werth oder Unwerth der verschiedenen Bauarten und die Verwendung derselben ganz andere sein werden als heutzutage.

Wir beschränken unsere Aufgabe also dahin, dass wir diejenigen Bauarten aufführen und beschreiben, welche ganz spezifische Eigenschaften haben und welche heutzutage noch eine mehr oder weniger allgemeine Anwendung finden.

Dieser Forderung können wir in diesem Buche nachgeben, aber anders war es, als sich bei der Erhebung der Gewerbestatistik im Deutschen Reiche am 1. December 1875 das Bedürfniss entschieden fühlbar machte, eine Statistik der Dampfkessel und Dampfmaschinen

zu erheben. Es blieb der zum Zwecke der Ausführung der hierzu nöthigen Vorarbeiten niedergesetzten technischen Commission nichts Anderes übrig, wenn die Erhebung gleichartig durchgeführt werden sollte, als die Kessel und Maschinen nach Systemen einzutheilen, zu bezeichnen und geradezu für gewisse einzelne Theile Benennungen und Erklärungen der letzteren zu schaffen. Das ist geschehen, die Statistik ist erhoben und ihr ist im Anhange die Erhebung der Statistik der Dampfkessel-Explosionen gefolgt, welche alljährlich fortgesetzt wird. In all diesen Statistiken sind die Dampfkessel nach ihrer Bauart classificirt und wir halten uns im Interesse der Sache verpflichtet, die eingeführten Benennungen auch in diesem Buche anzuwenden.

Wer sich näher unterrichten will, dem können wir nicht genug die Arbeiten des Geheimrathes Dr. Engel, des früheren Directors des Königl. Preussischen statistischen Bureaus und die Arbeiten des Kaiserl. Deutschen statistischen Bureaus aus der Feder des Herrn Director Becker empfehlen.*)

Wir theilen die Dampfkessel nach dem wichtigsten Factor des Betriebes, „dem Wasser“, in drei Gruppen ein, nämlich Kessel mit grossem, mässigem und kleinem Wasserraum.

§ 1. Kessel mit grossem Wasserraum.

Die Kessel mit grossem Wasserraum sind die ältesten, sie bilden allemal grosse Gefässe, bestehend aus cylindrischen kugelförmigen oder ebenen Platten von grosser Ausdehnung und deshalb grosser Dicke. Ein Theil dieser Platten bildet die Heizfläche.

Die hauptsächlichsten Arten derselben sind die folgenden:

A. Der einfache Walzenkessel.

Den einfachsten Kessel erhält man offenbar, wenn man einen einfachen Cylinder horizontal lagert, und einen einfachen Heizcanal von vorn nach hinten unter ihm herführt.

Solche Kessel, welche man schon sehr früh gekannt und angewandt hat und welche man „Walzenkessel“ nennt, werden noch heute mehrfach angelegt, und werden ihrer besonderen Vorzüge wegen wahrscheinlich stets beliebt bleiben.

*) Die Dampfkessel-Explosionen im Deutschen Reiche. Verlag von Puttkammer & Mühlbrecht. Berlin.

Das Zeitalter des Dampfes vom Geheimrath Dr. Engel. Verlag des Königl. statistischen Bureaus. Berlin 1880.

Die Dampfkessel und Dampfmaschinen im Deutschen Reiche. Aprilheft 1880 der Monatshefte zur Statistik des Deutschen Reiches.

Diese Vorzüge beruhen aber nur in der auf andere Weise ganz unerreichbaren Einfachheit, aus welcher billigste Anlage, sehr grosse Betriebssicherheit und grösste Bequemlichkeit beim Reinigen des Kessels resultiren.

Ein Mangel des Systems besteht in dem grossen Raum, welchen solch eine Kesselanlage beansprucht, weshalb diese Kessel nur dann empfohlen werden können, wenn der benöthigte Raum einfach und nicht zu theuer beschafft werden kann.

Von den übrigen Eigenschaften dieser Kessel sind namentlich ihr grosser Dampfraum, ihr grosser Wasserraum und ihre grosse Mauerheizfläche zu erwähnen.

Der grosse Dampfraum bleibt ein Vorzug bei jeder Verwendungsart, die andern beiden Eigenschaften dagegen lassen diese Kessel nur empfehlenswerth erscheinen für möglichst continuirlichen Betrieb.

Schon bei Besprechung der Heizcanäle wurde darauf hingewiesen, dass und weshalb die Heizcanäle eine gewisse Länge der Kessel bedingen, welche zu überschreiten unzweckmässig ist.

Eben dort fanden wir, dass die Weite glatter Heizcanäle nicht grösser als 15° sein soll, und später werden wir finden, dass das Verhältniss von Heizfläche zu Schornsteinquerschnitt (also zu kleinstem Querschnitt des Heizcanals) zweckmässig nie grösser als 220 ist.

Bezeichnen wir nun die Breite der Heizfläche mit b , ihre Länge (Länge des Heizcanals oder Kessels) mit l , und die engste Weite des Heizcanals mit s , so muss also sein

$$220 \cdot s \cdot b = lb \text{ oder}$$

$$220 s = l,$$

oder wenn wir $s = 15^{\circ} = 0^{\text{m}}15$ setzen,

$$l = 33^{\text{m}} \dots \dots \dots (1)$$

d. h. man soll einfach cylindrische Kessel nicht länger als 33^{m} machen.

Dies ist denn auch in der That die grösste Länge, welche vielleicht je für Kessel angewandt wurde. Mit Sicherheit dagegen weiss man, dass in Nord-England einfach cylindrische Kessel von $4\frac{1}{2}'$ Durchmesser und $80'$ Länge vielfach im Betriebe sind.

Solch lange Kessel haben indess noch einen Uebelstand:

Da nämlich die untere Hälfte der Kessel (welche allein von den Heizgasen bestrichen wird) wärmer wird als die obere, sich also auch stärker ausdehnt als diese, so hat der Kessel eine Tendenz sich zu krümmen derart, dass seine concave Seite nach oben und seine convexe nach unten gerichtet ist.

Das Eigengewicht des Kessels und seine Wasserfüllung gestatten aber eine solche Krümmung nicht, der Kessel bleibt also gerade, ist aber in diesem Zustande factisch gewaltsam (nämlich aus dem krummen Zustande, welchen er anzunehmen strebte, in

den geraden) verbogen, und zwar so stark, dass nicht selten ein Bruch der Platten eintritt, welcher als kleiner Querriss anfängt und sich allmählich erweitert.

Um diesem Uebelstande vorzubeugen, hat man in neuerer Zeit angefangen, die Kesselfüße nicht direct auf Mauerwerk zu legen, sondern an verticale schmiedeeiserne Stangen, letztere aber an Wickelfedern aufzuhängen, welche ihrerseits auf eisernen Balken ruhen, die man quer über den Kessel auf seine Mauerung gelegt hat.

Diese Anordnung gestattet also, falls die Elasticität der Federn richtig gewählt ist, dem Kessel, sich so zu krümmen, wie die verschiedene Erwärmung der Platten das anstrebt, und ist deshalb (aber nur für so lange Kessel, für kürzere, bis zu 10^m Länge, ist sie unthunlich) sehr zu empfehlen.

Ein anderer Vorwurf, welchen man früher, und mit Recht, den einfach cylindrischen Kesseln machen durfte, nämlich der, dass sie Schlamm und Kesselsteinsplitter gerade da ablagern, wo der Kessel der grössten Hitze ausgesetzt, und in Folge dessen seine Haltbarkeit ohnehin schon gefährdet ist, — dieser Vorwurf ist zwar nicht hinfällig geworden, seit man wirksame Mittel zur Bekämpfung des Kesselsteins kennen gelernt hat, aber er hat immerhin an Bedeutung verloren.

Um den Absatz des Niederschlages auf den Feuerplatten zu vermindern, hat man versucht die einfachen Walzenkessel nach hinten zu senken, um vom tiefsten Punkte den Schlamm abblasen zu können. Der Erfolg ist aber zu gering, um den entstehenden Uebelstand aufzuwiegen, dass der Dampfraum kleiner wird, oder der Kessel grösser werden muss.

In den letzten Jahren hat die Hüttenindustrie vielfach solche einfache Walzenkessel in stehender Bauart hinter Schweiss- und Puddelöfen aufgestellt und ihnen eine Höhe bis zu 12^m gegeben.

Die Aufstellung ist bequem, es wird wenig Platz gebraucht, aber das Aufsteigen der Dampfblasen durch die ganze Wassermasse ist sehr unpractisch. Bei den stehenden Walzenkesseln ist der Uebelstand nicht gut zu beseitigen, dass im unteren Theile sich Schlamm und Kesselstein ablagern, wo man mehr oder weniger gezwungen ist, die Feuergase aus den Oefen zuerst wirken zu lassen.

Wenn man bei den stehenden Walzenkesseln von oben nach unten hin eine zunehmende Stärke der Blechplatten anwendet, so ist die Verschiedenartigkeit der Inanspruchnahme der Bleche in einzelnen Höhen in Folge der Gewichte des ruhenden und der Stosswirkung des bewegten Wasserinhaltes nicht zu befürchten. In dieser Beziehung ist der stehende Walzenkessel dem liegenden überlegen.

Was die Dauer der liegenden Walzenkessel anlangt, so hängt sie, wie aus dem Vorhergehenden gefolgert werden muss, von der

Länge und vom Betriebe ab. Bei Walzenkesseln bis zu etwa 7^m Länge ist die gewaltsame Verbiegung nur gering und ihre nachtheilige Wirkung nur zu befürchten, wenn der Kessel angestrengt betrieben wird.

Darüber hinaus sind Verbiegungen nicht zu vermeiden, sie beanspruchen das Blech hauptsächlich in den Nietnähten in der Richtung der Querfaser und geben wiederholt Veranlassung zu Undichtigkeiten und Reparaturen. Je unreiner das Speisewasser und je angestrengter der Betrieb ist, desto rascher ist der Verschleiss.

Trotz der Einfachheit des Systems ist die Dauer eines solchen liegenden Walzenkessels nur bei schwachem Betriebe grösser als die aller anderen Kessel.

Man muss auch berücksichtigen, dass bei diesen Kesseln nur eine Unterfeuerung möglich ist, in Folge dessen jeder Brennstoff verwendet werden kann, welcher in einem Ofen mit Chamottewänden verbrannt wird. Dieser Vorzug des Systems bringt im Allgemeinen eine höhere Temperatur der Feuergase mit sich, wodurch grössere Differenzen der Temperaturen im Innern und Aeussern der Bleche und gewaltsamere Verbiegungen entstehen.

Die Dauer der stehenden Walzenkessel ist wesentlich geringer. In der unteren Partie sammeln sich Schlamm und Kesselstein und lagert sich das kälteste Wasser, während hier in der Regel Feuergase von hoher Temperatur zur Wirkung kommen. An diesen Stellen treten Abrostungen und Verbiegungen sehr bald auf und wiederholt müssen hier Platten ausgewechselt werden, wobei die schweflige Säure, welche in Folge des Schwefelgehaltes der Kohlen in den Heizgasen enthalten ist, durch ihre Umwandlung in Schwefelsäure wesentlich mitwirkt.

B. Der combinirte Walzenkessel.

Als grössten Fehler, mit welchem die oben besprochenen „Walzenkessel“ behaftet sind, fanden wir ihr grosses Raumbedürfniss.

Diesen Fehler beseitigen wir offenbar, wenn wir den Kessel in zwei bis drei Längen zerschneiden, die einzelnen Längen über einander anordnen, und durch Stützen mit einander verbinden.

Das oberste der, oder die obersten Röhren eines solchen Kessels bezeichnen wir als „Oberkessel“ und das unterste der, oder die unteren Röhren als „Unterkessel“.

Im Uebrigen sind die combinirten Walzenkessel wieder zu unterscheiden nach der Art, wie sie gespeist und geheizt werden in folgender Weise:

a) Der Oberkessel empfängt die erste, der oder die Unterkessel die letzte Hitze; gespeist wird der Unterkessel, und zwar so, dass der Weg des Speisewassers im Kessel möglichst genau entgegen gerichtet ist dem Zuge der Heizgase.

Solche Kessel nennt man Gegenstromkessel oder Kessel mit Unterkessel und Zwischenfeuerung. Die Unterkessel nennt man auch Vorwärmer oder nach der deutschen Statistik „Siederohr“.

b) Der Oberkessel empfängt die letzte, der oder die Unterkessel die erste Hitze; und gespeist wird der Oberkessel.

Solche Kessel nennt man Siederohrkessel oder Bouilleur-Kessel mit Unterfeuerung, und ihre Unterkessel Sieder oder Bouilleurs.

c) Diejenigen Theile der Ober- und Unterkessel, welche in dem nämlichen Verticalquerschnitt liegen, empfangen annähernd die nämliche Hitze; und gespeist wird entweder ein Ober- oder ein Unterkessel. — System des Verfassers v. Reiche und Doppelkessel mit Heizkammer und Zwischenfeuerung genannt.

Da die Unterkessel auf ihrem ganzen Umfange von den Heizgasen umspült werden, so muss man dafür sorgen, dass sie innen auch überall und stets von Wasser berührt sind.

Man muss also dafür sorgen, dass dem Dampf, sobald er sich entwickelt hat, von jedem Punkte der Unterkessel ein rascher und leichter Abfluss möglich sei, weil die Stellen, von denen der Dampf nicht entweichen kann, allemal sehr rasch von innen verrosten.

An den bestehenden Kesseln findet sich heutzutage diese Bedingung in den meisten Fällen erfüllt. Wenn nicht, so ist die Bequemlichkeit und Gleichgültigkeit, zuweilen auch Unkenntniss der Kesselschmiede Schuld, welche die Kessel so bauen, nicht wie die Vernunft vorschreibt, sondern so, wie schon ihr Lehrmeister sie gebaut und ihre Erbauung am billigsten gefunden hat, wenn die Ersparniss am ganzen Kessel auch nur wenige Mark beträgt.

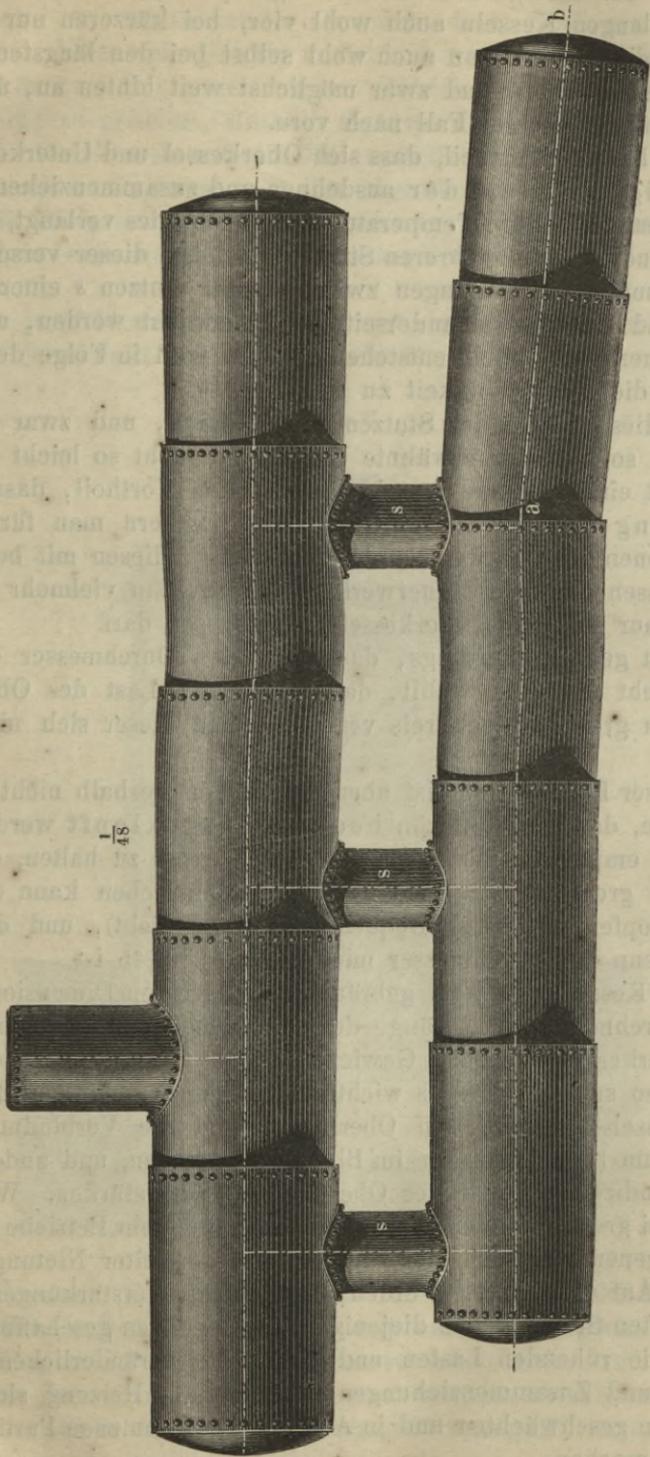
Die Folge davon aber ist, dass diese Kessel Jahr aus und ein zu Reparaturen Anlass geben, welche gewöhnlich als etwas Unvermeidliches hingenommen werden, während Niemandem einfällt, ihrer Ursache nachzugehen.

a) *Der Gegenstromkessel.*

Einen Kessel, dessen walzenförmiger Oberkessel mit einem darunter und ihm ungefähr parallel liegenden Unterkessel zu einem einzigen verbunden ist, nennt man gewöhnlich „Gegenstrom-Doppelkessel“. Die Feuerung ist zwischen beiden Kesseln am vorderen Ende angeordnet.

Diese Doppelkessel haben noch oft eine Form, welche von der nebenstehenden, durch Fig. 1 dargestellten, nur dadurch abweicht, dass man unterlässt, dem langen überstehenden Ende $a-b$ (welches deshalb so lang ist, damit es mit seinem Ende, und also mit seinem Mannloch und mit dem Stutzen, durch welchen gespeist und abgeblasen wird, aus der Mauer hervorragt) Neigung zu geben, in Folge dessen denn dies Ende regelmässig auf seiner oberen inneren Fläche verrostet.

Fig. 1.



Statt der drei „Stützen“ oder „Pipes“, *s, s, s* (statt welcher bei sehr langen Kesseln auch wohl vier, bei kürzeren nur zwei zu finden sind), wendet man auch wohl selbst bei den längsten Kesseln nur einen Stützen, und zwar möglichst weit hinten an, und giebt dann dem Unterkessel Fall nach vorn.

Das hat den Vortheil, dass sich Oberkessel und Unterkessel unabhängig von einander ausdehnen und zusammenziehen können, je nachdem die zeitige Temperatur der Bleche dies verlangt, während bei Anwendung von mehreren Stützen in Folge dieser verschiedenen Ausdehnung die Stemmungen zwischen den Stützen *s* einerseits und Ober- und Unterkessel andererseits leicht undicht werden, und Risse in den Quernähten leicht entstehen können, weil in Folge des starren Systems die Nachgiebigkeit zu gering ist.

Ist diese Länge der Stützen gross genug, und zwar 0^m5 und darüber, so tritt der erwähnte Uebelstand nicht so leicht ein, und dann hat eine grössere Anzahl Stützen den Vortheil, dass sie die Lagerung des Kessels vereinfacht, insofern man für mässige Dimensionen des Oberkessels nicht nöthig hat, diesen mit besonderen Kesselfüssen auf dem Mauerwerk zu lagern, ihn vielmehr mit den Stützen nur auf dem Unterkessel ruhen lassen darf.

Dazu gehört allerdings, dass man den Durchmesser der Stützen *s* nicht zu klein wählt, damit sich die Last des Oberkessels auf einen grossen Blechkreis vertheile, und dieser sich nicht einbiege.

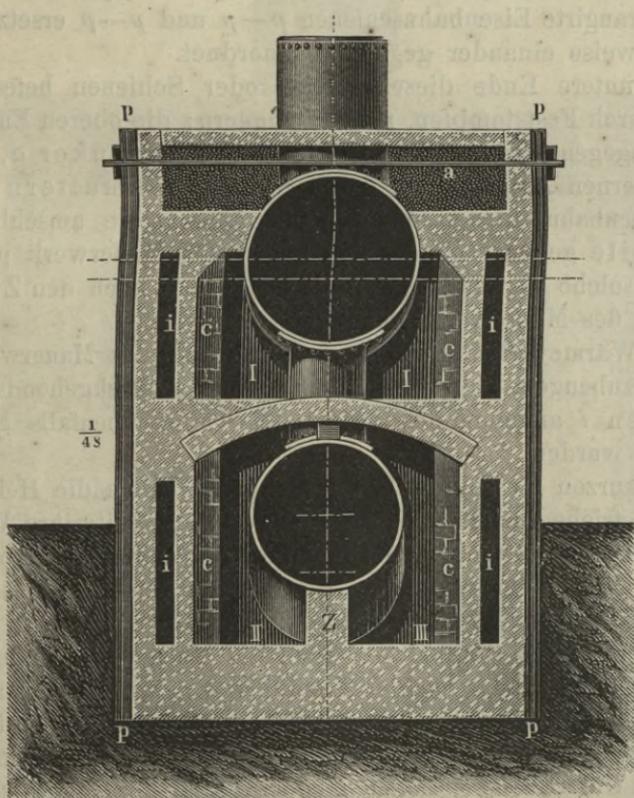
Dieser Durchmesser ist aber auch schon deshalb nicht zu klein zu halten, damit die Stützen bequem ausgeklopft werden können; es empfiehlt sich sogar, sie alle so gross zu halten, dass man ohne zu grosse Mühe durch sie hindurchkriechen kann (was dem Kesselklopfer sehr zur Bequemlichkeit gereicht), und das findet statt, wenn ihr Durchmesser mindestens = 0^m45 ist.

Bei Kesseln von jetzt gebräuchlichen grossen Dimensionen (z. B. $1\frac{1}{2}^m$ Durchmesser, 10^m Länge des Oberkessels und 0^m8 Durchmesser der Unterkessel) wird das Gewicht des Oberkessels und die Wasserfüllung so schwer, dass es wichtig ist, einmal diejenigen Bunde des Unterkessels, welche den Oberkessel und die Verbindungsstützen tragen, um $1-2^m$ stärker im Bleche zu machen, und andermal die correspondirende Platte des Oberkessels zu verstärken. Wir rathen auch, bei grossen Dimensionen und angestregtem Betriebe auch die umgebogenen Krepfen der Stützen mit doppelter Nietung zu versehen. Auf diese Weise werden hinreichende Verstärkungen der geschwächten Stellen gegen diejenigen Verbiegungen geschaffen, welche durch die ruhenden Lasten und durch die veränderlichen Ausdehnungen und Zusammenziehungen in Folge der Heizung sich gerade an diesen geschwächten und in Anspruch genommenen Partien zuerst geltend machen.

Ebenso wichtig ist bei diesem Dampfkesselsystem, dass man dafür sorgt, dass freihängende, also nicht durch Stützen unterstützte Theile des Oberkessels gehörig unterstützt werden und sich frei ausdehnen können. Bei angestremgtem Betriebe ist dies auf wirksame Weise nicht zu erzielen, deshalb thut man gut, die freihängenden Theile des Oberkessels auf alle Fälle möglichst kurz zu machen und lieber ein anderes System, z. B. das folgende der combinirten Walzenkessel mit Siederohren und Unterfeuerung, zu wählen, welches bei vernünftiger Dimensionirung einen flotten Betrieb dauernd besser vertragen kann.

Eine empfehlenswerthe Einmauerung solch eines Doppelkessels zeigt im Querschnitt die nachstehende Fig. 2.

Fig. 2.



Die römische Zahl *I* bezeichnet den ersten, *II* den folgenden und *III* den letzten Heizcanal, und man erkennt demnach, dass der Zug erst ungetheilt unter dem Oberkessel nach hinten, von dort auf der einen Seite des Unterkessels nach vorn, und schliesslich auf der andern Seite desselben wieder nach hinten geführt ist, um dort in den Fuchs zu münden.

Damit der erste Stutzen s nicht zu sehr leide, ist zweckmässig, ihn nach dem Rost zu mit feuerfesten Steinen zu verblenden.

Die Heizcanäle selbst sind mit Couliissen c armirt dargestellt, wie solche im Abschnitt „Heizcanäle“ beschrieben wurden, doch versteht sich von selbst, wie man die Canäle zu verengen hat, um gewöhnlich glatte Feuerzüge zu erhalten.

Wie man sieht, ruht der ganze Kessel auf der gemauerten Zunge z , und derselbe befindet sich also im labilen Gleichgewicht.

Damit er nun nicht eines Tages umfalle, oder wenigstens an den Rohrleitungen zerre und diese undicht mache oder breche, bedarf ein solcher Kessel durchaus der Verankerung.

Solche Verankerung besteht zweckmässig aus zwei gusseisernen Schienen oder Ankerplatten, in neuerer Zeit häufig und vortheilhaft durch austrangirte Eisenbahnschienen $p-p$ und $p-p$ ersetzt, welche man paarweise einander gegenüber anordnet.

Das untere Ende dieser Platten oder Schienen befestigt man einfach durch Feststampfen, resp. Einmauern; die oberen Enden eines Paares dagegen verbindet man durch einen Zuganker a , welcher in gusseisernen Ankerplatten durch Schraubenmuttern befestigt wird, Eisenbahnschienen dagegen mit einer Oese umschliesst und durch Keile gegen einander und gegen das Mauerwerk presst.

Eine solche Verankerung erfüllt ausserdem noch den Zweck, ein Reißen des Mauerwerks thunlichst zu verhüten.

Um Wärmeverlusten nach aussen durch das Mauerwerk möglichst vorzubeugen, sind in dieser Zeichnung durchgehends Isolirschichten i angenommen, wie solche oben ebenfalls genau beschrieben wurden.

Bei kurzen Kesseln, selbst bis zu 10^m , haben die Heizgase bei flottem Betriebe immer noch zu wenig Gelegenheit, ihre Wärme an die Heizflächen abzugeben. Ist tüchtiger Zug vorhanden, so thut man gut, eine vier- oder fünfmalige Leitung der Gase am Kessel einzurichten. Die beiden Züge II Fig. 2 werden dann etwas erweitert und in dem ersten (links), weitesten die Heizgase nach hinten, im zweiten (rechts) wieder nach vorn geführt, von wo ab sie nach unten fallen. Hat der Oberkessel nur einen Unterkessel, so wird der Zug dreitheilig (event. nach Lage des Schornsteins zweitheilig) eingerichtet. Sind zwei Unterkessel vorhanden, so wird auch der Oberkessel grossen Durchmesser haben. In diesem Falle thut man gut, den ersten Zug am Oberkessel unten in der Mitte entlang zu leiten und oberhalb an den beiden Seiten links und rechts den zweiten Zug zu legen.

Wir wiederholen, dass bei flottem Betriebe und starker disponibler Zugkraft die vier- oder fünfmalige Leitung der Heizgase anwendbar und nützlich ist, warnen aber anderenfalls davor und empfehlen die Einmauerung nach Fig. 2, 3, 5 u. 6 und nach Tafel 1.

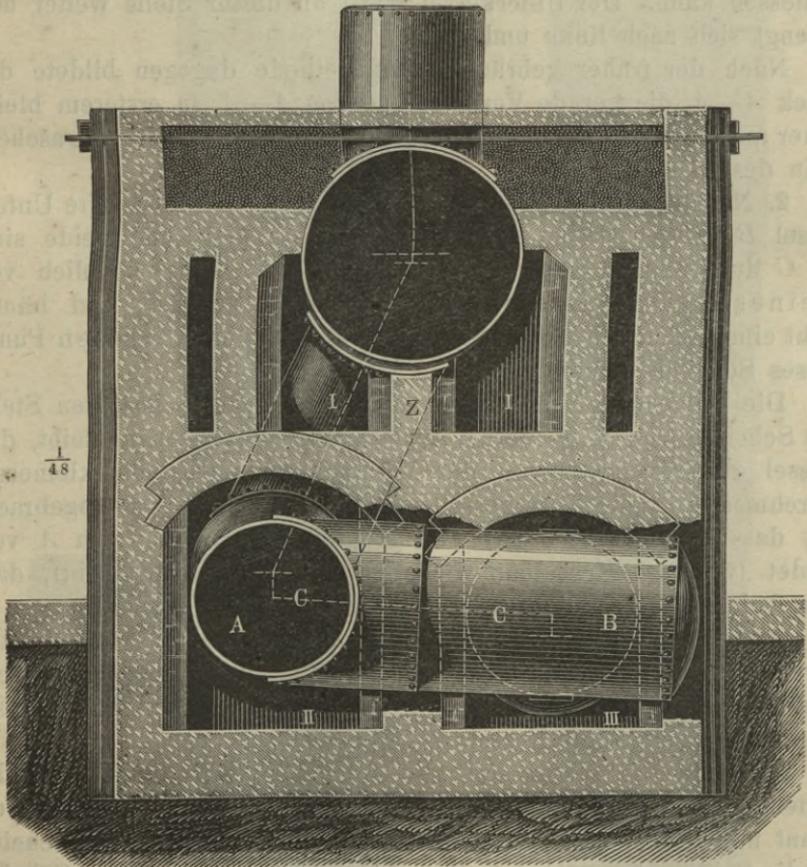
Gegenstromkessel mit zwei Unterkesseln werden auf sehr verschiedene Weise construirt.

Gewöhnlich ordnet man die beiden Unterkessel gleichweit von beiden Seiten der verticalen Ebene an, welche man durch die Axe des Oberkessels legen kann, und stützt den letzteren durch lange angenietete Arme oder Consolen auf den Seiten des Mauerwerks, während man die Unterkessel direct auf gusseiserne Kesselstützen legt.

Um die langen Consolen am Oberkessel zu vermeiden, legt man auch wohl den Oberkessel vertical über einen der Unterkessel, so dass also der zweite Unterkessel seitlich vom Oberkessel liegt.

Diese Anwendung beansprucht aber viel Raum, und deshalb zieht man oft die durch Fig. 3 dargestellte Anordnung vor, welche

Fig. 3.



im Wesentlichen mit der zuerst beschriebenen übereinstimmt, und sich von ihr nur dadurch unterscheidet, dass der Oberkessel nicht mit angenieteten Consolen auf den Seitenmauern, sondern mit seinem unteren Theile direct auf einer gemauerten Zunge *Z* ruht, welche den ersten Zug in zwei Theile theilt.

In der Zeichnung bedeutet *I* und *I* den ersten, *II* den zweiten und *III* den dritten Zug.

Wie man sieht, liegt der Oberkessel nur etwas über die (untere) Hälfte im Feuer (und zwar kann man die Grösse des Dampftraumes ganz nach dem vorliegenden Bedürfnisse wählen), während die Unterkessel ringsum von den Heizgasen bespült werden.

Die Längenansicht dieses Kessels ohne Einmauerung zeigt die auf S. 13 stehende Fig. 4. Die durch die Fig. 3 u. 4 dargestellte Form dieser Art Kessel weicht von der früher gebräuchlichen in folgenden Punkten ab:

1. Der erste Unterkessel *A* ist da geknickt, wo der „Stutzen“ *s* ihn mit dem Hauptkessel verbindet, und dadurch wird erzielt, dass sämtlicher Dampf aus diesem Unterkessel durch den Stutzen *s* abfliessen kann. Der Unterkessel *A* ist an dieser Stelle weiter und verengt sich nach links und rechts.

Nach der früher gebräuchlichen Methode dagegen bildete das Stück *A—A₁* die gerade Verlängerung von *A—A*, in ersterem bleibt daher am Scheitel stets eine Dampfschicht stehen, welche zu raschem Ruin des Bleches führt.

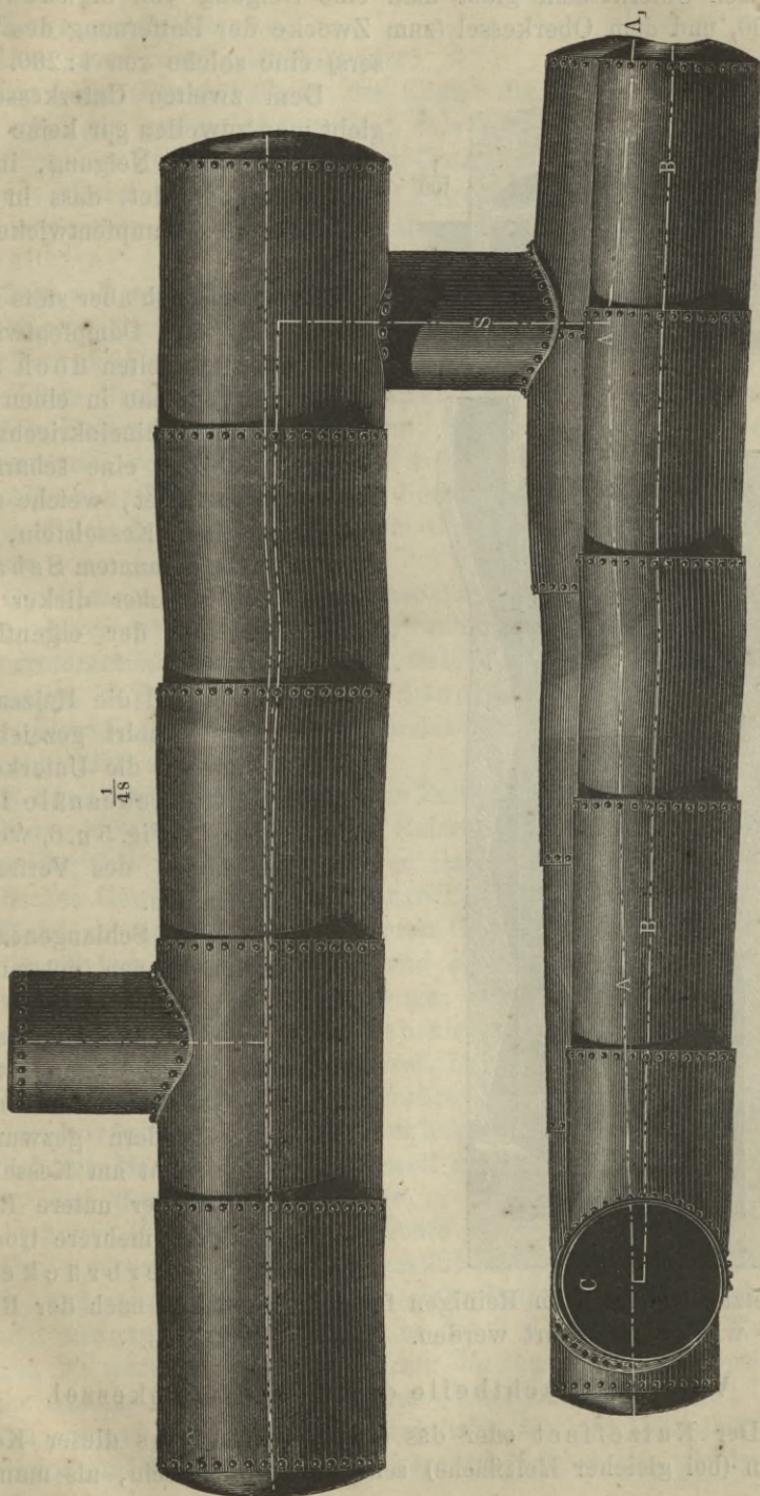
2. Nach der früher gebräuchlichen Methode ist der zweite Unterkessel *B—B* gerade so lang als der erste *A—A*, und beide sind bei *C* durch einen Stutzen verbunden, welcher gewöhnlich von kleinerem Durchmesser als die Unterkessel ist, und häufig nicht einmal den Scheitel von *B*, niemals aber den höchsten Punkt dieses Scheitels schneidet.

Die Folge davon ist, dass mindestens an der höchsten Stelle des Scheitels von *B* wiederum eine Dampfschicht stehen bleibt, den Kessel ruiniert und, wenn der Verbindungsstutzen von kleinerem Durchmesser als die Unterkessel und nicht gleichzeitig so angebracht ist, dass er den Scheitel von *B* mit der Sohle von *A* verbindet (was den Kesselbau wiederum unnötig hoch macht), dass man beim Ablassen nicht alles Wasser aus *A* entfernen kann.

Alle diese Uebelstände beseitigt man dadurch, dass der Stutzen durch einen Seitenkessel *C—C* ersetzt wird, dieser gleichen Durchmesser wie die Unterkessel erhält, und dass an diesen Seitenkessel *C—C* der zweite Unterkessel *B—B* stösst.

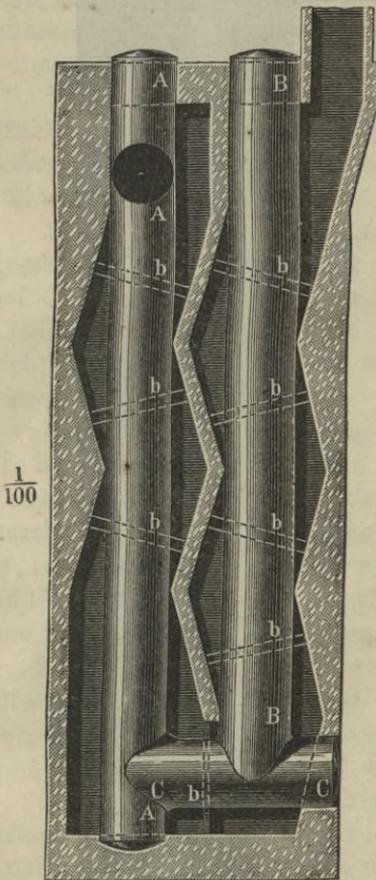
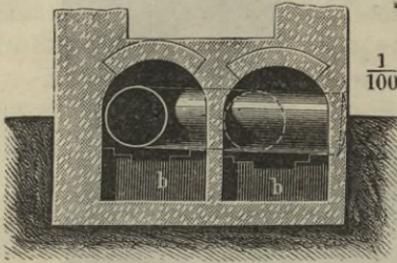
Im Grundriss setzen sich also die beiden Unterkessel und der Seitenkessel so aneinander, wie Fig. 6 (S. 14) zeigt, und man erkennt nun leicht, dass durch diese Anordnung sowohl die Scheitel als die Sohlen sämtlicher Kessel Neigung erhalten und in Scheitel und Sohlen der höherliegenden Kessel einmünden, so dass beim Betriebe sämtlicher Dampf und beim Ablassen alles Wasser abfliessen kann, zu welchem ersterem Zweck aber auch nöthig ist, dass sämtliche Schüsse conisch und so angeordnet werden, wie die Zeichnung vorschreibt.

Fig. 4.



Den Unterkesseln giebt man eine Neigung von mindestens 1:100, und dem Oberkessel (zum Zwecke der Entfernung des Wassers) eine solche von 1:200.

Fig. 5 u. 6.



versetzt, welche beim Reinigen fortgenommen und nach der Reinigung wieder aufgeführt werden.

Vor- und Nachteile der Gegenstromkessel.

Der Nutzeffect oder das Güteverhältniss dieser Kessel kann (bei gleicher Heizfläche) sehr viel grösser sein, als mancher

Dem zweiten Unterkessel *B* giebt man zuweilen gar keine oder nur sehr geringe Neigung, indem man sich überredet, dass in ihm noch keine Dampfentwicklung stattfindet.

Es setzen sich aber stets Luftblasen fest, und Dampfentwicklung findet zu Zeiten doch statt, da man, wenn man in einen solchen Unterkessel hineinkriecht, am Scheitel jedesmal eine scharf begrenzte Zone findet, welche nicht mit eigentlichem Kesselstein, sondern mit festgebranntem Schaum bedeckt ist, welcher dicker und poröser ist, als der eigentliche Kesselstein.

In Fig. 3 sind die Heizcanäle mit Coulissen armirt gezeichnet; wie man dagegen die Unterkessel in glatte Schlangencanäle legen kann, zeigen die Fig. 5 u. 6, welche eine Construction des Verfassers v. Reiche bilden.

Damit diese Schlangencanäle gefegt werden können, müssen sie befahrbar, also unterhalb des Kessels noch ca. 45° hoch sein; damit aber durch diesen weiten Canal die Gase nicht unbenutzt entweichen, sondern gezwungen werden, sich dicht am Kessel zu bewegen, wird der untere Raum des Canals durch mehrere trocken aufgeführte Feuerbrücken *b*

der später zu besprechenden Flammrohrkessel, ist es dann aber — auf Kosten der Dauer.

Der Grund hierfür ist folgender:

Das hohe Güteverhältniss der Kessel dieser Art beruht darin, dass sie kalt gespeist werden; dass man das Speisewasser an dem tiefsten Punkte des untersten Unterkessels einführt, und dass also das Wasser im Kessel sich entgegengesetzt bewegt zur Bewegungsrichtung der Heizgase. (Daher der Name „Gegenstromkessel“.)

Dass und weshalb diese entgegengesetzte Bewegung günstig auf das Güteverhältniss einwirkt, ist oben erläutert worden, hier also bleibt nur übrig anzuführen, dass und unter welchen Umständen und in welchem Grade dieselbe die Dauer des Kessels verringert:

Alle Heizgase nun (es sei denn, dass scharf getrocknetes Brennmaterial verfeuert wird, was sehr selten der Fall ist) enthalten Wasserdämpfe, und von diesen Wasserdämpfen condensirt sich natürlich ein Theil, sobald die Gase unter 100° C. abgekühlt werden.

Die Gesamtmasse der Gase lässt sich nun allerdings nur sehr schwer unter 100° abkühlen, wohl aber erfahren eine solche Temperaturerniedrigung die Gase, welche direct mit den Kesselwandungen in Berührung kommen dann, wenn

1. diese Kesselwandungen durch das Speisewasser erheblich unter 100° abgekühlt sind und wenn

2. dieselben Gastheile längere Zeit mit der Kesselwandung in Berührung bleiben, was bei glatten Heizcanälen, also für gewöhnlich, immer der Fall ist, da die kälteren Gase nur durch ihr grösseres specifisches Gewicht, also nur geringe Tendenz haben, sich von der Heizfläche zu entfernen und wärmeren Gasen Platz zu machen.

Unmittelbar nach kalter Speisung condensirt sich also aus den Heizgasen eine bestimmte Wassermenge; diese schlägt sich natürlich an den condensirenden Flächen nieder, und das sind die verticalen Wandungen der Unterkessel, in desto höherem Grade, je näher sie der Mündung des Speiserohres liegen.

Die horizontalen Wandungen haben diese Eigenschaft in weit schwächerem Maasse; die oberen, weil sie in Folge der Flugaschen-decke, und die unteren, weil sie in Folge der Schlamm-schicht (s. Abschnitt „Heizfläche“) zu schlechte Wärmeleiter sind.

Das condensirte Wasser aber zerstört durch Verrosten die Kesselbleche, und zwar desto rascher, je mehr Säure es enthält, und wiederum bedeutend rascher, wenn es durch die Wärme des Kesselbleches, als wenn es durch die Wärme der (nach beendeter Speisung wieder wärmer werdenden) Heizgase wieder verdampft wird.

Im ersteren Falle nämlich entwickeln sich die Dampfbläschen unmittelbar auf dem metallischen Eisen und lockern also die darüber

befindliche Rostschicht auf, immer neues Eisen für die Einwirkung der Nässe frei legend, während im letzteren Fall die Feuchtigkeit von aussen verdampft und also die Rostschicht als eine, wenn auch schwache Schutzdecke liegen lässt.

Der erste Fall aber tritt allemal an den Stellen des Kesselbleches ein, welche von den Heizgasen nicht direct bestrichen werden können, wenn gleichzeitig diese Stellen doch genässt werden durch Wasser, welches sich an höher gelegenen Punkten des Bleches condensirte und auf die betreffenden Stellen herabrieselte, und die Erfahrung bestätigt, dass solche Stellen in allen Fällen ausserordentlich rasch durchrosten.

Solche Stellen aber finden sich an jedem Unterkessel.

Sie werden geschaffen entweder durch fehlerhafte Einmauerung, und diese Stellen lassen sich natürlich vermeiden.

Das condensirte Wasser nämlich rinnt nicht bis zur untersten Linie des Kessels (also nicht bis zur Sohle) herab, falls es nicht in aussergewöhnlich grosser Menge auftritt.

Deshalb schaden gemauerte Zungen nicht, welche, wie die Zunge *Z* in Fig. 2, sich vertical unter dem Unterkessel befinden, wohl aber sind alle solche Zungen oder überhaupt Mauertheile verderblich, welche sich weiter höher und seitlich an den Kessel anlehnen, wenn sie nicht bis zum Scheitel fortgeführt werden.

Solche Stellen werden aber weiter geschaffen durch die Ueberblattungen an den Nietfugen, und diese sind natürlich nicht zu vermeiden, es sei denn, dass man die Vernietung durch Schweissung ersetzt.

Unmittelbar an der Stemmfuge nämlich ist durch den Flächenwinkel Rost, Russ und Staub viel mehr als anderswo vor dem Herabfallen geschützt. Dort bildet sich also eine Decke, welche verhindert, dass das Blech mit den Heizgasen in directe Berührung kommt, welche aber nicht verhindert, dass herabrieselndes Condensationswasser sich zwischen Blech und Decke eindringt.

Unmittelbar hinter den Stemmfugen, und zwar etwas unterhalb einer Horizontalen, welche die geometrische Axe des Unterkessels schneidet, findet man daher alle kalt gespeiste Kessel sehr rasch von aussen verrostet.

Diese Erscheinung tritt am stärksten da auf, wo die Vernietung eine körperliche Ecke bildet, wie bei *a* in Fig. 7 (S. 17), findet sich aber auch in geringerem Grade auf der ganzen verticalen Wandung der Unterkessel.

Die Form der durch Rosten hinter den Stemmfugen entstehenden Gruben zeigt beistehende Fig. 8.

Zurückblickend erkennen wir nun:

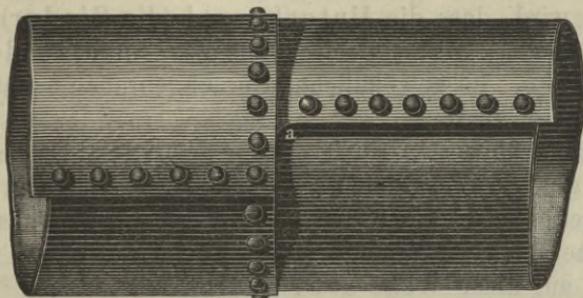
Entweder wir speisen kalt, dann erzielen wir ein hohes Güteverhältniss, also eine hohe Ausnutzung des Brennmaterials, ruiniren

aber ganz bestimmt die Unterkessel in sehr kurzer Zeit (in der Regel 6 Jahre).

Da nun dieser Nachtheil bedeutend schwerer wiegt, als der erzielte Vortheil, so ist dies System von Jahr zu Jahr weniger in Anwendung gekommen.

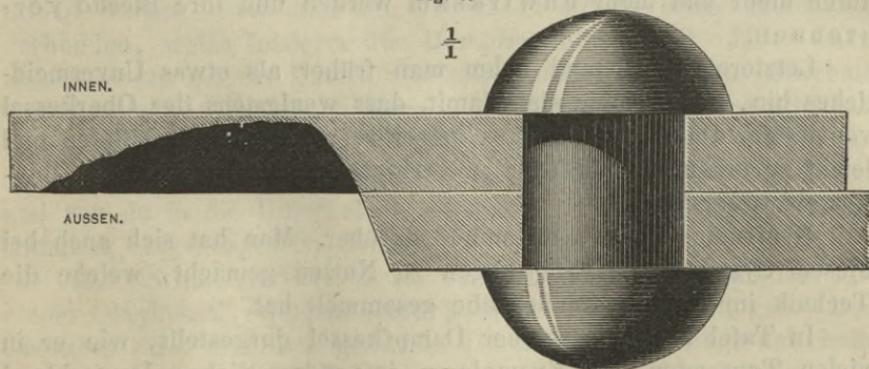
Oder aber wir speisen warm, dann erhalten wir uns die Unterkessel, können nun aber auch nicht mehr behaupten, dass wir in ihnen Vorwärmer besitzen und durch sie Brennmaterial ersparen.

Fig. 7.



Die Heizflächen der Unterkessel haben dann (und zwar auch nur so weit, als sie nicht mit Asche oder Schlamm bedeckt sind)

Fig. 8.



nur den Werth gleich grosser Heizflächen des Oberkessels, und die Unterkessel selbst haben nur dadurch Berechtigung, dass sie

1. den grössten Theil des Schlammes aus dem Oberkessel fernhalten und
2. gestatten, eine grössere Heizfläche auf verhältnissmässig geringer Grundfläche anzuordnen.

Das Resultat langjähriger Erfahrungen besteht darin, dass man Gegenstromkessel kaum mehr baut, weil, wir wiederholen es, bei einem wirklich wirksamen Gegenstromkessel die Reparaturen und Betriebsstörungen gar kein Ende nehmen. Wir verzichten um so lieber auf das Gegenstromprincip, als die unter (c) zu beschreibenden combinirten Walzenkessel mit Heizkammern von allen

Uebelständen der Gegenstromkessel frei sind und doch einen ebenso guten Wirkungsgrad als diese liefern, wie vielfache pyrometrische Messungen, ausgeführt durch Verfasser und Andere, welche gar kein Interesse haben, von vornherein das eine oder andere System zu protegiren, bewiesen ist.

b) *Der Siederohrkessel.*

Ein Siederohrkessel ist ein Kessel mit einem, gewöhnlich aber mit mehreren (und zwar bis zu sechs) Unterkesseln, welcher so eingemauert wird, dass die Unterkessel (die Sieder) die erste Hitze empfangen, während die Heizgase zuletzt den Oberkessel heizen. Im gewöhnlichen Sprachgebrauch nennt man diese Kessel „Bouilleurkessel“.

Man gab früher den Siedern sehr kleinen Durchmesser, konnte also geringe Blechdicken verwenden und, wenn in den besseren Constructionen die Sieder so angeordnet werden, dass die Heizgase sich mehrfach an ihnen brechen und stossen müssen, so erzielt man auf diese Weise sehr gute Resultate.

Die Resultate verschlechtern sich aber in sehr kurzer Zeit, wenn sich in den Siedern sämmtlicher Kesselstein abgesetzt hat, und fast aller Schlamm festgebrannt ist, weil ihre Heizflächen dadurch mehr und mehr unwirksam werden und ihre Bleche verbrennen.

Letzteren Uebelstand nahm man früher als etwas Unvermeidliches hin, und tröstete sich damit, dass wenigstens der Oberkessel von langer Dauer, und dass es besser sei: die kleinen, billigen und leicht zu erneuernden Sieder zu verbrennen, als die theuren Oberkessel zu zerstören.

Heutzutage denkt man anders darüber. Man hat sich auch bei diesem Systeme alle Erfahrungen zu Nutzen gemacht, welche die Technik im Dampfkesselbetriebe gesammelt hat.

In Tafel 2 ist ein solcher Dampfkessel dargestellt, wie er in vielen Tausenden von Exemplaren im südwestlichen Deutschland (Rheinprovinz, Pfalz, Baiern, Baden, Elsass-Lothringen u. s. w.) im Gebrauch ist. Die Zeichnung stammt aus der Dampfkesselfabrik von Hans Kopp in Frankenthal, welche diese Kessel in den gewöhnlichen Dimensionen von 20—60^m Heizfläche ausführt. In den Fig. 1, 2 u. 3 ist der Bouilleurkessel im Längsschnitt, Querschnitt und Grundriss dargestellt.

Der Oberkessel hat einen Durchmesser von 900—1300^{mm} und eine Länge von 3¹/₂—8^m. Derselbe liegt über zwei Siederohren (Bouilleurs), deren Grösse zwischen 600—800^{mm} Durchmesser und 4—9^m Länge schwankt und ist mit jedem der letzteren durch zwei Stützen verbunden.

Die vorderen Stützen haben nach oben in den Oberkessel hinein

je ein Rohr $T_1 T_1$ als Verlängerung, durch welches von unten nach oben die Dampfblasen aus den Siederohren in den Oberkessel, während in den hinteren Stutzen von oben nach unten das Wasser in die Siederohre S gelangen. Da der Oberkessel gespeist wird, so bleibt der grösste Theil der Niederschläge aus dem Wasser im Oberkessel. Die Siederohre liegen nach hinten geneigt und die freistehenden Enden, welche nur geringe Länge haben, sind zur Erleichterung des Abzuges der Dampfblasen recht conisch hergestellt.

Der Kessel arbeitet mit Unterfeuerung unter den Siederohren, welches die Anwendung eines jeden Brennstoffes gestattet.

Wenn der Bouilleurkessel rationell betrieben, also nicht übermässig angestrengt und mit gutem Speisewasser gespeist wird, so bewährt sich das System durchaus gut. In allen Fällen muss der Kessel so eingerichtet sein, dass eine energische Wassercirculation stattfindet, um die Ablagerung von Schlammkuchen auf den Feuerplatten zu verhindern. Wenn es sich um Kessel von grossen Dimensionen handelt, so wählt man eine Construction, bei welcher mehrere Oberkessel und mehrere Unterkessel in einer einzigen Anlage nebeneinander liegen. In der Regel liegen 2, 3 oder 4 solche Ober- und ebensoviel Unterkessel zusammen, so als ob mehrere Doppelkessel, Tafel 1, gemeinschaftlich nebeneinander in einem Mauerwerke angebracht wären. Oben sind alle Oberkessel mittels eines Querkessels verbunden, welcher letzterer den Dampfsammler bildet. Jeder Oberkessel ist mit seinem Unterkessel mit Stutzen verbunden. Oberhalb der Oberkessel, im letzten Zuge der Heizgase, liegen parallel mit ihnen, an eisernen Bändern hängend, Vorwärmer. Diese werden gespeist und von ihnen tritt das erwärmte Wasser in die Oberkessel und von da in die Unterkessel, während die Heizgase der Wasserströmung entgegengesetzt ziehen.

Auch in anderer Form finden wir Siederohrkessel, combinirt mit einem Oberkessel, welche beide parallel miteinander liegen. Der Oberkessel hat erheblich grösseren Durchmesser, er trägt unterhalb mehrere (in der Regel 3) Siederohre, welche je nach der Länge alle durch 2 oder 3 Stutzen mit ihm verbunden sind.

Die seiner Zeit berühmt gewesenen jetzt verlassenen sogenannten Henschelkessel gehören zu demselben System.

Von den zahlreichen Combinationen hat nur eine, welche wir später genauer beschreiben werden, eine besondere Bedeutung erlangt, so dass man behaupten kann, dieselbe repräsentire eine selbstständige und existenzfähige Form.

Von allen Siederohrkesseln kann man sagen, dass sie billig herzustellen, gut zu reinigen und bequem zu bedienen sind.

Hervorzuheben ist bei den Bouilleurkesseln das verhältnissmässig geringe Raumbedürfniss für Aufstellung wirksamer Heizflächen und

die Möglichkeit, bei geringer Blechstärke hohe Dampfspannungen zur Anwendung bringen zu können.

c) *Der combinirte Walzenkessel mit Heizkammern.*

Wir haben bereits erklärt, dass dieses neue Kessel- oder Kessel-einmauerungssystem vom Verfasser v. Reiche aufgestellt ist und, unseres Wissens, ist es auch von ihm zuerst in Ausführung gebracht.

Das Princip, welches ihn bei Aufstellung desselben leitete, ist dasselbe, welches bei all seinen Anlagen zur Richtschnur diente, und welchem die „Coulissen“, der „Schlangencanal“ u. s. w. ihre Entstehung verdanken:

Das Princip nämlich, die Heizgase nicht parallel zu den Kesselwandungen, sondern so zu führen, dass möglichst immer neue Heizgase mit den Kesselwandungen in Berührung treten, während die bereits abgekühlten Gase sich von ihnen wieder entfernen, oder, um populär zu sprechen:

„Wenn der Schmied Hitze auf ein Stück Eisen machen will, so bläst er gerade darauf los und nicht etwa daran vorbei, und wenn man einen Kessel erwärmen und Wasser darin kochen will, thut man ebenfalls gescheidter, gerade darauf und nicht daran vorbei zu blasen; — seltsamer Weise aber geht bei unseren bis jetzt gebräuchlichen Kesselanlagen meistens der Zug immer am Kessel vorbei, d. h. die Gase bewegen sich parallel zur Heizfläche.“

Dieses Princip nun hat Verfasser realisirt mit vollständigem Erfolge nunmehr an einer grossen Anzahl Kessel der verschiedensten Construction, und die hauptsächlichste Constructionstypen, welche dadurch entstanden ist, soll in der Folge beschrieben werden.

Taf. 1 zeigt einen nach diesem System eingemauerten gewöhnlichen Doppelkessel.

Der Unterkessel ist, damit der in demselben entwickelte Dampf leicht in den Oberkessel aufsteigen könne, stark geneigt und durch nur einen Stutzen *S* mit dem Oberkessel verbunden, so dass sich also beide Kessel unabhängig von einander ausdehnen und zusammenziehen können.

Die Einmauerung ist die einfachste von der Welt, denn sie besteht aus lauter lothrechten Mauern, welche beide Kessel so vollständig stützen und tragen, dass alle Kesselstützen und Kesselträger entbehrlieh werden.

Die Feuerung ist für Braunkohlenbrand eingerichtet. Eine Anlage für Steinkohlenbrand unterscheidet sich von der dargestellten allein dadurch, dass der Wasserstandsdom in Wegfall kommt und dafür der Oberkessel bis zum Austritt aus der vorderen Mauerfläche verlängert wird.

Die auf dem Roste entwickelten Heizgase heizen zuerst den Oberkessel, ziehen über die Feuerbrücke *a* in die Kammer *I*, fallen

fast vertical abwärts auf den Unterkessel, diesen rings umspülend, gelangen durch die Oeffnung *d* in die Kammer *II*, stossen dort aufsteigend nunmehr von unten gegen den Unterkessel, wiederum ihn rings umspülend, hierauf gegen den Oberkessel, bewegen sich über die zweite Feuerbrücke *b* in die Kammer *III*, fallen wieder auf den Unterkessel, ihn rings umspülend, gelangen durch die Oeffnung *e* in die Kammer *IV*, — und so steigen die Heizgase wiederholt auf und ab, indem sie sich immer fast transversal zu den Kesseln bewegen, bis sie schliesslich, nochmals über die Feuerbrücke *g* ziehend (welche deshalb so hoch gelegt ist, damit auch die hintere Stirn- wand des Oberkessels geheizt werde), in die letzte Kammer *VII* gelangen, in dieser nochmals den Unterkessel umspülen und dann in den Fuchs *h* eintreten.

Der Unterkessel tritt hinten aus der Kesselmauerung hervor, damit dort bequem ein Mannloch und ein Abblasestutzen angebracht werden könne. Gespeist wird dagegen durch den Stutzen *i* der Oberkessel, weil dieser die grössere Wassermenge enthält, und weil deshalb eine Abkühlung desselben bis unter 100° (welche den Kessel, wie bei dem Gegenstromprincip, rasch ruiniren würde) selbst bei Speisung mit möglichst kaltem Wasser nicht möglich ist.

Um einestheils überall reichlichen Zugquerschnitt und anderntheils eine möglichst grosse Anzahl Kammern zu erzielen, welche die Bewegung der Gase möglichst transversal zu den Kesseln herstellt, und ein möglichst häufiges, immer erneutes Umspülen der Kessel von den Heizgasen gestattet, ist, entsprechend der allmählichen Volumverminderung der Heizgase in Folge ihrer Wärmeabgabe an den Kessel, der Zugquerschnitt nach hinten allmählich bis auf die Hälfte des anfänglichen verengt, sind also die Kammern *I* bis *VII* immer kürzer angeordnet und die Feuerbrücken *a* bis *c* immer näher an den Oberkessel herangerückt.

Damit durch die sich ablagernde Flugasche der Querschnitt der Heizcanäle nicht verengt werden könne, sind die Durchzugsöffnungen *d*, *e* und *f* nicht auf der Sohle der Kesselmauerung, sondern hoch über derselben angeordnet, so dass eine ganz bedeutende Menge Flugasche, ohne den Zug zu beeinträchtigen, in jeder Kammer sich ablagern kann.

Um aber diese Flugasche von Zeit zu Zeit bequem entfernen und den Kessel von Russ u. s. w. reinigen zu können, führt von jeder Kammer seitlich ins Freie eine Reinigungsöffnung *o*, welche im Betriebe durch eine Mauer von $\frac{1}{2}$ Stein Stärke verschlossen gehalten wird.

Besteht die Anlage aus mehreren Dampfkesseln, so werden, der Raumersparniss wegen, je zwei Kessel in einem Mauerklotz vereinigt und die Reinigungsöffnungen symmetrisch, d. h. nach aussen mündend, angeordnet, welche man combinirte Walzenkessel mit zwei Unterkesseln, sog. „Dreirohrkessel“, nennen kann.

Zwischen je zwei, zwei Kessel enthaltenden, Mauerklötzen muss dann ein Gang bleiben, von welchem aus man rechts und links durch die Oeffnungen in die Heizkammern gelangen kann.

Im Uebrigen erklärt sich diese Dreirohrkessel-Anlage nach dem Obigen von selbst, auch fällt in die Augen, dass beim Dreirohrkessel die Einmauerung noch einfacher wird, als beim Doppelkessel.

Es leuchtet ein, dass zur Anlage eines Dampfkessels mit Heizkammern ein recht kräftiger Zug vorhanden sein muss, da die vielen Aenderungen in der Richtung der Heizgase erhebliche Widerstände und Zugverminderungen hervorrufen müssen. Uebrigens hat sich bei disponiblen kräftigem Zuge die Einmauerung nach dem Heizkammersystem sowohl in Bezug auf die Haltbarkeit der Bleche, als auf die Ausnutzung der Heizgase recht gut bewährt. Bei Verwendung aschenreicher Brennstoffe ist übrigens die Reinigung der Heizkammern von Asche recht beschwerlich.

Da der Kessel auf den lothrechten Mauerwänden der Kammern reichliche Unterstützung hat, so ist es nicht nöthig, bei Wahl der Blechstärken auf Verbiegungen durch ruhende Lasten Rücksicht zu nehmen.

Von Wichtigkeit ist eine grosse Neigung des Unterkessels, weil sich im Unterkessel Dampf entwickelt und Dampf und Luftblasen freien Abzug haben müssen. Bei der Leitung der Heizgase nach dem Kammersystem ist dies sehr zu beachten, sonst setzen sich die Blasen fest und das Blech verbrennt daselbst sehr rasch, weil es von Heizgasen mit hoher Temperatur getroffen wird. Dass der Unterkessel ganz wesentlich weniger der Abrostung ausgesetzt ist, das ist schon vorhin angedeutet.

d) Vor- und Nachteile der combinirten Walzenkessel überhaupt.

Die combinirten Walzenkessel haben ausser der grossen Einfachheit vor allen Dingen die vortheilhafte Eigenschaft, dass unter allen Umständen ihre Blechdicke gering sein kann. Sie bleiben also selbst für hohen Druck noch practisch.

Ihr Dampfraum kann beliebig gross gemacht werden, je nach dem Zweck, welchen man verfolgt, und in dieser Beziehung stehen sie also den später zu behandelnden Flammrohrkesseln völlig gleich und eignen sich für jeden Betrieb.

Ihr Wasserraum ferner und ihre indirecte Heizfläche (Mauerheizfläche) sind sehr gross; deshalb sind sie sehr geeignet für continuirlichen Tag- und Nachtbetrieb und gänzlich zu verwenden für einen Betrieb von wenigen Stunden des Tages.

Dieser grosse Wasserraum ferner macht sie aber auch sehr geeignet zu einem mehr oder weniger continuirlichen, selbst für sehr variablen Betrieb (Dampfverbrauch) und gänzlich unbrauchbar zu Zwecken, welche ein rasches Anheizen erfordern.

Durchmesser der Ober- und Unterkessel.

Die Durchmesser der heutzutage gebräuchlichen Oberkessel schwanken zwischen 900—1500^{mm}. Bei diesen Dimensionen erzielt man ein gutes Verhältniss zwischen Heizfläche und Dampfraum und man gelangt selbst bei den jetzt üblichen Dampfspannungen von 6—8^a immer noch zu so geringen Blechstärken (von 9—13^{mm}), dass sie noch durchaus als practisch gelten können. Es empfiehlt sich übrigens nicht, das Blech des Oberkessels selbst für niedrigere Dampfspannungen geringer als 8^{mm} zu wählen.

Die Verbindungsstutzen, welche in der Regel 450—600 % Weite haben, fertige man aus Zweckmässigkeitsgründen der practischen Herstellung stets aus Blech von vorzüglicher Qualität und von erheblich grösserer Dicke, als ein gleich starkes Rohr dem Dampfdrucke entsprechend haben müsste.

Eine Stärke unter 9^{mm} sollte nie gewählt werden, in der Regel wird eine Stärke von 10—13^{mm}, je nach Grösse und Dampfspannung, genommen.

Die Grösse der Unterkessel schwankt zwischen 600—800^{mm}. Als kleinster zulässiger Durchmesser ist 550^{mm} anzusehen, weil diese Weite eben noch ein gründliches Reinigen und Revidiren gestattet.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Unterkessel immerhin, namentlich bei unterbrochenem Betriebe, leicht durch Abrostung leiden, und deshalb ist es wichtig, den Blechen eine angemessen grössere Blechstärke zu geben, um dem raschen Verschleiss Rechnung zu tragen. Eine Blechstärke unter 7^{mm} halten wir deshalb durchaus für verwerflich, empfehlen vielmehr 8—10^{mm}.

Dauer der combinirten Walzenkessel.

Vernünftige Dimensionirung und rationellen Betrieb vorausgesetzt, hat der combinirte Walzenkessel mit Heizkammern die grösste Betriebsdauer und der Gegenstromkessel die geringste. In der Mitte steht der Bouilleurkessel. Beim Heizkammer-Walzenkessel hat eigentlich kein Theil principielle Neigung rascher zu verrosten als ein anderer, während beim Gegenstromkessel dies hinsichtlich des Unterkessels ausserordentlich der Fall ist. Beim Bouilleurkessel werden die Feuerplatten zunächst reparaturbedürftig werden, und zwar rascher als bei den beiden anderen Systemen.

C. Der Flammrohrkessel.

Den Fehler des Walzenkessels: einer zu grossen Bodenfläche zu bedürfen, können wir auch dadurch beseitigen, dass wir Rohre durch den Kessel legen, durch diese Rohre die Heizgase führen, und auf diese Weise die Heizfläche vergrössern.

Die Anzahl dieser Rohre ist entweder = 1, = 2, = 3 oder bedeutend grösser. Kessel mit vier Rohren kommen nur sehr ausnahmsweise vor.

Kessel mit einem, zwei oder drei weiten Rohren nennt man „Flammrohrkessel“, und mit diesen haben wir hier vorläufig zu thun; solche dagegen mit sehr vielen engen Rohren nennt man „Röhrenkessel“, „Heizröhrenkessel“, und von ihnen wird später gehandelt werden.

Die Flammrohre bilden gewöhnlich den ersten Zug dergestalt, dass man den Rost entweder in ihnen (Innenfeuerung) oder vor ihnen (Vorfeuerung) anordnet; die Anordnung dagegen, bei welcher die Heizgase zuerst unter dem Kessel hin und dann durch die Flammrohre zurückziehen, bildet die Ausnahme. Das Einzige, was sich zu ihren Gunsten anführen lässt, ist, dass sie bei eintretendem Wassermangel nicht so leicht explodiren wie die Kessel, deren Flammrohre die erste Hitze empfangen.

Dieser Vortheil ist aber ein mehr eingebildeter, denn die Gase sind, auch wenn sie schon unter dem Kessel hingezogen sind, immer noch heiss genug, um die vom Wasser entblösten Flammrohre rothglühend machen zu können und also eine Explosion herbeizuführen.

Dagegen haben die Flammrohrkessel, unter denen der erste Heizcanal herzieht, den grossen Nachtheil, dass die Platten die grösste Hitze empfangen, auf denen sich die grösste Menge Schlamm und namentlich Kesselsteinsplitter ansammeln, wodurch die Dauer der Kessel sehr gefährdet wird.

Mit Recht leitet man daher fast allgemein die Heizgase zuerst durch die Flammrohre, in der weiteren Anordnung der Heizcanäle aber gehen die Wege nach drei Richtungen auseinander.

Entweder nämlich führt man die Gase in zwei getrennten Canälen an den Seiten des Kessels zurück und vereinigt sie dann in einem dritten und letzten Canal, welchen man unter dem Kessel hinführt, so dass also die Reihenfolge der Heizcanäle *I, II, III* ist (s. Fig. 47, S. 140 des ersten Bandes dieses Werkes).

Oder aber man führt die Gase auf der einen Seite des Kessels zurück und auf der anderen wieder nach hinten und trennt beide Canäle nur durch eine schmale Zunge, auf welcher der Kessel ruht (s. Fig. 60, S. 147 des ersten Bandes), in welcher Figur wieder *I, II* und *III* die Reihenfolge angeben, in welcher die Heizgase durch die Canäle ziehen.

Endlich leitet man die Heizgase, dass dieselben, sowie sie die Flammrohre verlassen, nach unten geführt werden, wo sie in einem gemeinschaftlichen Canale unterhalb des Kessels nach vorn streichen, um daselbst sich in zwei Strömen links und rechts nach oben zu ergiessen, und getrennt in zwei Canälen an den Seiten des Kesselmantels zum Schornstein zu ziehen. Die Reihenfolge der

Heizcanäle ist also *I, III, II* (s. Fig. 47, S. 140 des ersten Bandes). Die drei Zugleitungen sind also kurz folgende:

Erster	Zweiter	Dritter Zug
a) Flammrohre.	Zwei Seitenzüge links und rechts.	Unterzug.
b) Flammrohre.	Ein Seitenzug links bis unten.	Ein Seitenzug rechts.
c) Flammrohre.	Unterzug.	Zwei Seitenzüge links und rechts.

Eine vierte Art der Leitung der Heizgase, welche bei grossen Flammrohrkesseln vielfach beliebt geworden ist, namentlich für den Fall, dass man dieselben mit Siederohren (Vorwärmern) combinirt, wollen wir hier an dieser Stelle erwähnen und dabei auf Taf. 7 verweisen.

Den ersten Zug bilden die Flammrohre, den zweiten Zug ein gemeinschaftlicher Canal links, rechts und unterhalb des Mantels, soweit der letztere im Innern von Wasser benetzt wird. Als dritten Zug nimmt man einen gemeinschaftlichen Canal über dem Dampf-raume des Kessels und bringt in demselben zwei Siederohre (Vorwärmröhren) an.

Zu Gunsten der ersteren Anordnung *a* führt man an:

1. Dass durch sie sicherer zu erreichen ist, dass (bei Anwendung von zwei Flammrohren) in beiden Flammrohren gleiche Geschwindigkeit der Heizgase herrsche, so dass also beide Flammrohre gleich gut ausgenutzt werden.

Dieser Zweck ist aber auch bei der zweiten Anordnung zu erreichen, und zu dem Ende braucht man nur dafür zu sorgen, dass am Kopfende der Canal, welcher die Züge *I* oder *II* verbindet, weit genug sei.

2. Dass die Anordnung eine bessere Ausnutzung des Brennmaterials ergebe, indem sie den Kessel in eine Art Gegenstromkessel verwandle.

Man leitet nämlich das Speiserohr bis auf den Boden des Kessels, und stellt sich nun vor, dass dasselbe nur in dem Maasse nach oben rücken wird, in welchem nachgespeist wird, welche Vorstellung dadurch, dass das kältere Wasser das specifisch schwerere ist, eine gewisse Berechtigung erhält.

3. Dass die untere Partie des Mantelbleches, auf welcher sich Schlamm und Kesselstein vorzugsweise ablagern, nicht überhitzt werden, also nicht verbrennen könne, weil die Temperatur der Heizgase zu niedrig sei.

Die zweite Anordnung *b* wird gelobt:

1. weil das Kesselmantelblech gleichmässiger erwärmt werde und vor dem Undichtwerden bewahrt bleibe;

2. weil die Heizcanäle, um den nöthigen freien Querschnitt zu erzielen, nur schmal zu sein brauchten, wodurch die Heizgase mehr an die Kesselwand gepresst und besser ausgenutzt würden;

3. weil die sich ablagernde Asche nicht die Heizfläche bedecke und unwirksam mache, auch könne die Reinigung und Besichtigung besser und bequemer erfolgen.

Der dritten Anordnung *c* wird der Vortheil zugesprochen:

1. dass die ungleichmässige Erwärmung, welche Folge der Anordnung *a* sei, weg falle, und dass jedes Undichtwerden vermieden werde;

2. dass die Ausnutzung der Heizgase eine bessere sei, weil die Bewegung des Wassers im Kessel befördert und den glühenden Heizgasen durch ihre Berührung mit der unteren kälteren Partie der Wandungen die Wärme besser entzogen werde;

3. dass die Aschenablagerung vorzugsweise im Unterzuge erfolge, woselbst sie ohne schädliche Folgen sei.

Der vierten Anordnung wird nachgesagt:

1. dass sie sämmtliche Vorzüge der drei anderen Anordnungen in sich vereinige;

2. dass sie den Dampf „überhitze“ oder „trocken mache“.

Uns hat die Erfahrung gelehrt, und zwar auf Grund der Anbringung der verschiedenen Zugleitungen, eine nach der anderen, an demselben Dampfkessel, dass der goldene Mittelweg der beste ist. Oekonomische Vortheile kann keine Anordnung besonders für sich beanspruchen. Eine Ueberhitzung oder Trocknung des Dampfes wird nicht erreicht.

Um die Aschenablagerung auf den Heizflächen unwirksam zu machen, legt man Aschensäcke mit gutem Erfolge an.

Sofern Flammrohrkessel von einiger Grösse mit hohem Drucke, z. B. mit 7^a, arbeiten und dabei flott betrieben werden, muss man Anordnungen treffen, um die untere, kältere Partie des Wasserinhaltes (namentlich beim Anheizen) besonders anzuwärmen. Hierzu dient hauptsächlich beim Dreiflammrohrkessel das untere, dritte Rohr und in anderen Fällen legt man einen besonderen Heizapparat hinein.

Thatsache ist es aber doch, dass in den letzten Jahren die erste Anordnung *a* der Leitung der Heizgase beliebter geworden ist, während die mit vieler Reclame eingeführte vierte Anordnung in gewöhnlichen Fällen nur noch wenig angewendet wird, aber bei Kesseln mit Vorwärmern im Oberzuge (s. Taf. 7) mit Recht sehr beliebt geworden ist.

Da im Allgemeinen genommen die Flammrohrkessel heutzutage nur noch in grossen Dimensionen genommen werden, so ist es klar, dass je grösser der Durchmesser, je grösser die Länge und je höher die angewendete Dampfspannung, desto mehr die Folgen der Verbiegungen durch das Eigengewicht, durch die Wasserfüllung, durch

den Auftrieb der Flammrohre und durch die herrschenden Temperaturdifferenzen sich durch Undichtwerden, Einknicken, Einreissen und Abrosten bemerkbar machen.

Es finden sich die Kessel nämlich von innen zerstört in folgender Weise:

1. Etwa in der Mitte, also auf der verticalen Wandung, enthalten die Bleche dicht aneinander Grübchen, wie solche durch nachstehende Fig. 9 dargestellt werden.

Fig. 11.

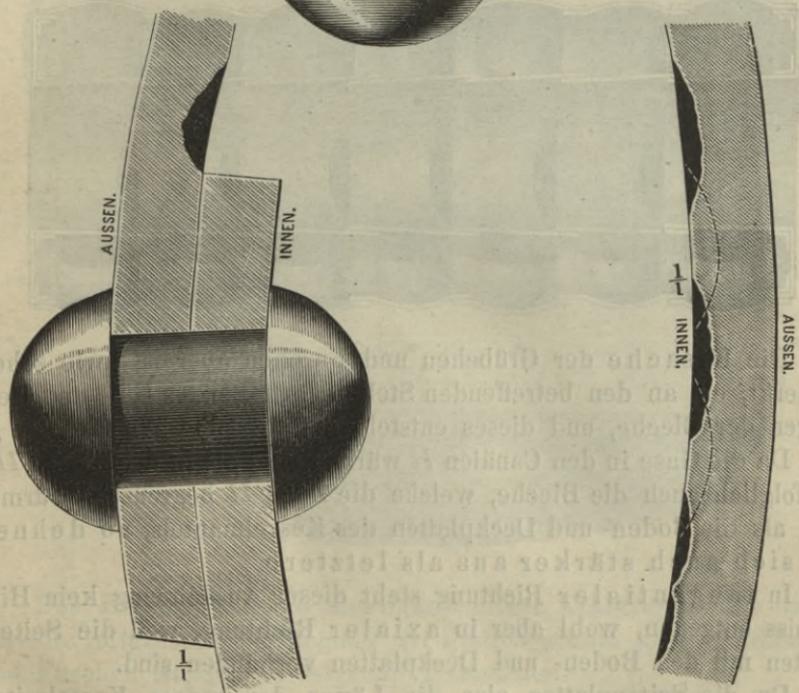
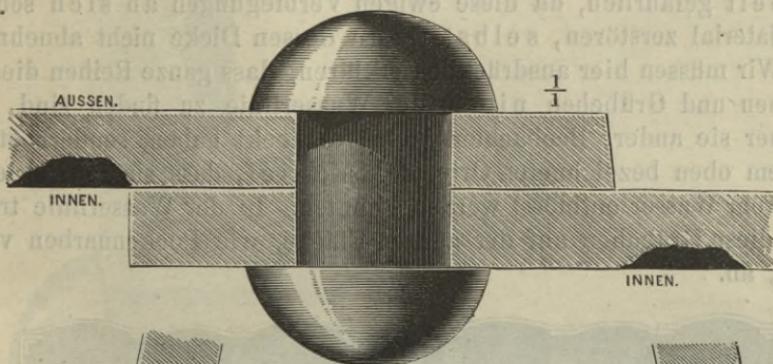


Fig. 10.

Fig. 9.

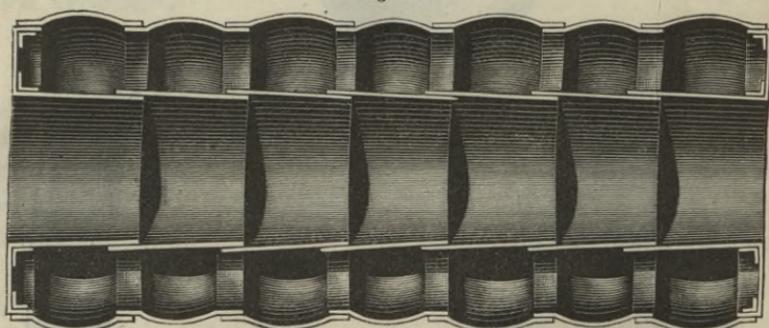
2. Ist an dieser Stelle eine horizontal laufende Nietnaht vorhanden, so concentriren sich diese Grübchen unmittelbar hinter der Ueberblattung und bilden dort eine fortlaufende Furche, in der Art, wie vorstehende Fig. 9 zeigt.

3. Da, wo verticale Nietnähte die Zone der Grübchen schneiden, befinden sich ebenfalls zu beiden Seiten der Ueberblattung hinlaufende Furchen, wie Fig. 11 (S. 27) zeigt.

Diese Furchen und Grübchen, welche, wie man sieht, wenn sie schon ganze Reihen bilden, äusserst gefährlich sind, indem sie mittelst einer plötzlichen Verminderung der Blechdicken den Kessel in eine obere und untere Hälfte trennen und zur Explosion recht eigentlich vorrichten, entstehen, wie nachgewiesen werden soll, durch fortwährendes Hin- und Herbiegen der Bleche, und sind daher doppelt gefährlich, da diese ewigen Verbiegungen an sich schon das Material zerstören, selbst wenn dessen Dicke nicht abnehme.

Wir müssen hier ausdrücklich erklären, dass ganze Reihen dieser Furchen und Grübchen nie in der Wasserlinie zu finden sind, in welcher sie andere Beobachter wollen entdeckt haben, sondern stets an dem oben bezeichneten Orte, d. h. so tief, dass sie im Betriebe nie vom Wasser entblösst werden konnten. In der Wasserlinie trifft man diese Grübchen auf der ganzen Fläche, wie Pockennarben vertheilt, an.

Fig. 12.



Die Ursache der Grübchen und Furchen aber ist, wie schon bemerkt, ein an den betreffenden Stellen fortgesetztes Hin- und Herbiegen der Bleche, und dieses entsteht auf folgende Weise:

Da die Gase in den Canälen *II* wärmer sind als in dem Canal *III*, da folglich auch die Bleche, welche die Züge *II* begrenzen, wärmer sind als die Boden- und Deckplatten des Kesselmantels, so dehnen sie sich auch stärker aus als letztere.

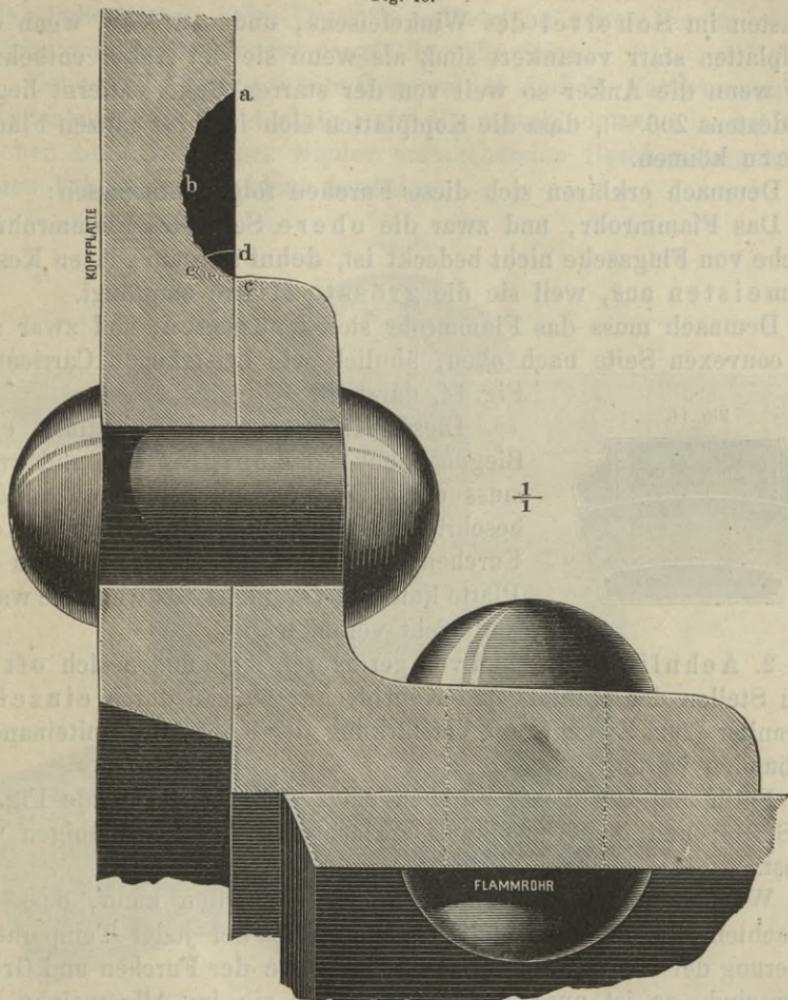
In tangentialer Richtung steht dieser Ausdehnung kein Hinderniss entgegen, wohl aber in axialer Richtung, weil die Seitenplatten mit den Boden- und Deckplatten verbunden sind.

Da die Seitenplatten also die Länge der ganzen Kesselseiten ihrer Ausdehnung entsprechend nicht vergrössern können, so müssen sie sich verwerfen, d. h. eine wellenförmige Gestalt annehmen, ähnlich wie die Caricatur der obenstehenden Fig. 12 zeigt.

Aus dieser Figur ersieht man, dass jede vertical laufende Nietnaht einen Gipfel der Wellenlinie bildet, wovon die Ursache ist,

dass dort das Blech doppelt liegt, also besonders widerstandsfähig gegen eine Biegung ist, und wovon die Folge die in Fig. 11 dargestellten Furchen sind, welche sich an der Stelle der rapidesten Biegung bilden.

Fig. 13.



Den Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung, also dafür, dass die fortgesetzte Verbiegung der Platten schuld an den Grübchen und Furchen ist, führen folgende Thatsachen:

1. Gleiche Furchen constatirt man an den Kopfplatten alter Flammrohrkessel da, wo sich das Winkeleisen der Flammrohre an die Kopfplatte anschliesst.

Die Gestalt dieser Furchen ist bald eine solche, wie sie in obenstehender Fig. 13 durch die Buchstaben *a—b—c*, bald eine solche, wie sie durch die Buchstaben *d—e—c* angedeutet wird.

Diese Furchen finden sich stark eingegraben stets nur in der vorderen Kopfplatte, welche von den Feuergasen nicht erwärmt wird, und nur angedeutet an den hinteren Kopfplatten, welche durch die Heizgase erwärmt und biegsamer gemacht werden.

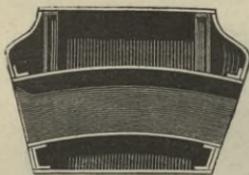
Sie finden sich auf der oberen Hälfte des Flammrohres, am stärksten im Scheitel des Winkeleisens, und stärker, wenn die Kopfplatten starr verankert sind, als wenn sie der Anker entbehren oder wenn die Anker so weit von der starren Ecke entfernt liegen (mindestens 200^{mm}), dass die Kopfplatten sich in ihrer ganzen Fläche federn können.

Demnach erklären sich diese Furchen folgendermaassen:

Das Flammrohr, und zwar die obere Seite des Flammrohres, welche von Flugasche nicht bedeckt ist, dehnt sich am ganzen Kessel am meisten aus, weil sie die grösste Hitze empfängt.

Demnach muss das Flammrohr sich krümmen, und zwar mit der convexen Seite nach oben, ähnlich wie beistehende Carricatur, Fig. 14, darstellt.

Fig. 14.



Diese Krümmung aber bedingt eine Biegung auch der Kopfplatten, und zwar muss diese Biegung am schärfsten an den beschriebenen Punkten sein, an denen die Furchen sich finden, und schärfer, wenn die Platte kalt und verankert, als wenn sie warm und nicht verankert ist.

2. Aehnliche Furchen von geringerer Tiefe finden sich oft an den Stellen der Mantel- und Kopfbleche, welche durch einzelne Zuganker (zum Zwecke der Verstärkung der Kopfplatte) miteinander verbunden waren.

Form und Ort dieser Furchen zeigt die nebenstehende Fig. 15 (s. S. 31), und ihre Entstehung erklärt sich nach dem Obigen von selbst.

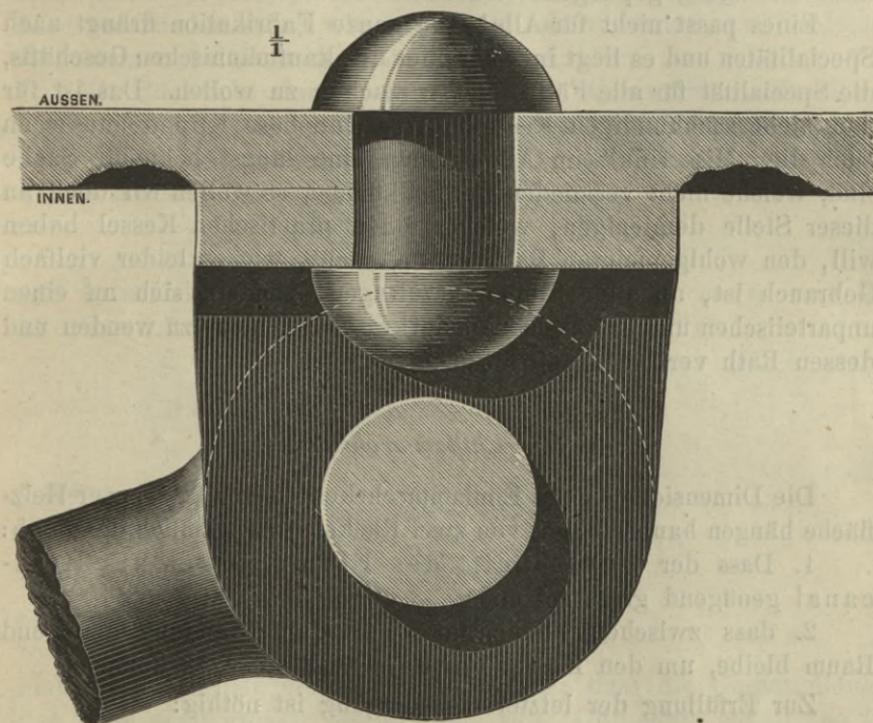
Wenn demnach wohl nicht bestritten werden kann, dass die gedachten Biegungen, welche sich natürlich bei jeder Temperaturänderung der Heizgase ändern, die Ursache der Furchen und Grübchen sind, so ist auch sofort klar, dass sie im Allgemeinen bei jedem einigermaassen gross dimensionirten Dampfkessel nach und nach auftreten müssen, denn in Folge der Eigengewichte, der Last der Wasserfüllung, der wechselnden Erhitzung und Abkühlung müssen die Verbiegungen eine Abnutzungsarbeit leisten. Letztere wird natürlich um so energischer wirken, je unreiner das Speisewasser ist, je leichter sich Luft und Dampfblasen gerade an den Verbiegungsstellen festsetzen können und je spröder das verwendete Eisen ist. Durch die steten Verbiegungen wird die schützende Oxyd- und Kesselsteinschicht immer wieder abgebröckelt und die Luft mit ihrem Sauerstoffe, sowie die ätzenden sauren Bestandtheile des Wassers treten

an die blanke Eisenschicht, welche sie in erhitztem Zustande doppelt schnell oxydiren lassen.

Je grösser die linearen Ausdehnungen, je schroffer die Einknickungen sind, desto rascher und tiefer bilden sich Furchen und förmlich wie mit dem Stichel ausgegrabene Knicke. Diese sind als gefährliche Mängel beim Dampfkesselbetriebe anzusehen und bilden Gegenstand steter äusserst sorgfältiger Revision.

Ueber vollständig probate Gegenmittel sind die Sachverständigen sich bislang noch nicht einig, wie die verschiedensten in der technischen Literatur immer wieder auftauchenden Beschreibungen und neuen Erklärungen evident beweisen.

Fig. 15.



Es ist dies sehr wohl denkbar, denn mit der Tendenz, immer höhere Dampfspannungen, selbst bei sehr umfangreichen und sehr langen Grosswasserraumkesseln, zu verwenden und mit der unzweifelhaft steigenden grösseren Inanspruchnahme der Kessel müssen die Temperaturdifferenzen wachsen und hieraus müssen die natürlichen Verbiegungen sich mehren und natürliche Spannungen entstehen, die unter mehr oder weniger Mitwirkung der chemischen Einflüsse von Luft und Wasser bei allen Kesseln und an allen Orten verschieden sind und nach Maassgabe des jeweiligen Betriebes selbst bei ein und demselben Kessel verschieden auftreten.

Ebenso wie die Betriebsverhältnisse, so sind auch die Formen und Grössen der Dampfkessel von Einfluss, welche letztere beiden gerade in den letzten 10—15 Jahren ausserordentlichem Wandel unterworfen gewesen sind.

Will man dauerhafte Grosswasserraumkessel haben, so gilt mehr wie bei anderen Systemen die wichtige Lehre, sich dieselben nur da bauen zu lassen, wo man gewiss ist, dass sachverständige und practisch erfahrene Ingenieure sie construiren. Wenn es sich um grosse Dimensionen, hohen Dampfdruck und angestrenzte Betriebsfähigkeit handelt, und anders darf heutzutage gar nicht mehr gerechnet werden, da muss jedes Detail wohl überlegt, die Arbeitsweise eines Kessels emsig studirt und in der Wahl des Systems eine sorgsame Erwägung geflogen werden.

Eines passt nicht für Alle! Die ganze Fabrikation drängt nach Specialitäten und es liegt im Charakter des kaufmännischen Geschäfts, die Specialität für alle Fälle nutzbar machen zu wollen. Das ist für den nicht sachkundigen Kesselbesitzer eine böse Klippe und wenn auch die „Missgriffe“ im Allgemeinen eine längst bekannte Sache sind, welche nicht vermieden werden können, so wollen wir doch an dieser Stelle demjenigen, welcher einen practischen Kessel haben will, den wohlgemeinten Rath geben, nicht, wie es leider vielfach Gebrauch ist, an allen Stellen anzufragen, sondern sich an einen unparteiischen und erfahrenen Dampfkessel-Ingenieur zu wenden und dessen Rath vertrauensvoll anzunehmen.

a) Der Einflammrohrkessel.

Die Dimensionen eines Einflammrohrkessels von gegebener Heizfläche hängen hauptsächlich von zwei Rücksichten, nämlich davon ab:

1. Dass der Querschnitt des Flammrohres als Heizcanal genügend gross sei und
2. dass zwischen Flammrohr- und Mantelwandung genügend Raum bleibe, um den Kessel bequem ausklopfen zu können.

Zur Erfüllung der letzteren Bedingung ist nöthig:

A) dass die kleinste Entfernung b zwischen Flammrohr und Mantel noch so gross sei, dass Hand und Hammer sich darin ohne Schwierigkeit bewegen können, und

B) dass die grösste Entfernung a zwischen Flammrohr und Mantel so gross sei, dass ein Mann in dem Raume ohne grosse Mühe arbeiten kann.

Wir machen

$$a \geq 60^e \quad \dots \dots \dots (2)$$

und

$$13^e \leq b \leq 15^e \quad \dots \dots \dots (3)$$

und zwar machen wir lieber b grösser als kleiner.

Bezeichnet ferner \mathfrak{D} den Durchmesser des Mantels und \mathfrak{D}_1 den des Flammrohres, so fanden wir auf empirischem Wege als zweckmässig:

$$\mathfrak{D}_1 \cong \frac{\mathfrak{D}}{2} - 5^{\text{e}} \quad \dots \quad (4)$$

Zur Erfüllung der ersten Bedingung ist nunmehr nöthig, dass $\frac{\mathfrak{D}_1^2 \pi}{4}$ nicht zu klein sei im Verhältniss zur Heizfläche, welche wir annähernd $= \left(\frac{\mathfrak{D} \pi}{2} + \mathfrak{D}_1 \pi \right) \mathfrak{L}$ setzen können, wenn \mathfrak{L} die Länge des Kessels bezeichnet, dass also \mathfrak{L} nicht zu gross sei.

Das Verhältniss von Heizfläche zu dem Querschnitt des ersten Heizcanals darf nun, je nachdem der Kessel angestrengt werden soll, sehr verschieden sein, wie wir später sehen werden, und liegt im Allgemeinen zwischen den Zahlen 66 und 150.

Mit Rücksicht darauf aber, dass die Querschnitte aller Heizcanäle sich leicht vergrössern lassen, wenn das Bedürfniss eintritt, nur nicht der Querschnitt des Flammrohres, wählen wir diesen im Allgemeinen gross, und zwar setzen wir:

$$\frac{\text{Heizfläche}}{\text{Flammrohrquerschnitt}} = 80 \quad \dots \quad (5)$$

und berechnen nunmehr den kleinsten Durchmesser und die grösste Länge eines Einflammrohrkessels wie folgt:

$$\mathfrak{D} = \mathfrak{D}_1 + a + b;$$

$$\mathfrak{D} = \frac{\mathfrak{D}}{2} - 5^{\text{e}} + 60^{\text{e}} + 15^{\text{e}}$$

$$\mathfrak{D} \cong 1^{\text{m}}4 \quad \dots \quad (6)$$

ferner

$$\frac{\left(\frac{\mathfrak{D} \pi}{2} + \mathfrak{D}_1 \pi \right) \mathfrak{L}}{80} = \mathfrak{D}_1^2 \frac{\pi}{4}$$

oder wenn wir genau genug $\mathfrak{D} = 2\mathfrak{D}'$ setzen

$$\mathfrak{L} = 5\mathfrak{D} \quad \dots \quad (7)$$

und da die früher gefundene Bedingung, dass die Gesamtlänge der Züge nicht grösser als 33^{m} sein soll, Gültigkeit behält, so ist gleichzeitig:

$$\mathfrak{L} \cong 11^{\text{m}} \quad \dots \quad (8)$$

und

$$\mathfrak{D} \cong 2^{\text{m}}2 \quad \dots \quad (9)$$

d. h. Einflammrohrkessel sind nur zu empfehlen in Durchmessern zwischen $1^{\text{m}}4$ und $2^{\text{m}}2$, und in Längen gleich dem fünffachen Durchmesser.

Wird bei Innehaltung dieser Maasse der Kessel zu klein, so sind statt eines grösseren Kessels mehrere kleinere zu wählen; wird dagegen der Kessel zu gross, so ist das Flammrohrsystem überhaupt zu verwerfen und ein anderes Kesselsystem zu wählen.

Dabei muss aber gleich bemerkt werden, dass Zweiflammrohrkessel, wie wir dieselben sogleich kennen lernen werden, stets den gewöhnlichen Einflammrohrkesseln vorzuziehen sind, und dass daher der Einflammrohrkessel (für gewöhnlich) nicht anzuwenden ist, sobald ein Zweiflammrohrkessel möglich ist.

Darauf, ob die Schüsse des Kesselmantels conisch oder cylindrisch sind, kommt wenig an. Cylindrische Schüsse sind billiger und lassen sich genauer zirkelrund herstellen, conische Schüsse dagegen, richtig angeordnet, ermöglichen den Abfluss des letzten Tropfen Wassers beim Abblasen.

Die Schüsse des Flammrohres dagegen sollen vorn auf ca. 3^m Entfernung stets conisch sein, und zwar so, dass die Feuergase nirgends gegen eine Blechkante stossen. Von da ab empfiehlt es sich, sie auch cylindrisch zu machen.

Versieht man den Flammrohrkessel mit einer Vorfeuerung, wie sie z. B. die nebenstehenden Fig. 16, 17 u. 18 (S. 35) zeigen, so muss man die Kante, in welcher sich Flammrohr und Kesselboden schneiden, durch ein in das Flammrohr einspringendes feuerfestes Futter schützen, will man sie durch die Stichflamme nicht sehr bald verbrannt sehen.

Diese Futter verfertigt man aus feuerfesten Steinen von ca. 5^e Dicke, welche die Chamottefabriken eigens für diesen Zweck in passenden Façons fertigen.

Um aber durch dieses Futter den Zugquerschnitt nicht zu verengen, empfiehlt sich, den ersten und zweiten Schuss des Flammrohres so stark weiter zu machen, dass die lichte Oeffnung des Chamottefutters gleich der lichten engsten Oeffnung des Flammrohres wird.

Die auf so kurze Distanz dadurch herbeigeführte Beschwerde beim Ausklopfen des Kessels wiegt nicht schwer.

Wird der Kessel dagegen für Innenfeuerung gebaut, so empfiehlt sich, das Flammrohr bis dicht hinter der Feuerbrücke cylindrisch und, ohne Rücksicht auf die Beschwerden beim Ausklopfen, so weit wie möglich (aber nur so weit, als die bequeme Ausführung der Nietverbindungen es gestattet) zu halten, und erst hinter der Feuerbrücke mit einem conischen Schuss in die normale Weite des Flammrohres überzugehen, ein Verfahren, welches sich aus den im Abschnitt VI angeführten Gründen motivirt (s. Fig. 2, Taf. 5).

Früher pflegte man die Flammrohre so einzurichten, dass man sie entweder für Innenfeuerung oder für Vorfeuerung passend baute.

Im ersten Falle wurden die Rohre auf 2—3^m Länge weiter und gerade hergestellt, um den Rost aufnehmen zu können.

Im zweiten Falle liess man diese cylindrische grosse Erweiterung fort.

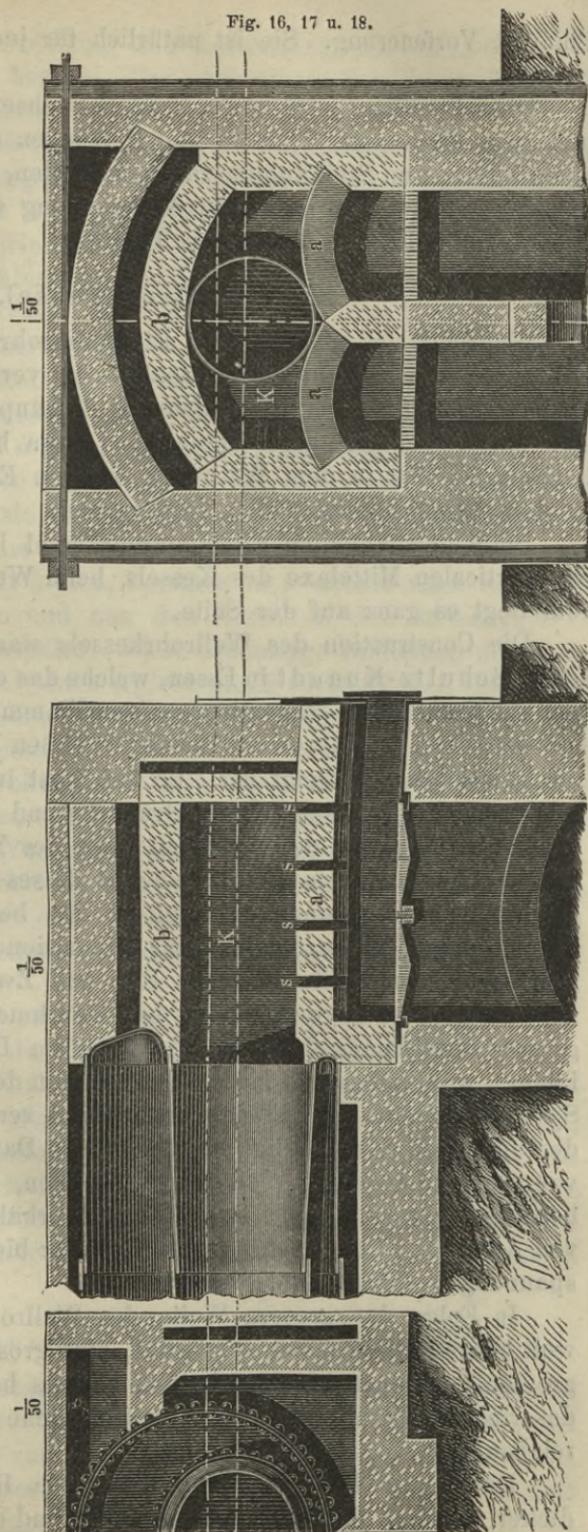
Heutzutage thut man das nicht mehr, und das mit Recht, denn das Geschäftsleben verlangt es, dass ein Dampfkessel mit dem-

Fig. 16, 17 u. 18.

jenigen Brennstoffe geheizt und mit solcher Feuerungs-Anlage versehen werden könne, mittels deren der billigste Dampf zu erzielen ist. Die Feuerungsanlage kann man in kurzer Zeit und mit geringen Unkosten ändern, aber den Dampfkessel nicht. Aus diesen Gründen baut man die Flammrohrkessel so, dass die Construction je nach dem Preise des Brennstoffes und je nach den neuesten Erfindungen in der Pyrotechnik jederzeit eine Vorfeuerung oder Innenfeuerung gestattet.

In Taf. 15 ist ein solcher Zweiflammrohrkessel, wie er heutigen Tages überall gebaut wird, gezeichnet, während früher bei Vorfeuerung die Einrichtung nach Fig. 17 erfolgte.

Die in den Fig. 16, 17 u. 18 gezeichnete Vorfeuerung empfehlen wir der Beachtung, wenn man leichte Brennstoffe (Lignite, Braunkohlen, Torf u. s. w.) auf Planrosten heizen will. Diese Feuerung ist von den uns bekannten die beste



Planrost-Vorfeuerung. Sie ist natürlich für jedes Kesselsystem verwendbar.

Diese Feuerung wird in der Provinz Sachsen vielfach angewendet, und zwar für Kessel, Pfannen und Heizungen und verträgt recht gut einen Zusatz von Steinkohlen zu Braunkohlen, etwa wie 1:3, wobei immer noch eine fast rauchlose Verbrennung erzielt wird. Wir verweisen auf Seite 141 des ersten Theiles.

Der Wellrohrkessel.

Während das System der Einflammrohrkessel in den letzten 10 Jahren eine entschiedene Abnahme zu verzeichnen hat und nur noch vollgültig seinen Platz dann zu behaupten vermag, wenn es sich um Kessel geringerer Dimension, etwa bis zu 40^m Heizfläche, handelt, so tritt in dem Wellrohrkessel ein Einflammrohrkessel von grossen Dimensionen in den Vordergrund.

Beim gewöhnlichen Einflammrohrkessel liegt das Rohr stets in der verticalen Mittelaxe des Kessels, beim Wellrohrkessel nicht, bei ihm liegt es ganz auf der Seite.

Die Construction des Wellrohrkessels stammt von der Gewerkschaft Schultz-Knaut in Essen, welche das englische Fox'sche Patent auf Herstellung des wellenförmigen Flammrohres erworben haben und seit etwa 12 Jahren mit Erfolg in vielen Hunderten von Kesseln zur Anwendung gebracht hat. In Taf. 6 ist in den Fig. 1, 2 u. 3 ein solcher Kessel im Längsschnitt, Grundriss und Querschnitt gezeichnet.

Abgesehen von der seitlichen Lage des Wellrohres, besteht die grösste Abweichung in der Construction dieses Kessels von derjenigen gewöhnlicher Einflammrohrkessel in der bedeutenden Weite des Flammrohres. In Bezug auf seine Dimensionen behauptet der Wellrohrkessel seine Stelle zwischen Ein- und Zweiflammrohrkessel. Er wird am meisten angewendet in dem Durchmesser und in der Länge grosser Zweiflammrohrkessel (2—2^m4 im Durchmesser, 10—12^m Länge), während seine sonstige Construction dem Einflammrohrkessel-System angehört. Der Einflammrohrkessel verliert deshalb seine Bedeutung, weil es unmöglich ist, bei hohem Dampfdrucke Flammrohre von grosser Länge und Weite so herzustellen, dass sie dauerhaft und betriebssicher sind, und zwar ohne unverhältnissmässigen Aufwand von Arbeit und Construction. Das Wellrohr bietet gegen hohe Dampfspannungen vollständige Sicherheit.

In Folge der grossen Weite des Wellrohres, welches bis 1^m2 weit hergestellt wird, ist es möglich, eine grosse Rostfläche und einen grossen Feuerungsraum zu erhalten, so dass bei grossen Dimensionen das richtige Verhältniss zwischen Heizfläche und Rostfläche zu erreichen ist.

Der grosse Feuerungsraum über dem Roste gestattet es, mit dicker, hoher Kohlschicht zu arbeiten und dementsprechenden Zug

anzuwenden. Die Verbrennung und Ausnutzung des Brennstoffes ist natürlich dadurch eine bessere. Das ist in einem Zweiflammrohrkessel nicht in gleichem Maasse bei gleichen Verhältnissen möglich. Seit etwa 2 Jahren hat die Gewerkschaft Schultz-Knaudt noch eine wesentliche Verbesserung angebracht, welche in Taf. 6 gezeichnet ist. Während früher beim Wellrohrkessel die Heizgase ohne Weiteres durch das Wellrohr strichen, um erst links und dann rechts den Kesselmantel zu bespülen, so ist das neuerdings geändert. Hinter dem Roste ist concentrisch mit dem Wellrohr eine Kammer *d* aus Chamottesteinen gemauert. Sie hat etwa 1^m Länge. Von da ab ist, wie Fig. 2 zeigt, das Rohr der ganzen Länge nach durch Chamottemauerwerk in drei Theile *a*, *b* und *c* getheilt. Vorn an der Kammer *d* sind die beiden Theile *b* und *c* zugemauert und hinten am Ende des Wellrohres die Theile *a* und *b*. Wenn die Heizgase den Rost verlassen haben, treten sie in die Kammer *d*, in deren geräumigem Innern sich die Flamme gut entfalten kann, von da ab ziehen sie durch den Raum *a* nach hinten, kommen in *b* wieder nach vorn, um durch *c* zurückzugehen und nun den Kessel in den Seitenzügen *II* und *III*, Fig. 2, zu umspülen. Diese dreimalige Umleitung der Heizgase innerhalb des Wellrohres ergiebt einen vortrefflichen Heizeffect, verlangt aber eine tüchtige Zugkraft. Ist nicht eine Zugkraft von mindestens 22^{mm} Wassersäule (besser 25^{mm}) disponibel, so ist die Anwendung der drei dreitheiligen Züge eigentlich verfehlt. Die drei Canäle *a*, *b* und *c* müssen solche Weite haben, dass man sie befahren kann, was bei einem Wellrohre von 1000^{mm} und darüber angeht.

Das Chamottemauerwerk hält sich recht gut, da es gleichmässig erhitzt wird und es mit den Blechwänden in unmittelbarer Verbindung steht, wodurch eine regelmässige namhafte Abkühlung stattfindet.

Bei einem Kessel von 10^m Länge, welchen wir mehrfach untersucht haben, hält sich das Chamottemauerwerk schon über ein Jahr. Bei demselben Kessel haben wir die grösste Ausnutzung der Heizkraft der Steinkohlen durch Verdampfversuch mit 83 % ermittelt, welche bei 1¹/₄ facher Luftzufuhr und bei einer Dampfproduction von 23^k per Quadratmeter Heizfläche per Stunde erzielt wurde und die ausgezeichnetste ist, welche wir bei irgend einem Dampfkessel dieser Grösse innerhalb 15 Jahren aus Hunderten von Verdampfversuchen gefunden haben.

Grösse und Feuerung der Einflammrohrkessel.

Der Einflammrohrkessel mit glattem Rohre ist seit Jahren sehr in der Verwendung zurückgegangen, er behauptet seinen Platz mit Erfolg bei Vorfeuerung und Innenfeuerung in kleineren Dimensionen von 1^m4 — 1^m7 Durchmesser und bis 8^m Länge. Auf die Befahrbarkeit im Innern wird heutzutage mit Recht Werth gelegt, und das ist bei

1^m4 Weite als tiefste Grenze erreicht. Da es sich zur Zeit um Kessel für hohe Dampfspannung handelt, so ist die äusserste Grösse bei 1^m7 gegeben, weil glatte Flammrohre in Dimensionen über 850—900^{mm} Weite kaum Anwendung finden. So reducirt sich die Anwendung der Einflammrohrkessel hauptsächlich auf kleine Betriebe, welche bis 40^m Heizfläche nöthig haben. Die Unterfeuerung für Einflammrohrkessel ist mehr und mehr verschwunden, obgleich dieselbe vor Jahren einmal recht beliebt war. Man nannte diese Flammrohrkessel dann „Rauchrohrkessel“. Die Ablagerung von Schlamm und Kesselstein ist bei Flammrohrkesseln und Unterfeuerung natürlich sehr gefährlich für die Haltbarkeit der Feuerplatten.

Es kommen hierbei erheblich mehr Reparaturen vor, als bei Doppelkesseln und Bouilleurkesseln, denn der Auftrieb der Dampfblasen ist erschwert, und zur Ablagerung von Stoffen aus dem Wasser an und für sich kommen noch die Kesselsteinsplitter, welche vom Flammrohre abspringen, nach unten fallen und sich mit dem Schlamm zu Kuchen und Klumpen zusammenballen.

Was die Einflammrohrkessel in grossen Dimensionen anlangt, so gilt nur der Wellrohrkessel, welcher schon von 1^m7 Durchmesser bis zu 2^m5 Weite ausgeführt wird und für grosse Betriebe, welche 80^m Heizfläche nöthig haben, passt.

Heutigen Tages werden Wellrohre von 750—1300^{mm} innerer oder 850—1400^{mm} äusserer Weite hergestellt und sind wegen ihrer ausserordentlichen Widerstandsfähigkeit sehr zu empfehlen. Da die Wellrohre zirkelrund und vorzüglich exact ausgeführt, auch geschweisst sind, so ist der Preis gegenüber den Vortheilen kaum in Rechnung zu stellen.

Um die Einführung der Wellrohre nicht am Preise scheitern zu lassen, hat die Gewerkschaft Schultz-Knautd express einen gewölbten Boden für Kessel construiert, welcher für die Befestigung von Flammrohr und Mantelblech umgezogene Krepfen hat und sowohl die sonst gebräuchliche Winkeleisenverbindung, als die Verankerung der Stirnwände ganz entbehrlich macht. Auf diese Weise lässt sich der Kessel billiger herstellen und soll im Preise nicht theurer sein als gewöhnliche Flammrohrkessel von grossen Dimensionen und für hohen Druck.

b) Der Zweiflammrohrkessel.

Die Dimensionen der Zweiflammrohrkessel bestimmen sich genau aus den nämlichen Rücksichten wie die der Einflammrohrkessel.

Namentlich stellen wir die Forderung, dass die beiden Flammrohre so weit von einander entfernt sein sollen, dass ein erwachsener Mann von normalen Dimensionen zwischen ihnen hindurch kriechen kann, und das ist der Fall, wenn die äusseren Wandungen der Flammrohre mindestens 27^z von einander entfernt sind.

Diese Entfernung bezeichnen wir mit a und setzen demnach

$$a = 27^e \dots \dots \dots (10)$$

Kessel, deren Flammrohre näher zusammenliegen, und in deren unteren Raum man durch ein besonderes Mannloch einfahren muss, können nur von solchen Ingenieuren construirt werden, welche nie einen Kessel befahren, und von der Wichtigkeit, Schwierigkeit und Kostspieligkeit einer Kesselreinigung keine Ahnung haben.

Wir bezeichnen ferner mit b den Abstand der Wandungen von Flammrohren und Kesselmantel, mit \mathfrak{D} wieder den Durchmesser des letzteren und mit \mathfrak{D}_1 den eines Flammrohres.

Bei Zweiflammrohrkesseln darf b etwas kleiner sein als bei Einflammrohrkesseln, und zwar setzen wir

$$b \cong 14^e \dots \dots \dots (11)$$

und für \mathfrak{D}_1 fanden wir empirisch:

$$\mathfrak{D}_1 \cong \frac{\mathfrak{D}}{3} \dots \dots \dots (12)$$

Wir behalten ferner bei das Verhältniss von

$$\frac{\text{Heizfläche}}{\text{Flammrohrquerschnitts-Summe}} = 80 \dots \dots \dots (13)$$

und erhalten dann in Erwägung, dass die Flammrohre stets unter der geometrischen Axe des Kessels, und zwar in einer Tiefe liegen, in welcher die horizontale Sehne des Mantels ca. 5^e kleiner ist als der Manteldurchmesser:

$$\begin{aligned} \mathfrak{D} &= a + 2b + 5^e + 2\mathfrak{D}_1; \text{ oder} \\ \mathfrak{D} &= 27^e + 28^e + 5^e + \frac{2}{3}\mathfrak{D}; \text{ oder} \\ \mathfrak{D} &\cong 1^{m}77 \dots \dots \dots (14) \end{aligned}$$

ferner

$$\left(\frac{\mathfrak{D}\pi}{2} + 2\mathfrak{D}_1\pi \right) \mathfrak{L} = 2 \frac{\mathfrak{D}_1^2\pi}{4}$$

$$\text{oder da } \mathfrak{D}_1 = \frac{\mathfrak{D}}{3} \quad \mathfrak{L} = 3,8\mathfrak{D} \dots \dots \dots (15)$$

ferner aber bleibt wie früher

$$\mathfrak{L} \cong 11^m \dots \dots \dots (16)$$

und deshalb ist

$$\mathfrak{D} \cong 2^{m}89 \dots \dots \dots (17)$$

Mit Rücksicht auf die Einflammrohrkessel und das früher Angeführte heisst das:

Wenn Flammrohrkessel gewählt sind, so versehe man Kessel von $1^{m}4$ bis $1^{m}77$ Durchmesser mit **einem**, solche dagegen von $1^{m}77$ bis $2^{m}89$ Durchmesser mit **zwei** Flammrohren, und gebe den letzteren eine Länge gleich dem $3,8$ -fachen Durchmesser.

Wird (immer normale, also nicht aussergewöhnliche Verhältnisse vorausgesetzt) bei Innehaltung dieser Maasse der Kessel zu klein, so sind statt eines grösseren Kessels mehrere kleinere zu wählen; machen diese Maasse dagegen den Kessel zu gross, so ist das System der Flammrohrkessel überhaupt zu verlassen.

Bemerkt muss aber noch werden, dass die Gleichung (17) eine Grenze angiebt, welche ein verständiger Constructeur bei hoher Dampfspannung und grosser Länge nie erreichen, sondern lieber das ganze System der Flammrohrkessel verlassen wird.

Was von den Schüssen des Kesselmantels und der Flammrohre bei den Einflammrohren gesagt wurde, gilt auch hier wörtlich; bemerkt zu werden verdient nur, dass man die Flammrohre nach vorn zweckmässig so erweitert, dass sie sich nur einander, nicht aber dem Kesselmantel nähern, wie die auf Seite 41 stehenden Fig. 19, 20 und 21 andeuten.

Diese Methode nämlich gestattet, den Flammrohren den grösstmöglichen Durchmesser zu geben, während die Methode, die Flammrohre centrisch zu erweitern, wie sie beispielsweise die auf Seite 42 stehenden Fig. 22, 23 und 24 zeigen, engere Flammrohre bedingt, dagegen grösseren und also bequemeren Raum zum Reinigen zwischen Mantel- und Flammrohrwandung ergiebt.

Die horizontalen Nietnähte aller Flammrohre empfehlen wir stets nach unten zu legen, wo sie durch Flugasche geschützt sind und von innen und aussen verstemmt werden können.

Einen Zweiflammrohrkessel für Steinkohlenfeuerung, der der betreffenden Localität halber aber in kleinen Dimensionen ausgeführt werden musste, zeigt Taf. 3.

Gespeist und abgeblasen wird durch den Stutzen *s* (Fig. 2), an welchem ein Dreiflantschrohr befestigt ist, durch welches sich dieses Rohr in das Speiserohr *p* und Abblaserohr *a* verzweigt.

Die übrigen Details dieses Kessels sind im Obigen genügend beschrieben oder werden im Folgenden (Garnitur) ihre Erledigung finden.

Bezüglich der Ausführung der Zweiflammrohrkessel nach Muster der Taf. 3 bemerken wir, dass sie in dieser Weise nur bei Dampfkesseln von kleineren Dimensionen angewendet wird und zu empfehlen ist; namentlich für solche, welche kurz sind (etwa 7^m). Die beiden Flammrohre Fig. 2 sind aus 6 Bunden zusammengesetzt, welche mit aufgekrempten Flantschen zusammen und an die Stirnwände genietet sind. Zwischen den verticalen Flantschen legt man behufs Verstemmens allemal einen Flacheisenring. Durch diese Flantschung erzielt man 2 Vortheile, erstens kommen die Ringnähte aus dem Feuer und zweitens wird das Rohr sehr widerstandsfähig gegen Zusammendrücken.

Es versteht sich von selbst, dass solche gekrempte (gefantschte) Bunde schwieriger herzustellen sind.

Fig 19 20 u 21.

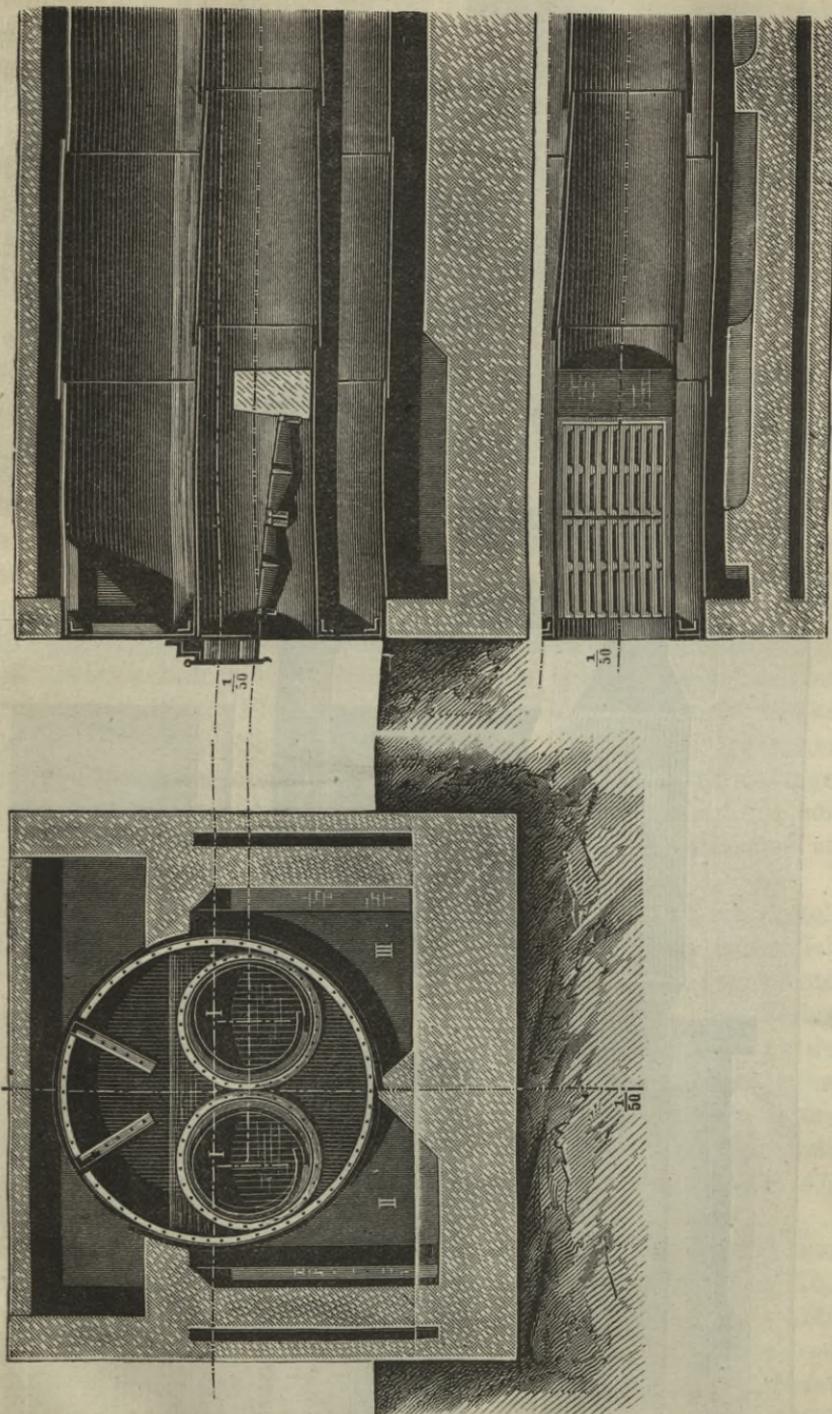
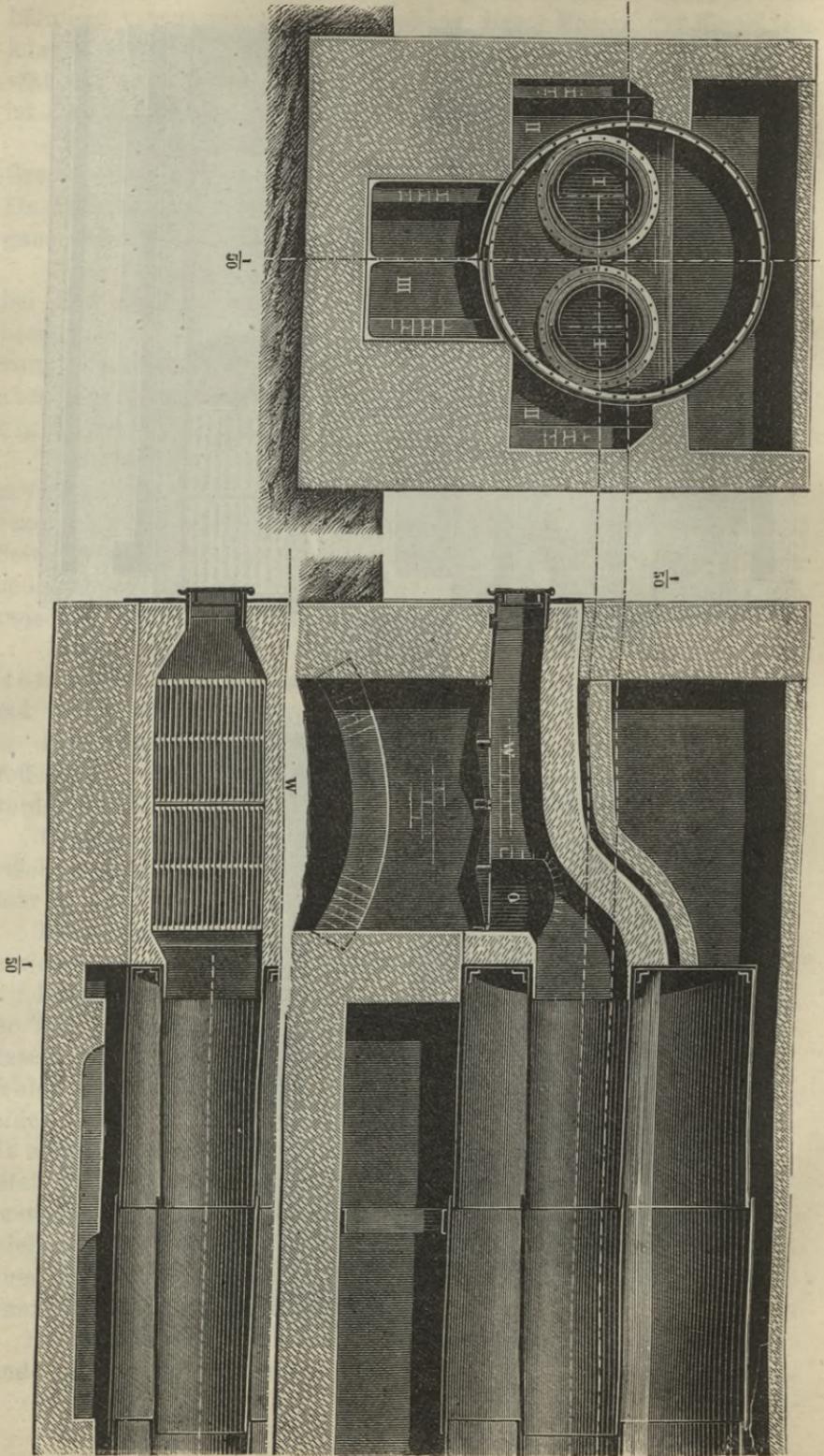


Fig. 22, 23 u. 24.



Die gezeichnete Methode der Bauart der Flammrohre ist vortrefflich, und wir werden sie bei Feuerbüchsen der später zu beschreibenden Kessel noch öfter antreffen. Unbedingte Voraussetzung des Erfolges ist aber dabei sowohl die Verwendung vorzüglichen Eisens (dessen Querfaser grosse Dehnung und Biegung verträgt) und eine äusserst saubere und vorsichtige Anfertigung.

Ist das Blech nämlich nicht sehr gut und sind die Krepfen bei der Arbeit nicht in gehörig warmem Zustande und vorsichtig umgebogen, ist der Bug (Krümmung) zu scharf, so brechen sie allemal da in den Ecken ein, wo sie am meisten in Anspruch genommen sind.

Bei kurzen Kesseln und bei mässiger Inanspruchnahme des Kessels halten die Krepfen sich viele Jahre intact.

Bei langen Kesseln ziehen wir stets vor, die Flammrohre an den Enden mit den Stirnwänden durch Winkeleisen zu verbinden, also wie Fig. 2, Taf. 3 zeigt, dagegen können wir die Herstellung gekrempter Bunde zu dem übrigen Theile der Flammrohre empfehlen. Bei der Herstellung grosser Kessel, z. B. solcher von 1^m7 bis 2^m3 im Durchmesser und aller Kessel von erheblicher Länge, ist es von der grössten Wichtigkeit, jede infolge Einhausens von Löchern und Ausschnitten entstandene Schwächung durch eine besondere Verstärkung wieder fest zu machen. Vorzugsweise gilt dies für Dom- und Mannlochausschnitte. Man nietet am zweckmässigsten einen kräftigen Ring von Flacheisen mit recht vielen und nicht starken Nieten auf das Blech des Kesselmantels. Diejenigen Oeffnungen, welche für die Anbringung der Sicherheits- und Speisevorrichtungen u. s. w. nöthig sind, versteift man durch aufgenietete kräftig construirte gusseiserne oder schmiedeeiserne Stutzen. Erstere sind am gebräuchlichsten, letztere aber besser.

Auf Taf. 15 ist eine grössere Anlage von Zweiflammrohrkesseln angegeben und aus derselben sind die angenieteten Stutzen ersichtlich.

In Fig. 2, Taf. 3 ist auf dem Dome des Kessels ein sogenannter Lyrastutzen angegeben, welcher die gemeinschaftliche Verbindung von Dampfabsper- und Sicherheitsventil mit dem Innern des Kessels bildet. Der Stutzen ist aufgeschraubt. Diese Anordnung war früher recht beliebt, sie ist aber allseitig als unpractisch und unter Umständen recht gefährlich erkannt und verschwindet mehr und mehr. Wir wollen an dieser Stelle nicht unterlassen vor ihrer Anwendung zu warnen.

Je grösser, je länger und je schwerer die Dampfkessel sind, desto mehr tritt die Frage einer soliden Fundamentirung in den Vordergrund. Man pflegt jetzt allgemein die Kessel auf mehrere kräftige eiserne Böcke zu legen, deren Fundamente stark genug sind, um dauernd die gesammte Last zu tragen. Das übrige Mauerwerk dient dann nur zur Bildung der Feuerzüge und wird so angelegt, dass das Mauerwerk wie der Kessel selbst sich frei und unabhängig

von einander ausdehnen können. Daraus folgt natürlich, dass man das Mauerwerk gehörig für sich zu verankern hat. Auf die richtige Stellung der Trageböcke ist übrigens recht Bedacht zu nehmen, insofern man sie stets so stellen muss, dass die Last gut vertheilt wird und dass der Druck die Nietnähte zusammendrückt. Ist letzteres nicht beachtet, so entstehen an den entsprechenden Nietungen der nächsten Rund- und Langnaht Undichtigkeiten. In Taf. 15 sind solche Böcke (Kesselböcke) gezeichnet, ebenso in Taf. 2.

Bei der herrschenden Tendenz, den Betriebsdruck der Dampfkessel mehr und mehr zu steigern, bei der Neigung lange Kessel zu verwenden und eine angestrengte Inanspruchnahme nicht zu scheuen, wie sie mehr und mehr behufs geschäftlicher Ausnutzung der Kesselanlagen Platz greifen, tritt bei Flammrohrkesseln die Versteifung der Flammrohre in den Vordergrund.

Wir haben schon anfangs gezeigt, welche Durchbiegung ein Flammrohr erleiden muss, und folgern daraus, dass dasselbe, sofern es aus zähem Eisen und kräftig zusammengearbeitet ist, trotz der erleidenden Durchbiegung weder undicht wird, noch reisst, sondern sich nach und nach ovalisirt (unrund, stellenweise platt wird) und dass es in den Nähten undicht werden und hier wie auch mitunter im vollen Bleche Risse bilden wird, sofern das Blech spröde und der Zusammenbau nicht accurat erfolgt ist.

Auf die Flammrohre wirken verschiedene Kräfte:

1. Der Auftrieb nach oben, weil in der Regel das Rohrgewicht geringer ist als dasjenige des verdrängten Wassers;
2. die Längsausdehnung der oberen Partie des Rohres in Folge grösserer Erhitzung als der unteren;
3. der Dampfdruck, welcher das Rohr an der schwächsten Stelle zusammenzudrücken strebt.

Ist die Heizung, also die herrschende Temperatur innerhalb verhältnissmässig kurzer Zeit verschieden und das ist eigentlich bei den meisten Feuerungen der Fall, so treten unnatürliche Spannungen auf und die nach einer Tendenz gerichteten Kräfte 1 und 2 werden es dahin bringen, dass nach und nach die Kraft 3 das Rohr an denjenigen Stellen flach (oval) drückt, wo es am schwächsten ist oder wo die Einbiegungen am grössten sind. Es ist und bleibt eine wichtige Arbeit des Revisors, die weiten Flammrohre auf das Fortschreiten oder auf den Anfang des Ovalwerdens sorgfältig zu untersuchen.

Die Zweiflammrohrkesselanlage Taf. 15 bedarf kaum einer weiteren Erklärung. Das Bild zeigt eine von den Anlagen, wie sie in denjenigen Gegenden seit einer ganzen Reihe von Jahren bestehen und mit Recht sehr beliebt sind, in denen erdige Braunkohlen auf Treppenrost gebrannt werden. Tausende von diesen Kesseln existiren, sie haben in der Regel 2^m Durchmesser und 10^m Länge und produciren den Dampf so billig, wie er nur zu schaffen ist.

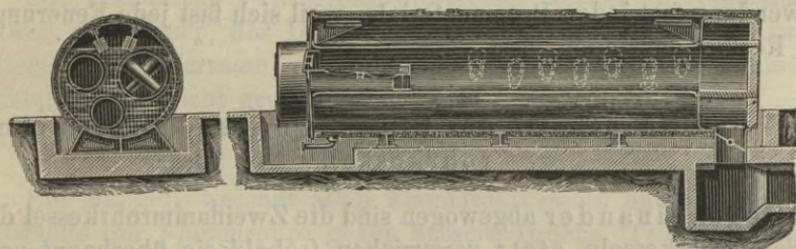
Schon bei den Walzenkesseln erwähnten wir, dass es sich empfehle, diejenigen Platten etwas stärker in der Blechdicke zu nehmen (als die übrigen), welche auf den Tragböcken aufliegen und somit am meisten der Verbiegung in Folge des Eigengewichts ausgesetzt sind. Auch bei Flammrohrkesseln ist auf eine Verstärkung Bedacht zu nehmen, welche entweder durch Anwendung einer stärkeren Blechplatte oder, was billiger ist, durch Anbringung von T-Eisen im Innern des Kessels erreicht werden kann.

c) Dreiflammrohrkessel.

Wenn man durch irgend welche Umstände, z. B. wegen geringen Raumes, wegen schlechten Speisewassers, gezwungen ist, für eine kleinere Anlage, welche nur in Tagesbetrieb arbeitet, einen Flammrohrkessel nehmen zu müssen, so wählt man den Dreiflammrohrkessel.

Derselbe bedarf keiner Einmauerung und ist sonach im gewissen Sinne „transportabel“. Das Wesentliche der an sich einfachen Construction besteht darin, dass man das eine Rohr recht weit macht, das zweite etwas enger wählt und beide etwa in die horizontale Axe des Kesselmantels legt. Das dritte Rohr liegt unter beiden. Die Skizze in Fig. 25 giebt das Bild eines solchen Kessels. Das weite

Fig. 25.



Deutsches Reichspatent Nr. 33218.

Rohr dient zur Aufnahme des Rostes oder der Heizgase so wie sie vom Roste kommen. Die Heizgase ziehen in dem ersten Rohre nach hinten, kommen im zweiten Rohre nach vorne zurück, um im dritten Rohre wieder nach hinten zu gehen. Vorne und hinten sind Vorkammern gebaut, in welchen die Heizgase von einem Rohre zum andern geleitet werden. Von aussen verhüllt man den Kessel mit Holz und Filz und lackirtem Blechmantel gerade wie bei Locomobilen und Locomotiven. Den ganzen Kessel stellt man auf 2–4 Tragfüsse.

Da die Dreiflammrohrkessel im Innern befahrbar sein müssen, so müssen die Rohre etwa 0^m3 von einander entfernt liegen. Es ergibt sich daraus ein verhältnissmässig grosser Durchmesser, grosser Wasserraum und Dampfraum und grosse Blechstärke.

In Taf. 8, Fig. 4, 5 u. 6 ist ein Dreiflammrohrkessel in grösserem Maassstabe gezeichnet. Die Construction ist nicht anders wie beim Ein- und Zweiflammrohrkessel. Man baut die Dreiflammrohr-

kessel in stehender und liegender Construction und in Grössen von 3—50 ^m Heizfläche und namentlich für hohen Dampfdruck. Einen stehenden Kessel zeigt Taf. 11 in den Fig. 7 u. 8. Die Anwendung hohen Druckes wird durch die Anlage des dritten Rohres ermöglicht, durch welches die untere Partie des Kesselwassers erwärmt und auf diese Weise der Kessel vor dem Undichtwerden geschützt wird, was bei langen Zweiflammrohrkesseln und hohem Dampfdruck leicht eintritt, da in diesen der untere Theil des Kesselwassers zu kalt bleibt. Dass der Dreiflammrohrkessel eingemauert werden kann, versteht sich von selbst und man wird dies thun, sobald es sich um eine grössere, forcirt betriebene Anlage handelt, für welche genügend Platz für das Mauerwerk vorhanden ist.

Wir machen bei dem auf Taf. 8 gezeichneten Dreiflammrohrkessel auf die Anbringung eines Vorwärmers aufmerksam, welcher dadurch gebildet ist, dass bei der hinteren Rauchkammer zwei gewölbte Böden, welche etwa 300 ^{mm} von einander abstehen, angebracht sind. Die Speisung erfolgt unten seitwärts in diesen Zwischenraum, und das Wasser tritt oben durch ein Rohr über in den Hauptkessel.

Am vorderen Ende des weiten Rohres ist eine Feuerung angebracht, welche etwa 0^m5 aus dem Rohre heraustritt.

Die grosse Weite des Rohres und dieser Vorbau gestatten die Verwendung fast jeden Brennmaterials, weil sich fast jede Feuerungs- und Rostart anbringen lässt.

Vor- und Nachtheile der Ein-, Zwei- und Dreiflammrohrkessel.

Gegen einander abgewogen sind die Zweiflammrohrkessel den Einflammrohrkesseln stets vorzuziehen (sobald sie überhaupt nach Obigem anwendbar sind), und zwar aus folgenden Gründen:

1. Bieten zwei Flammrohre bei gleichem Zugquerschnitt mehr Heizfläche.
2. Dürfen die Bleche der Flammrohre dünner sein, oder es bedarf der Verstärkungen weniger und schwächer, wenn man bei gleichem Zugquerschnitt zwei Flammrohre, statt eines, anwendet.
3. Sind nach obigen Regeln gebaute Zweiflammrohrkessel sehr viel leichter zu reinigen, als Einflammrohrkessel.
4. Bei grossen Anlagen für continuirlichen Betrieb (Tag und Nacht) sind Zweiflammrohrkessel vorzuziehen. Als unterste Grenze darf man 40 ^m Heizfläche annehmen, und als oberste ist heutzutage 90 ^m anzusehen.
5. Bei Kesseln unter 40 ^m Heizfläche wird bei Zweiflammrohrkesseln der Rost für jedes Rohr nur klein und unpractisch. Wenn man also den Rost nicht vor den Kessel legen und so beide Roste

in einen einzigen vereinigen kann, so wähle man Ein- oder Dreiflammrohrkessel.

6. Geht der Betrieb nur stundenweise, so ist es practisch, den Dreiflammrohrkessel zu wählen, weil er kein Mauerwerk zu erhitzen nöthig hat. Der Dreiflammrohrkessel ist am raschesten anzuheizen. Er gestattet die Anwendung jeder Feuerung und jedes Brennstoffes.

7. Der Dreiflammrohrkessel ist transportabel und leicht aufzustellen. Sein Betrieb ist reinlich und bequem und ermöglicht Aufstellung in Werkstätten und Arbeitssälen. Sofern es sich um Kessel von 3—25^m Heizfläche handelt, ist der Dreiflammrohrkessel dem Ein- und Zweiflammrohrkessel stets vorzuziehen.

8. Während nach statistischem Nachweise der Zweiflammrohrkessel ganz ausserordentlich in seiner Anwendung steigt, so fällt der einfache Walzenkessel, der Gegenstromkessel und der einfache Einflammrohrkessel nicht unerheblich.

9. Bei grossen Anlagen kann der Einflammrohrkessel sehr wirksam mit dem Zweiflammrohrkessel concurriren, wenn er nach Art der Weilrohrkessel gebaut und eingemauert wird.

10. Im Allgemeinen haben alle Flammrohrkessel folgende Eigenschaften:

Die Blechdicke wird gross, die Kessel werden in Folge dessen schwer und theuer, der Dampfraum ist fast von selbst gross zu erhalten, der Wasserraum ist nicht klein, der erforderliche Raum zur Aufstellung ist nicht gross.

Versteifung der Flammrohre und Stirnwände.

Ein Mangel, welcher allen Flammrohrkesseln anhaftet, ist die Schwäche der Flammrohre gegen äussern Druck. Trotzdem ist die Anwendung der Flammrohrkessel von Jahr zu Jahr gestiegen und wenn dennoch die Explosionsstatistik zeigt, dass zu den Explosionsfällen die Flammrohrkessel nur ein verhältnissmässig geringes Contingent stellen, so verdanken sie dieses der verbesserten Versteifung der Flammrohre und Stirnwände.

Die beste Versteifung der Flammrohre bildet die Wellenform, „das Wellrohr“, welche wir bereits eingehend beschrieben haben.

Dieser Art stellt sich das Aufkrempen der einzelnen Bunde der Flammrohre würdig zur Seite, wie wir es in Taf. 3 beim Zweiflammrohrkessel angegeben haben.

Wählt man glatte Bunde zur Herstellung der Flammrohre, so pflegt man in Entfernungen von je 2—2 $\frac{1}{2}$ ^m Winkelringe zur Verstärkung anzubringen. Dies Verfahren ist jetzt so bekannt und so allgemein gebräuchlich, dass eine weitere Beschreibung kaum nöthig ist. Die Winkelringe werden warm auf der Walze gebogen und geschweisst oder mit doppelseitigen Laschen zusammengenietet. Die lichte Weite des Ringes muss etwa 60^{mm} weiter sein, als der äussere

Durchmesser des Flammrohres, damit das Wasser gut circulirt und der Kesselstein zwischen Ring und Rohr leicht beseitigt werden kann. In der Regel nimmt man Winkeleisen von 80 ^{mm} Schenkelbreite. Statt des Winkelringes nimmt man auch Ringe von Flacheisen, welche platt aufeinander gelegt und vernietet werden. Diese Ringe sind leichter vom Kesselstein zu befreien.

Die Versteifungsringe setzt man, wenn möglich, in die Mitte einer Tafel, also zwischen zwei Rundnähte und verbindet sie mit dem Flammrohrblech durch Nieten in Abständen von etwa 150 ^{mm}. In das Flammrohrblech schneidet man im Bohrloche für den Nietbolzen recht feines Gewinde und vernietet den Bolzen in kaltem Zustande.

Bei dem Zweiflammrohrkessel Taf. 15 ist die beschriebene Art der Extra-Versteifungsringe gezeichnet.

Eine gute Versteifung der Flammrohre wird durch Anbringung von Quersiedern (Gallowayröhren) erzielt. Diese conischen Wasserrohre sind geschweisst und geflantscht und werden in die Flammrohre eingienietet, so dass auf jeden Bund entweder 1 oder 2 Quersieder kommen.

In Taf. 7 ist eine solche Versteifung der Flammrohre wiedergegeben. Während die anderen Versteifungsarten lediglich zur Befestigung der Rohre gegen äussern Druck dienen, so bildet der Quersieder (das Gallowayrohr) eine recht wirksame Heizfläche. In dem Quersieder steht das Kesselwasser, die Heizgase treffen den ersteren rechtwinklig und erzeugen in demselben Verdampfung und heftige Wassercirculation.

Natürlich darf das Speisewasser nicht viel Schlamm und Stein absetzen, sonst werden die Quersieder bald voll, unwirksam als Heizfläche und es erfolgt ein Verbrennen des Bleches, wenn man nicht die schwierige Arbeit der Reinigung gründlich ausführen lässt.

Eine weitere Art der Verstärkung der Flammrohre ist in Taf. 5, Fig. 2 u. 3 gezeichnet. Zwei Bunde sind mit Ω oder dachförmigen Ringen, sogenannten Compensationsringen versteift, welche geschweisst und mit beiden horizontalen Schenkeln links und rechts mit den Bunden des Rohres vernietet sind. Die Ω -förmige Gestalt soll ein Zusammenziehen und Dehnen des Rohres gestatten. Letzteres ist entschieden nur sehr gering. Man erhält bei dieser Art der Versteifung eine Rundnaht mehr als sonst, wodurch sie theuer wird. Trotz aller theoretischen Vorzüge hat diese Versteifung verhältnissmässig wenig Eingang gefunden.

Die andern Bunde desselben Flammrohres (Taf. 5) sind stumpf zusammengestossen und mit umgelegter Lasche genietet. Die Lasche besteht in der Regel aus Flacheisen und bildet ein Stück Versteifung. Besser ist es, statt des Flacheisens L-Eisen zu nehmen, welches erheblich grösseren Widerstand leistet. Auch in diesem Falle muss

man eine Rundnaht mehr zur Anwendung bringen als sonst, was natürlicher Weise die Anwendung sehr erschwert.

Bei Anwendung von Quersiedern (Gallowayröhren) und bei Krepung der Bunde kann man das Blech der Flammrohre ruhig $\frac{1}{2}$ mm dünner nehmen als sonst, was bei den andern Versteifungsarten nicht zulässig ist. Indessen ist dies lange nicht im Stande, die Mehrkosten der Fabrikation aufzuwiegen.

Neuerdings hat man versucht, geschweisste Bunde zu den Flammrohren in den Handel zu bringen, wodurch die zirkelrunde Gestalt erheblich besser verbürgt ist. Wenn es erst gelingt, die Schweissung vollkommen zuverlässig zu machen (was heutzutage nicht immer, freilich nur in Ausnahmefällen, der Fall ist), so halten wir das für einen grossen Fortschritt. Man erspart die Langnaht und hat ein zirkelrundes Rohr. Auch der noch nicht alte Versuch, die geschweissten Bunde vorne mit einem Wulst (Muffe) zu versehen, so dass man dieselben genau wie gusseiserne Muffenrohre in einander stecken kann, ist ein Fortschritt zu nennen. Die Muffe bildet eine namhafte Verstärkung, ohne eine Vermehrung der Nietnähte herbeizuführen.

Die Verbindung der Flammrohre mit den Stirnwänden (Kopflplatten) kann auf verschiedene Weise erfolgen.

Bei kurzen, etwa 2—3 m langen Flammrohren kann man ruhig den Bund krepfen und die Krempe an die Stirnwand annieten, wie es z. B. auf Taf. 11, Fig. 3 u. 4 bei dem Locomobilkessel gezeichnet ist.

Bei langen Kesseln rathen wir nicht dazu, da die lineare Ausdehnung der Durchbiegung leicht einen Bruch in der Krempe hervorbringt, welcher schon nach einigen Jahren entsteht. Unsere langjährigen Erfahrungen sind in dieser Beziehung so trübe, dass wir lieber entweder einen Winkelring zur Verbindung von Flammrohr und Stirnwand nehmen, wie in Taf. 3 und Taf. 15 gezeichnet ist, oder dass wir die Anordnung treffen, wie sie in Taf. 7, Fig. 1 gezeichnet ist. Am hinteren Ende des Kessels dient ein Winkelring zur Verbindung von Flammrohr und Stirnwand, und am vorderen Ende tritt das Flammrohr durch die Stirnwand hindurch und wird an die ausgezogene dicke Krempe der Stirnwand angenietet. Das Ausziehen der Krempe aus der Stirnwand versteift die letztere, es wird eine Rundnaht erspart, und in der Herstellung des Kessels macht sich die Anordnung bequem, weil die Länge des Rohres im Verhältniss zum Mantel besser zu bemessen und weil die letzte Nietnaht am Flammrohre besser herzurichten und zu verstemmen ist.

Ob man die Krempe nach innen (Taf. 7, Fig. 3) oder nach aussen (Taf. 7, Fig. 1) legen muss, hängt von den Umständen, sowie namentlich von der Feuerung ab. Die Anordnung Fig. 1 ist für Vorfeuerung nicht brauchbar, weil die Krempe zu heiss wird, da sie nicht vom Wasser gekühlt werden kann.

Die richtige parallele Lage der verbindenden Flächen, sowohl bei Krumpung als bei Winkeleisenverbindung, ist von ausserordentlicher Wichtigkeit für das nachherige Dichthalten. Wir haben die Verbiegung eines Flammrohrkessels in karrirkirtem Maasse bereits klar gelegt. Die stärkste Verknickung erfolgt an der Befestigungsstelle des Flammrohres mit der dicken, immerhin starreren Stirnwand.

Passen die Flächen nicht ganz genau in Länge oder Richtung zusammen, so müssen Undichtigkeiten unabweislich erfolgen, denn durch Nietung lassen sich die starren, steifen Flächen nicht in Contact bringen. Durch Anstemmen eines Grahtes ist vorübergehend eine Dichtigkeit zu erzielen, welche selbst eine Druckprobe auf doppelten Druck aushält, aber damit ist es auch vorbei. Wird der Kessel geheizt, so kommt die Spannung durch Ausdehnung und Durchbiegung noch zu der gewaltsamen Spannung durch Nietung und Anstimmung hinzu und das Lecken ist eine unfehlbare Folge, wogegen nur Losnehmen der Nieten, genaues Anrichten der Flächen und neues Nieten hilft, niemals aber ein blosses Verstemmen. Für den Revisor ist dies ein wichtiger Fingerzeig und um so mehr, als das Wasser nicht unbedingt dort austreten muss, wo der eigentliche Fehler liegt, sondern sich in der Nietnaht fortbewegt und an beliebiger Stelle zum Vorschein kommt.

Die Befestigung der Stirnwände mit dem Mantelblech bildet selten eine Quelle von Mängeln, wohl aber die Versteifung derselben. Wenn die Stirnwände ebene Flächen bilden, so müssen sie verstärkt werden. Gewöhnlich geschieht dies durch Dreiecksanker, wie sie in Taf. 3 und Taf. 7 gezeichnet sind.

Man nietet 2 Winkeleisen parallel neben einander an die Stirnwand und correspondirend an das Mantelblech und nietet zwischen beiden zur Bildung eines Dreiecks ein Stück Blech. Bei einem Durchmesser des Kessels bis zu etwa 1^m8 wählt man die Zahl der Anker wie beim Zweiflammrohrkessel auf Taf. 3, dagegen bei grösserem Durchmesser wie auf Taf. 7 angegeben.

Bei der Anfertigung der Anker ist zu beachten, dass die Winkel mit einer gehörig grossen Zahl von Nieten angenietet werden, sonst sind die Nieten nicht im Stande den Zug auszuhalten und werden undicht. Man darf aber die Stirnwände nicht vollkommen starr machen, sondern muss eine kleine Durchbiegung zulassen, deshalb ist es Gebrauch geworden, zwischen den nächsten Nieten der Winkelringe am Flammrohre und den Nieten der Anker 200 ^{mm} Spielraum zu lassen.

Wendet man gewölbte Stirnwände an, so ist natürlich eine besondere Versteifung nicht nöthig. Eine vortreffliche Type eines solchen Bodens ist der von der Gewerkschaft Schultz-Knaudt in Essen für die Wellrohrkessel gefertigte Boden. (Siehe Taf. 6.)

Bei kurzen Kesseln (etwa 3—4^m), z. B. bei Schiffskesseln, verankert man die Stirnwände nicht mit dem Mantelblech, sondern unter einander. Man nietet einige \perp -Eisen auf die flachen ebenen Böden und verbindet diese durch Zugbolzen aus Rundeisen. (Siehe Taf. 17.)

d) *Der combinirte Flammrohrkessel.*

Versieht man einen (Ein- oder Zwei-) Flammrohrkessel mit einem oder mehreren Unterkesseln (Siederohren), so erhält man den combinirten Flammrohrkessel.

Grund zu dieser Combination ist oft vorhanden in dem Bedürfnisse: in gegebenem Raume möglichst viel Heizfläche unterzubringen.

Die Eigenschaften (Vor- und Nachtheile) dieses Systems wird derjenige mühelos herausfinden, welcher diejenigen der Flammrohrkessel und der combinirten Walzenkessel begriffen hat; sie brauchen hier also nicht aufgezählt zu werden.

Auf einen Vortheil dieses Systems soll jedoch hier aufmerksam gemacht werden, und der besteht darin, dass diese Combination die Anwendung der Kammerheizung auf Flammrohrkessel ermöglicht, eine Anwendung, welche ohne Zuhülfenahme von Unterkesseln bei Flammrohrkesseln sonst nicht möglich ist.

Einen solchen, mit einem Unterkessel (Siederohr) combinirten Zweiflammrohrkessel zeigt Taf. 4, und zwar zeigt Fig. 1 einen Querschnitt durch den Rost, Fig. 2 einen Längsschnitt, Fig. 4 die Vorderansicht, Fig. 5 einen Querschnitt durch den Kessel, Fig. 6 einen Horizontalschnitt durch den Oberkessel, und Fig. 7 einen solchen durch das Kammer-system und den Feuerraum oberhalb des Rostes.

Abgeblasen wird im tiefsten Punkte des Kessels durch den Stutzen *a* (Fig. 2), gespeist dagegen wird, um das Gegenstromprincip sorgfältig zu vermeiden, der Oberkessel durch den Stutzen *s*. Stutzen *b* dient zur Aufnahme einer Lärmpfeife, und die übrigen Details sind entweder bereits besprochen oder werden im Folgenden (Garnitur) ihre Erledigung finden.

e) *Der combinirte Flammrohrunterkessel.*

Das Charakteristische dieses Systems besteht darin:

1. dass das Flammrohr im Unterkessel und
2. dass es centrisch in denselben eingebaut ist.

Der Erfinder des Systems ist der berühmte Fairbairn, welcher aber, soviel uns bekannt, dasselbe zuerst mit einem Ober- und zwei Unterkesseln, in denen je ein Flammrohr eingebaut war, realisirte.

Der Grund, weshalb Fairbairn diese Kessel den altbekannten Flammrohrkesseln zu substituiren suchte, dürfte wohl kein anderer sein, als der von uns oben erwähnte Uebelstand der letzteren: „die

Blechdicke der Mäntel und Böden wird sehr gross, man bezahlt also Heizflächen mit vielem Gelde.“

Fairbairn gab also, um geringe Blechdicken zu erhalten, dem Mantel einen möglichst kleinen Durchmesser und legte das Flammrohr centrisch hinein.

Daraus folgt aber mit Nothwendigkeit

1. ein besonderer Oberkessel, weil ein Dampfraum und ein Speiseraum geschaffen werden muss, und
2. eine Einrichtung, welche erlaubt, das Flammrohr herauszuziehen, weil man sonst weder Unterkessel noch Flammrohr vom Kesselstein befreien könnte.

Hat nun der geniale Fairbairn das von vornherein erkannt, oder ist er erst durch specielle Erfahrungen darauf geführt, genug, er sah ein, dass ebene Böden von so geringer Ausdehnung, wie sie sich nunmehr ergaben, durchaus nicht Elasticität genug besitzen, um die Differenz der Ausdehnungen zwischen Mantel und Flammrohr ausgleichen zu können, — denn man wolle bedenken, dass das Flammrohr, weil es die erste Hitze erhält, sich bedeutend stärker ausdehnt als der Mantel.

Deshalb construirte Fairbairn das Flammrohr aus mehreren getrennten Stücken und verband dieselben durch Compensationsringe von solcher Form (der Brückschienen), dass diese Ringe gleichzeitig eine wesentliche Versteifung des Flammrohrs herbeiführen und die Verwendung dünner Bleche zu demselben gestatten.

Die Compensations- und Versteifungsringe sind um die Flammrohrenden genietet und die Nietköpfe im Flammrohr sind versenkt.

Das so zusammengenietete Flammrohr ist mit der vorderen Kopfplatte durch einen Winkeleisenring vernietet, an die hintere Kopfplatte dagegen ist dasselbe geschraubt, und zwar vermittelt eines in das Flammrohr genieteten massiven Ringes von rechteckigem Querschnitt.

Da nun die vordere Kopfplatte ebenfalls mit dem Mantel verschraubt ist, und zwar vermittelt eines Winkeleisenringes, welcher um den Mantel genietet wurde, so leuchtet ein, dass nach Lösung der betreffenden Schrauben man das Flammrohr mit der vorderen Kopfplatte nach vorn herausziehen und dann Mantel und Flammrohr auf das Bequemste reinigen kann.

Damit die Schraubenverbindung am hinteren Ende durch die Hitze nicht leide, ist sie durch ein Chamottefutter geschützt.

Ober- und Unterkessel communiciren mit einander durch zwei Stützen, welche jeder ungefähr in der Mitte zusammengeschraubt sind, und zwar vermittelt massiver Flantsche aus 80^{mm} Quadrastein, zwischen denen sich Kupferblech als Dichtung befindet.

Diese Art der Verbindung erleichtert den Transport und gewährt vollkommene Garantie der Dichte.

Die Führung der Heizcanäle ist ohne Weiteres aus der Zeichnung ersichtlich: die Heizgase umspülen, nachdem sie das Flammrohr verlassen haben, auf ihrem Wege nach vorn zuerst den Unterkessel und dann auf ihrem Wege nach hinten den Oberkessel.

Die Berechtigung des Systems steht ausser Zweifel.

Diese Kessel sind den gewöhnlichen Flammrohrkesseln überall da vorzuziehen, wo der Kesselbesitzer Arbeiter zur Verfügung hat, welche eine Schraube vernünftig anzuziehen und zu lösen verstehen — was leider, selbst in den Mittelpunkten der Industrie, nicht immer der Fall ist —, und wo ein Schmied in der Nähe ist, der nöthigenfalls eine gebrochene Schraube ersetzen kann; im anderen Falle würde ich — wenn einmal Flammrohre sein sollen — doch beim Alten bleiben.

f) Mehrfach combinirte Walzenkessel (Batterieessel).

Vereinigt man mehrere combinirte Walzenkessel (Doppelkessel, wie Taf. 1) in einem gemeinschaftlichen Mauerwerk, mit gemeinschaftlicher Speisung, gemeinschaftlichem Vorwärmer, gemeinschaftlichem Dampfsammler und mit gemeinschaftlicher Feuerung zu einer einzigen Kesselanlage, so entsteht der mehrfach combinirte Walzenkessel, „Batterieessel“ genannt.

In Taf. 8 in den Fig. 1, 2 u. 3 ist dies, seit mehreren Jahren viel zur Anwendung gebrachte System gezeichnet, wie es von der Maschinenfabrik Esslingen in mehreren Hundert Ausführungen mit der Tenbrink-Feuerung gebaut ist.

Aus Fig. 2 ist zu ersehen, dass 3 Doppelkessel neben einander liegen und die Batterie bilden. Am hinteren Ende des Oberkessels sind alle 3 mit dem oben querliegenden gemeinschaftlichen Dampfsammler D durch weite Stutzen verbunden. Vorne liegen über den Oberkesseln und parallel mit ihnen 2 Walzenkessel V als Vorwärmer. Unten, vorne, unter den Unterkesseln liegt quer ein kurzer, weiter Walzenkessel T mit 2 Flammrohren, die unter 45° geneigt stehen.

Dieser letzte bildet den sogenannten Tenbrink-Apparat, den wir im ersten Theile Seite 159—162 eingehend beschrieben haben.

Die Heizgase kommen aus den beiden schrägliegenden Rostfeuerungen und streichen gemeinschaftlich unter den Unterkesseln entlang nach hinten, kehren unter den Oberkesseln zurück nach vorne und gehen über denselben, indem sie beide Vorwärmer bestreichen, in den Schornstein. Die Vorwärmer V sind aufgehängt und liegen frei im Heizcanal. Die Vorwärmer werden gespeist, und von ihnen tritt das Wasser über in den Oberkessel hinein und zwar durch Kupferröhren.

Das Weitere der Construction ist übrigens leicht aus der Zeichnung zu ersehen.

Das ganze System hat viele Vorzüge, welche mit billigerem Gelde bei gleichem Werthe an anderen Systemen nicht zu erreichen sind.

Das Raumbedürfniss ist klein, der ganze Kessel besteht aus einfachen Walzenkesseln von geringem Durchmesser, welche leicht zu reinigen und zu controliren sind und selbst bei Anwendung eines hohen Dampfdruckes nur geringe Blechstärken erhalten. Die ganze Construction ist solide und dauerhaft zu machen. Die Vorwärmer dienen wirksam zur Abscheidung des Schlammes aus dem Wasser, und der Dampfsammler bietet gentigenden Dampfraum und die Möglichkeit, etwa mechanisch mitgerissenes Wasser vom Dampf zu trennen und dem Kessel wieder zuzuführen. Der Wasserraum ist gross.

Zu allen diesen unverkennbaren Vorzügen des Systems kommt die leichte Combination mit der anerkannt vorzüglichen Tenbrink-Feuerung, wobei aber bemerkt wird, dass der Batteriekessel auch mit Treppenrosten oder Planrosten betrieben werden kann.

An dem Batteriekessel hat kein Theil eine besondere Neigung zum Verrosten. Man muss nur die Kessel so construiren, dass der Abzug der Dampf- und Luftblasen flott von Statten gehen kann.

Die Feuerrohre des Tenbrink-Apparates sind die einzigen Theile, welche bei mangelhafter Reinigung von Kesselstein oder bei starker Forcierung zuerst leiden. Wir haben uns immer gewundert, dass man diese Feuerrohre nicht ausschliesslich aus Kupfer herstellt. Nach uns gewordenen zuverlässigen Mittheilungen gehen Tenbrink-Apparate schon über 20 Jahre bei täglich 10stündiger Arbeitszeit und von 437 ausgeführten Feuerungen ergiebt sich, dass innerhalb 11 Jahren 6,4 % einen Ersatz und 2,8 % eine Reparatur erfahren haben. Das Resultat ist sehr günstig zu nennen und sollte wohl dazu dienen, jedes Misstrauen zu zerstreuen.

Die Ausnutzung des Brennmaterials ist bei den Batteriekesseln eine gute und wird in Verbindung mit dem Tenbrink-Apparat sogar vorzüglich.

Man kann 70—78 % Ausnutzung annehmen, unter Umständen erzielt man 80 %.*)

Bei schlechtem Speisewasser und forcirtem Betriebe empfehlen wir statt des Batteriekessels Flammrohrkessel zu wählen, im Uebrigen ist das System durchaus practisch sowohl in mittelgrossen als ganz grossen Anlagen.

g) Flammrohrkessel combinirt mit Vorwärmern.

Schon bei dem unter *f* beschriebenen Batteriekessel erwähnten wir die Combination der Doppelkessel mit selbständigen Walzenkesseln (Vorwärmern), welche frei hängen und im letzten Heizcanale von den Feuergasen von allen Seiten bespült werden.

*) Verdampfversuche, Juni Nr. 6, Jahrgang 1887, Seite 76 und folgende der Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine in Breslau.

Diese Vorwärmer bilden ein neues Element von Heizflächen, welche von den Unterkesseln und Bouilleurs in so fern verschieden sind, als diese beiden letzteren mit den Hauptkesseln stets durch feste weite Stutzen mittels Vernietung (seltener Verschraubung) verbunden sind, während die genannten Vorwärmer frei und selbstständig aufgehängt und nur zum Zwecke der Ueberführung des vorgewärmten Wassers durch enge Rohrleitungen mit dem Hauptkessel in Verbindung gebracht sind.

Fast ausnahmslos liegen die Vorwärmer über dem Hauptkessel und haben im Gefolge, dass die Heizgase bei ihrem letzten Zuge den Dampfraum des Hauptkessels bestreichen.

Soviel uns bekannt, ist die erfolgreiche Anwendung dieser Vorwärmer namentlich durch die Gebr. Sultzer in Winterthur zuerst und am meisten gelungen. Der Nutzen und die Bequemlichkeit derselben ist so einleuchtend gewesen, dass heutzutage sehr viele Fabrikanten mit Recht der Sache sich zugewendet haben.

Fast jedes Kesselsystem gestattet die Anwendung der genannten Vorwärmer, namentlich finden wir sie aber combinirt mit Zweiflammrohrkesseln und Einflammrohrkesseln, und deshalb wollen wir nur diese beiden Typen näher beschreiben.

In Taf. 7 geben wir das Bild eines Zweiflammrohrkessels mit Vorwärmröhren, wie er mit grossem Erfolge von der altbekannten Firma Jacques Piedboeuf in Aachen bereits seit Jahren in vielen Exemplaren ausgeführt ist. Dies Kesselsystem haben wir, namentlich wenn wie hier die Flammrohre mit Galloway-Röhren ausgerüstet sind, für Anlagen der grössten Art stets vorzüglich befunden.

Man baut diese Kessel bis zu 2^m3 Durchmesser und 10^m Länge und erzielt mühelos 120^{qm} sehr ausgiebiger Heizfläche, mit grossem Dampfraum und grossem Wasserraum. Bei grosser Dampfproduction wird man auf eine Ausnutzung der Brennstoffe bis zu 70 % rechnen können. Das System ist solide, aber es erfordert grosse Blechstärken und wird dadurch schwer und nicht so billig als Batteriekessel. Das Raumbedürfniss ist nicht übermässig.

Wir haben dies System stets gern angewendet und dann am liebsten die ersten beiden Bunde der Flammrohre aus Wellrohr herstellen lassen. Dass die Combination des Systems mit der Tenbrink-Feuerung nicht allein möglich, sondern sehr erfolgreich ist, das wollen wir nur beiläufig erwähnen.

Wir haben es nicht recht begreifen können, dass bei diesem System die Einmauerung der Vorwärmer nicht stets nach dem von Reiche'schen Kammersystem geschieht. Bei den Vorwärmern würde die Anbringung der Kammern mit verticalen Querwänden sicherlich den besten Nutzen schaffen. Wir gehen aber noch weiter und halten die Anbringung der horizontalen Kammern selbst beim Hauptkessel für angebracht, so dass die Heizgase schlangenförmig den Kessel-

mantel bestreichen. Freilich muss genügender Schornsteinzug vorhanden sein.

Je höher der angewendete Dampfdruck ist, desto wichtiger ist es, die untere Wasserpattie des Hauptkessels zu erwärmen, sonst werden die unten liegenden Nähte bald undicht. Eine solche Erwärmung wird durch Anbringung eines dritten Rohres wie beim Dreiflammrohrkessel Taf. 8 und durch die schlangenförmige Leitung der Heizgase erzielt. In letzterem Falle werden die Heizgase gezwungen, oftmals unter dem Kessel durchzustrichen.

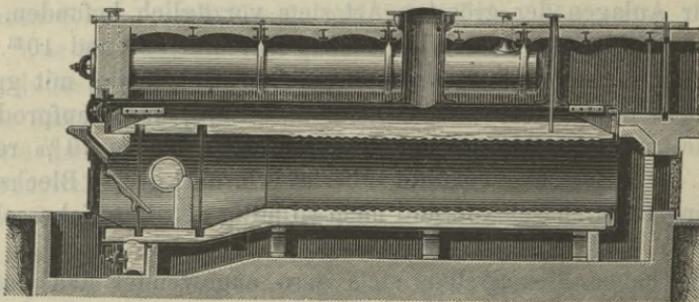
Wählt man das dritte Rohr (wie beim Dreiflammrohrkessel), so braucht dasselbe nur 0^m3 Weite zu haben.

Es ist nicht unsere Aufgabe Projecte zu machen, aber wir wollen es an dieser Stelle doch nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass je mehr der Betrieb der Flammrohrkessel forcirt und je höherer Dampfdruck beliebt wird, desto mehr auf Erwärmung der unteren, kälter bleibenden Wasserpattie Rücksicht genommen werden muss, wenn man Undichtigkeiten und Verschleiss vermeiden will.

Bei den Schiffskesseln und Locomobilen werden wir noch auf die besonders angebrachte Heizanlage (Taf. 21) zur Erwärmung des unten liegenden Wassers näher eingehen.

Auch Einflammrohrkessel combinirt man mit Vorwärmern. Wir geben in Fig. 26, S. 56 das Bild eines solchen Kessels, wie er z. B. von der bekannten Firma G. Kuhn in Stuttgart-Berg als Wellrohrkessel eingerichtet mit der ihm unter Nr. 9563 patentirten rauch-

Fig. 26.



verzehrenden Feuerung combinirt ist. Die Vorwärmer liegen im Oberzuge und hängen frei. Der Hauptkessel ist nach vorne erheblich erweitert, um Platz für die Anbringung eines Tenbrink ähnlichen schrägen Rostes mit Gegenfeuer zu gewinnen, indem das Wellrohr vorne eine, dem Hauptkessel correspondirende, Erweiterung erhalten hat. Diese Erweiterung besteht aus einem Conus, welcher den Uebergang zum engeren Wellrohr vermittelt und aus zwei weiten, mittels Krepfen zusammengenieteten Bunden.

Um das Gegenfeuer (zur Zeit Rückbrenner genannt) zu erhalten, liegt ein Quersieder im Flammrohr und von seiner unteren Partie

geht eine Chamottewand bis auf den Boden des erweiterten Flammrohres. Die Heizgase steigen vom Roste aus in die Höhe, gehen über den Quersieder fort und gelangen durch den Conus in das Wellrohr.

Nach Maassgabe der illustrierten Kataloge combinirt die Firma Kuhn diese Feuerung mit allen Kesselsystemen und hat, soweit die veröffentlichten vielen Zeugnisse beweisen, viele Kessel mit Erfolg ausgeführt.

Was die Leitung der Heizgase dieses Kesselsystems (Ein- und Zweiflammrohrkessel combinirt mit Vorwärmern) anlangt, so ist sie folgende:

Die Heizgase verlassen den Rost, durchziehen die Flammrohre, umspülen zurückkehrend den Kesselmantel bis zur gesetzlichen Höhe unter dem tiefsten Wasserstande und gehen dann nach oben, wo sie über dem Dampfraume entlang in den Schornstein streichen.

Dieser letzte Zug wird der Oberzug genannt. Das ganze Mauerwerk muss bei dieser Einmauerung kräftig verankert werden. Es wird nicht unerheblich theurer. Der Oberzug soll zur Aufnahme der Vorwärmer dienen. Früher versuchte die Reclame, dem Oberzuge eine verdampfende Wirkung und eine Trocknung des etwaigen wasserreichen Dampfes nachzurühen. Das war irrig. Die Ansichten haben sich aber geklärt, und heute hält man den Oberzug sehr practisch, um die Vorwärmer darin aufzuhängen. Er hat auch den Nutzen, das Tropfwasser vom Kesselmantel fern zu halten, das Verrosten zu verhüten, die Revision der Bleche über dem Dampfraume zu ermöglichen und wird sogar (nicht mit Unrecht) auch dann angelegt, wenn man ohne Anbringung von Vorwärmern den vorhin genannten Nutzen und eine Vermeidung der Abkühlung erreichen will. Man lässt freilich nicht die Heizgase hindurchziehen, sondern mauert die Kessel hinsichtlich der Leitung der Feuerzüge wie gewöhnlich ein.

Zum Erfolge gehört bei den Vorwärmern natürlich die Bedingung, dass das Speisewasser zuerst in die letzteren und von da in den Hauptkessel tritt. Hier setzt sich ein grosser Theil Schlamm aus dem Wasser ab, von wo er leicht durch Abblasen und Reinigen zu entfernen ist.

Die Vorwärmer sind vom Hauptkessel durch selbstthätige Rückschlagventile getrennt, und zur Vorsicht richtet man die Speisung so ein, dass auch der Hauptkessel direct gespeist werden kann, wenn etwa durch irgend einen Umstand der Vorwärmer ausser Thätigkeit gesetzt werden muss. Es versteht sich von selbst, dass die Vorwärmer nach vorne, wo die Abblasehähne sitzen, geneigt liegen und an Hängeeisen im Oberzuge aufgehängt werden.

Ehe wir die Flammrohrkessel verlassen, wollen wir noch im Anschluss an die Tenbrink-Feuerung, an Kuhn's rauchverzehrende Feuerung, der Feuerung gedenken, wie sie bei der Zweiflamm-

rohrkesselanlage auf Taf. 15 angegeben ist. Der Treppenrost ist im Wesentlichen so angelegt, wie wir denselben in Fig. 63, 64, S. 148 u. ff. des ersten Theiles dieses Werkes beschrieben haben. Die gezeichnete Anordnung ist aber insofern anders, als sie ein „Gegenfeuer“ oder einen sogenannten „Rückbrenner“ darstellt.

Diese Construction ist der Firma C. L. Strube in Buckau unter Nr. 35105 im deutschen Reiche patentirt und hat sich nach zwei Seiten sehr bewährt. Die ökonomische Ausnutzung ist gestiegen und ein grosser Theil der Asche aus dem Brennmaterialie wird aufgefangen, ehe sie in die Flammrohre gelangt.

Der Treppenrost wird in der Hauptsache für erdige Braunkohlen (Lignite) angewendet, wie sie in der Provinz Sachsen und Brandenburg und in Provinz Hessen, sowie im Königreich Baiern hauptsächlich vorkommen und zur Dampfkesselfeuerung verwendet werden. Der Treppenrost ist zwar schon eine sehr alte Einrichtung, aber durch Bemühungen, Constructionen und Versuche, welche Verfasser angestellt hat, erst zu derjenigen Vollkommenheit gelangt, wie seine jetzige Construction zeigt. Auch der sogenannte Münchener Stufenrost ist eine Nachbildung unseres Magdeburger Treppenrostes. Letzterer ist in mehreren Tausend Exemplaren nach Rath und Angaben des Verfassers mit grossem Erfolge im Betriebe.

Als eine Schwäche des Treppenrostes bezeichneten wir den Umstand, dass er nicht selbstthätig die Asche ausstösse. Die Zugkraft des Schornsteins und die mechanische Hülfe der Heizer muss das Letztere unterstützen.

Bei den erdigen Braunkohlen handelt es sich um grosse Mengen Asche, nämlich 6—10 %, und die Entfernung derselben ist daher eine wichtige Sache. Wenn man den Treppenrost als Gegenfeuer (Rückbrenner) einrichtet, so ziehen die Feuergase von unten nach oben über der Kohlschicht entlang, die glühenden, leicht gewordenen Kohlentheilchen und die bereits ausgebrannten werden mit nach oben genommen. Ein Theil fällt wieder auf die brennende Kohlschicht. Hierdurch wird das Feuer bald verschlackt, und nun ist die Beseitigung der Asche und der Schlacke noch schwieriger als wenn der Rost so arbeitet, wie er Seite 148 u. ff. des ersten Theiles beschrieben ist.

Um diesem Uebelstande abzuhelpen, ist der Treppenrost nach dem Strube'schen Patente weiter vom Kessel abgelegt und hinter dem horizontalen Schlackenschieber eine hohle Kammer von etwa 0^m5 Breite gebildet, über welche, unter einem Winkel von 30°, sich schirmartig eine Chamottewand wölbt, welche Aschenfänger genannt wird.

Während der Aschenfänger das Gegenfeuer (Rückbrenner) hervorbringt, bildet die Kammer den Aschensack. Wenn die Heizgase nun die brennenden Kohlenstückchen und Asche mit nach oben

nehmen, so prallen sie gegen den Schirm und ein grosser Theil wird im Aschenfänger gefangen.

Bei mittlerem Betriebe wird sogar fast alle Asche eingefangen, so dass die Flammrohre fast ganz leer bleiben.

Die Strube'sche Einrichtung verhindert das Verschlacken der Feuer durch herabfallende Asche.

Die ökonomische Ausnutzung der erdigen Braunkohlen ist auf diesen Treppenrosten eine ganz vorzügliche. Es ist möglich, die Feuerung regelmässig zu leiten und die möglichst knappste Luftzufuhr von $1\frac{1}{4}$ fach vom theoretischen Quantum dauernd zu erhalten.

Der Effect aus gutem Treppenrost ist auf 70—75 % zu rechnen, er würde höher sein, wenn nicht der Wassergehalt der Kohle fast 50 % betrüge. Der Arbeitslohn ist für Bewartung von Kesselanlagen mit Treppenrosten der allerniedrigste. Man fördert oben über dem Roste die Kohlen mittels Aufzügen und Eisenbahnwägelchen in grossen Haufen und lässt sie selbstthätig in die Rümpfe des Treppenrostes rutschen. Taf. 15 zeigt das Weitere zur Genüge.

h) Verlassene Kesselsysteme.

In der Kindheit und den Jugendjahren (falls man dem jetzigen Zeitalter überhaupt ein nennenswerthes Alter zuerkennen darf) des Dampfkesselbetriebes sind verschiedene jetzt verlassene Kesselsysteme üblich gewesen, welche dadurch, dass sie ihrer Zeit berühmt und beliebt waren, ein Recht haben, hier erwähnt zu werden, während natürlich uns nicht einfallen kann, uns mit den zahllosen Kesselsystemen zu beschäftigen, welche als Eintagsfliegen dahin starben.

Der Grund, weshalb diese Kesselsysteme verlassen wurden, beruht darin, einmal, dass man früher unter anderen Verhältnissen, namentlich mit geringerer Spannung, arbeitete, und zweitens darin, dass man früher noch nicht die heutige Erfahrung besass, und sich also durch Trugschlüsse leichter irre führen liess.

Die älteste, von J. Watt eingeführte und lange Zeit gebrauchte Kesselform ist die der sogenannten Koffer- oder Wagenkessel.

Diese Kessel, welche in so vielen Büchern abgebildet sind, dass ihre Form als bekannt vorausgesetzt werden darf, sind für die jetzt üblichen hohen Pressungen nicht zu verwenden; aber selbst um Niederdruckdampf zu erzeugen, wird wohl Niemandem mehr einfallen, diese Kessel zu bauen. Man kann sagen: wie haben kein Verständniss mehr für diese Kesselform und für die Zwecke, welche man durch sie zu erreichen suchte.

Eine andere verlassene Kesselform, welche z. Z. viel von sich reden machte, stellt der Henschel-Kessel dar.

Diesen Kessel kann man bezeichnen als einen stark geneigten Siederohrkessel mit querliegendem, kleinem Oberkessel.

Henschel bezweckte offenbar, durch diese Kessel mit möglichst wenig Blech möglichst viel Heizfläche und möglichst viel Dampf zu schaffen, und glaubte das dadurch zu erreichen, dass er einen Kessel, den er stark neigte, um dem Dampf leichten Abfluss zu verschaffen, fast ganz mit Wasser füllte, den ganzen gefüllten Kesseltheil in einen Heizcanal legte und dabei das Princip der Gegenströmung durchführte.

Was von der letzteren zu erwarten ist, haben wir bereits kennen gelernt; im Uebrigen aber war die dem Henschel-Kessel zu Grunde liegende Idee eine verfehlte deshalb, weil die Flugaschendecke die obere Kesselzone der Wärme fast gerade so entzieht, als ob sie nicht im Heizcanal läge, während man doch anderseits ausser Stande ist, den von der oberen Kesselzone eingeschlossenen Raum als Dampfraum zu benutzen.

Man musste also noch einen besonderen Dampfraum schaffen (gewöhnlich durch einen Querkessel, an welchen sich mehrere Unterkessel ansetzen), und erzielte also schliesslich das gerade Gegentheil von dem, was man wollte, nämlich: pro wirkliche Heizflächeneinheit schwere und theure Kessel, welche gerade so viel Raum einnehmen als einfache Walzenkessel, ohne die Vorzüge der letzteren zu besitzen.

§ 2. Kessel mit kleinem Wasserraum.

(Wasserröhrenkessel.)

Die Kessel mit kleinem Wasserraum sind in allen Dingen der Gegensatz zu denen mit grossem Wasserraum.

Die Construction der brauchbaren Kessel dieser Art gehört der allerneuesten Zeit an. Diese Kessel werden alle Mal gebildet durch kleine Gefässe, bestehend aus cylindrischen oder ebenen Platten von geringer Ausdehnung und deshalb geringer Dicke.

Ein Theil dieser Platten bildet die Heizfläche.

Man kann diese Kessel auch als Röhrenbündel bezeichnen.

Bündel aus einzelnen, ziemlich engen Röhren, in denen das Wasser gekocht wird, und um welche Feuer und Heizgase spielen.

Die deutsche Statistik bezeichnet die Kessel allgemein mit dem Namen: engrohrige Siederohrkessel. Die Gesetzgebung räumt diesen Kesseln Vorrechte ein.

Seit man die Mängel des Systems erkannt hat, ist aus den Wasserrohrkesseln eine Combination von engen Röhren, von Dampfsammlern und Wasserbehältern geworden.

Das anfängliche Princip zur Erbauung ist mehr und mehr verlassen.

Einer der bekannteren Kessel dieses Systems, welches dem alten Principe bis jetzt treu blieb, ist:

a) *Der Bellevillekessel.*

Der Kessel ist dargestellt auf Taf. 12. Er besteht, wie man sieht, aus einem horizontalen Röhrenbündel, und dieses Röhrenbündel ist zusammengesetzt aus horizontal an einander gefügten Serien vertical über einander gelagerter Röhren.

Jede Serie bildet einen für sich bestehenden Schlangencanal, zusammengesetzt aus zwei horizontal an einander gebauten Reihen vertical über einander gelagerter Röhren, in der Art, wie Fig. 2 deutlich zeigt.

Die Röhren bestehen aus Schmiedeeisen, haben eine Wanddicke = 6^{mm} und einen lichten Durchmesser = 80^{mm} bis 100^{mm} dergestalt, dass der Fabrikant zu grösseren Kesseln auch weitere Röhren verwendet, und umgekehrt.

Die Verbindung der Röhren unter einander ist bewerkstelligt vermitteltst kleiner Kästchen *A* aus hämmerbarem Gusseisen dadurch, dass die mit Gewinde versehenen Rohrenden direct in das Muttergewinde der Kästchen eingeschraubt und durch kurze Contremuttern darin gesichert sind.

Um aber bei nöthig werdenden Reparaturen eine Serie desto leichter losnehmen und einbringen zu können, besteht das Vorderende der einen Verticalreihe aus zwei getrennten, mit Gewinde versehenen und durch eine Muttermuffe *D* mit einander verbundenen Stücken, deren kürzeres in das gusseiserne Kästchen eingeschraubt ist; so dass durch Zurückdrehen der Muttermuffe *D* auf das, mit längerem Gewinde versehene Ende des Siederohres *C* das Kästchen von diesem getrennt werden kann; — alles, wie Fig. 2 (Taf. 12) deutlich zeigt.

Das oberste Rohrende einer jeden Serie mündet in ein allen Serien gemeinschaftliches Dampfrohr *C* und das untere in ein gemeinschaftliches Speiserohr *B* (s. Fig. 1, Taf. 12).

Diese beiden Rohre liegen horizontal und vorn.

Das ganze Röhrenbündel ist direct über dem Rost gelagert und in einen vierkantigen Kasten eingehüllt, welcher vorn aus eisernen Thüren, an den übrigen drei Seiten dagegen bei stabilen Kesseln aus Mauerwerk und bei Schiffskesseln aus Eisenplatten besteht.

Der Normalwasserstand befindet sich ungefähr in halber Höhe des Röhrenbündels, und die Heizgase durchziehen dasselbe in einem einzigen Strom von unten nach oben, um dort durch den Rauchschieber zu entweichen.

Wodurch sich der Kessel am wesentlichsten von der älteren Construction unterscheidet, das ist die tiefe Lage des Normalwasserstandes und das Fehlen eines verticalen Cylinders ausserhalb des Kesselmauerwerks, dessen oberer Theil mit dem Dampfraum des Bündels, und dessen unterer Theil mit dem Speiserohr *B* in Verbindung stand, statt dessen hat Herr Belleville neuerdings einen Schlamm-
samm-
ler

L angeordnet, welcher mit dem Speiserohr *B* einerseits und mit dem Wasserabscheider *G* andererseits in Verbindung steht, und welcher unten einen Hahn *M* zum Ablassen des Schlammes trägt.

Hieraus resultirt eine so grosse Verschiedenheit in der Arbeitsweise beider Modelle, dass die Veränderung fast einem Systemwechsel gleichkommt.

Beim alten Modell nämlich lag der Normalwasserstand im Bündel wesentlich höher; die in den Siederöhren entwickelten Dampfblasen setzten die ganze Wassersäule einer Serie nach oben in Bewegung, trennten sich mehr oder minder vollkommen von dem mitgerissenen Wasser in einem Wasserabscheider, welcher sich unmittelbar über dem Dampfrohr *G* befand, und liessen das ausgeschiedene Wasser nicht direct in die Siederöhren, sondern in jenen aufrechtstehenden Cylinder ausserhalb des Kesselmauerwerks zurückfallen, von wo dasselbe wieder in das Speiserohr *B* eintrat, um von diesem aus sich wieder in die einzelnen Serien zu vertheilen und von Neuem seinen Weg nach oben zu nehmen.

Von solcher Wassercirculation ist bei dem neuen Modell keine Rede mehr.

Das Wasser stagnirt vielmehr in jeder Serie, wie in einem gewöhnlichen stehenden Kessel, und die aufsteigenden Dampfblasen und die auffliessenden Dampfströme müssen sich durch das stagnierende Wasser hindurchwinden.

Damit dieses Auffliessen der einzelnen Dampfströme nun möglichst geordnet und stetig vor sich gehe, damit also möglichst wenig Wasser mitgerissen werde, sind alle Siederöhren gleichmässig gegen den Horizont geneigt, während sie beim alten System alle horizontal lagen; und damit aus den untersten Röhren, in denen die grösste Dampfentwicklung stattfindet, der Dampf auf dem kürzesten Wege nach oben steigen kann, communiciren die Kästen A_n und A_n der beiden untersten Rohre (s. Fig. 1) mit einander in der Art, wie Fig. 2 zeigt.

Beim alten System, bei welchem also die ganze Wassermasse einer Serie mit dem Dampf steigen sollte, bei welchem also, um dieses Resultat zu erzielen, nur nöthig war, dass jedes Rohr mit dem darunter liegenden an einem Ende und mit dem darüber liegenden am anderen Ende verbunden wurde, bei diesem System bestand eine Serie aus nur einer Verticalreihe, und die Verbindung der Röhren geschah durch vertical gestellte Verbindungskästchen; — beim neuen System dagegen besteht eine Serie aus zwei nebeneinander stehenden Verticalreihen, und die Verbindung der Röhren geschieht durch horizontal gelagerte Kästen.

Man sieht, dass der Systemwechsel kaum gründlicher sein konnte, und dass der neue Belleville-Kessel mit dem alten kaum mehr als eine „Aehnlichkeit für den Laien“ gemein hat.

Aus der tiefen Lage des Normalwasserstandes darf man nun aber nicht schliessen, dass der Kessel überhitzten Dampf liefert; vielmehr ist der Dampf noch derart mit Wasser gemischt, dass, um trocknen Dampf zu erhalten, die Fabrikanten in das Dampfrohr noch einen besonderen Wasserabscheider eingeschaltet haben.

Man wird sich also vorzustellen haben, dass oberhalb des Normalwasserstandes die Röhren allerdings nicht mehr mit Wasser gefüllt, dass sie aber benetzt sind mit Wassertheilchen, welche der aufsteigende Dampf mit sich riss.

Die Reinigung der Siederöhren von Schlamm und Kesselstein zu ermöglichen, ist vorn in der Axe jedes Rohres am gusseisernen Kästchen ein Reinigungsloch angebracht, welches auf gewöhnliche Art verschlossen ist; die äussere Reinigung der Röhren aber, von Russ und Flugasche, geschieht durch eine Wischerbürste, und im Betrieb durch die, nunmehr für solche Fälle schon allgemein gebräuchliche, Anwendung eines dünnen Dampfstrahles; indem man diesen nämlich nach einander durch die einzelnen Serien leitet.

Das Merkwürdigste und das weitaus Interessanteste am Belleville-Kessel ist nun aber nicht der Kessel selbst, sondern seine Garnitur.

Wir machen zuerst auf die Drosselklappe x aufmerksam, welche die Stelle des Rauchschiebers vertritt, und automatisch regulirt wird.

Belleville nämlich calculirt so:

„Ein Arbeitsreservoir in meiner Kesselanlage muss ich haben (wegen des veränderlichen Dampfverbrauchs in den meisten Industrien).“

„Dies Reservoir mir durch einen grossen Wasserraum schaffen, kann ich nicht, denn mein System lässt nur Siederöhren von geringem Durchmesser zu; ich will es aber auch nicht, denn ich will hochgespannte Dämpfe produciren, und ein grosser Wasserraum ist desto explosionsgefährlicher und macht die Explosionen desto mörderischer, je höher die Dampfspannung ist“; = und hierin hat Herr Belleville vollkommen Recht.

„Also“, sagt Herr Belleville, „lasse ich die mechanische Arbeit da, wo sie ursprünglich sich befindet, d. h. im Brennmaterial, und Sorge nur dafür, dass ich sie aus demselben, sobald sie gebraucht wird, möglichst rasch entwickeln, in den Kessel überführen und nutzbar machen kann.“

„Das erreiche ich, indem ich für die Möglichkeit Sorge, den Zug von einem Minimum auf ein Maximum zu steigern.“

„Da ich aber von meinem Heizer nicht verlangen kann, dass er so rasch und oft die Luftzufuhr ändere, wie dies der wechselnde Arbeitsbedarf der Fabrik verlangt, so mache ich meinen Rauchschieber selbstthätig; und da, bei dem geringen Wasserraum

des Kessels, von der Zufuhr des Speisewassers genau dasselbe gilt, wie von der Zufuhr von Luft zum Rost, so soll auch die Zufuhr des Speisewassers automatisch regulirt werden.“

Diese Probleme realisiert Herr Belleville auf folgende Weise:

Man denke sich einen Blasebalg in Form einer Ziehharmonika von kreisrundem Querschnitt.

Dieser Blasebalg besteht aus einzelnen conischen durchlocherten Scheiben, also aus einzelnen conischen Ringen von Stahlblech.

Diese conischen Ringe sind so gegen und über einander gelegt, dass jeder Ring den unteren an der inneren und den oberen an der äusseren Peripherie berührt oder umgekehrt.

Zwischen die Berührungsflächen sind Gummiringe zur Dichtung eingelegt.

Durch die Axe dieser so geschaffenen Feder ist, sie zusammenhaltend, ein Schraubbolzen gezogen, welcher, verschiebbar, in dem das Ganze umschliessenden Gehäuse *Y* spielen kann.

Mit dem oberen Auge am Bolzen wird eine Zugstange *Z* (s. Fig. 4, Taf. 12) verbunden, welche auf den kürzeren Schenkel eines sehr ungleicharmigen Balancier *T* wirkt, und am längeren Schenkel dieses Balanciers hängt eine kurze Lenkstange *L* (s. Fig. 1), welche die Drosselklappe angreift.

Der Raum um die blasebalgähnliche Feder und im Gehäuse *Y* aber wird durch ein Rohr mit dem Wasserraum des Kessels in Verbindung gesetzt, und nun geschieht Folgendes:

Steigt der Druck im Kessel, so wird die blasebalgähnliche Feder zusammengedrückt, der Bolzen *Z* hebt, der Rauchschieber senkt sich, und die Verbrennung wird minder lebhaft.

Sinkt dagegen der Druck, so dehnt sich die Feder aus, und es geschieht genau das Entgegengesetzte vom Obigen.

Die Speisewasserzufuhr selbstthätig zu reguliren, scheint Herr Belleville ungefähr folgendermaassen gedacht zu haben:

„Die Zufuhr des Speisewassers selbstthätig abhängig zu machen von dem Niveau des Wassers im Kessel, ist eine precäre und bis jetzt stets misslungene Aufgabe.“

„Da ich (des geringen Wasserraumes wegen) aber überhaupt unausgesetzt speisen muss, so gewinne ich schon viel, d. h. ich erleichtere dem Kesselwärter schon bedeutend seine Arbeit, wenn ich die Menge des zugeführten Speisewassers unter sonst gleichen Umständen constant und unabhängig mache vom Dampfdruck im Kessel.“

„Der Kesselwärter hat dann eben weiter nichts zu thun, als den Speisehahn je nach dem Dampfverbrauch mehr oder weniger zu öffnen, und dies Geschäft wird ihm um so leichter werden, wenn er weiss, dass das Speisewasser mit immer derselben Geschwindigkeit in den Kessel eintritt.“

„Um das aber zu erzielen, betrage die Differenz zwischen den Pressungen im Speiserohr und Kessel constant zwei Atmosphären.“

Realisirt wird das Problem auf folgende Weise.

Man denke sich wieder den vorhin beschriebenen Blasebalg nebst Gehäuse.

Den Raum im Blasebalg oder der Feder denke man sich in Verbindung mit dem Dampfraum des Kessels; den Raum um die Feder und im Gehäuse denke man sich als einen Theil der Leitung von der Speisepumpe zum Kessel. Man denke sich ferner ein Sicherheitsventil, welches durch einen Stift, welcher auf schon beschriebene Weise mit der blasebalgähnlichen Feder verbunden ist, gehoben werden kann.

Man denke sich nun die letztere Feder so justirt, dass durch einen Ueberdruck von aussen gleich zwei Atmosphären eine Knagge unter den Hebel eines Sicherheitsventils gedrückt und das Speisewasser nach aussen abgeleitet wird, und man hat die Lösung des Problems.

Die Construction des bereits erwähnten Wasserabscheiders beruht auf dem, früher ziemlich viel angewendeten Princip, den Dampf durch Centrifugalkraft von dem Wasser zu befreien und so ist der Erfolg nicht durchschlagend zu nennen.

Dieser Wasserabscheider besteht aus einem äusseren Gefässe und einem inneren trichterförmigen Einsatz.

Letzterer, mit Löchern versehen, legt sich gegen Rippen, welche, schraubenförmig gewunden, mit dem äusseren Gefässe zusammengegossen sind.

Dadurch also wird zwischen beiden ein schraubenförmiger Canal geschaffen, welchen der aus dem Kessel durch das Rohr *F* eintretende Dampf passiren muss, falls er durch die kleinen Löcher in das Innere des Trichters eintreten und von dort aus durch das Dampfventil (welches sich centrirt auf dem Deckel der vereinigten Gefässe befindet) entweichen will.

Durch die schraubenförmige Bewegung des Dampfes im Gefässe wird nun das Wasser an die äusseren Wandungen geschleudert, rinnt im Schraubencanal abwärts und fliesst vom tiefsten Punkte desselben durch das Rohr *E* zurück zum Schlammsammler *L* (Fig. 4, Taf. 12).

Auf dem Deckel von *A* sind gleichzeitig noch die beiden Sicherheitsventile angebracht; und der ganze Apparat findet seinen Platz über dem Kessel (s. Taf. 12).

Sämmtliche Belleville-Kessel können mit 10 Atmosphären Ueberdruck (natürlich auch mit jedem geringeren Druck) arbeiten.

Soviel uns bekannt geworden, hat Belleville zwar nach und nach viele Verbesserungen an seinem Kessel angebracht, aber er ist seinem Principe treu geblieben, den Kessel ausschliesslich aus engen Wasserröhren herzustellen.

An denjenigen Kesseln, welche aus der Fabrik von Belleville direct bezogen waren und welche wir zu beobachten Gelegenheit hatten, haben wir die höchst sinnreiche Construction aller Details und die geradezu musterhafte Ausführung jederzeit bewundert.

In Deutschland hat, so weit wir wissen, sich die Firma Commandit Ges. auf Actien Loewe & Co. in Berlin um die Einführung der Belleville-Kessel vorzugsweise bemüht und viele gute Kessel, welche wir beobachtet haben, sind aus deren Fabrik hervorgegangen.

b) Der Rootkessel.

Wasserröhrenkessel ohne Wasserkammer.

Einen Rootkessel, und zwar einen solchen, wie er in der ersten Zeit von Root gebaut wurde, zeigt Taf. 13.

Auch dieser Kessel besteht aus einem etwas geneigt liegenden Röhrenbündel. Die Röhren bestehen aus Schmiedeeisen, haben für einen Betriebsdruck = 12 Atmosphären in Maximo 127 ^{mm} äusseren Durchmesser und eine Wandstärke = 4^{mm}5 mit Ausnahme der in der untersten Reihe liegenden Röhren, welche 5 ^{mm} Wandstärke besitzen.

Auf jedes Ende jedes Rohres wird auf der Drehbank scharfkantiges Gewinde geschnitten, und zwar wird der Support hierbei schräg gestellt, so, dass der Durchmesser des Gewindes nach der Mitte des Rohres zu etwas grösser wird.

Dieses conische Gewinde wird mit steifem Mennigkitt bestrichen, und sodann wird durch Maschinenkraft auf dasselbe ein gusseiserner Kopf geschraubt, welcher vorher auf der Drehbank ebenfalls mit schwach conischem scharfkantigen Muttergewinde versehen wurde.

Mit dem Aufdrehen (welches man auch ein „Aufwürgen“ nennen kann, weil eine bedeutende Kraft dazu gehört und das Rohrende durch den gusseisernen Kopf etwas comprimirt wird) hält man inne, sobald eine vom Arbeiter gehandhabte Chablone anzeigt, dass die beiden Köpfe an den Enden des Rohres eine bestimmte Entfernung voneinander haben, welche für alle Rohre eines Kessels genau die nämliche sein muss.

Von diesen Köpfen sind drei Sorten vorhanden, von denen sich zwei allein dadurch voneinander unterscheiden, dass bei der einen Sorte (Nr. 1a) seitliche Aussparungen fehlen, bei der anderen (Nr. 1) dagegen vorhanden sind.

Diese Aussparungen bilden im zusammengebauten Kessel Löcher *o* (s. Fig. 2, Taf. 13), durch welche man das Mundstück der Dampfstrahlspritze einführen kann, um den Russ von den Röhren zu fegen.

Den Ort der Anwendung für die Köpfe Nr. 1 und Nr. 1a zeigt Fig. 3, Taf. 13.

Damit nun der Kessel aus den einzelnen Röhren sich zu einem rechteckigen Prisma aufbaue und man gleichzeitig im Stande ist, jedes beliebige, etwa schadhafte gewordene Rohr durch jedes beliebige der in Reserve gehaltenen sofort auszuwechseln zu können, muss die rechteckige Form jedes Kopfes der eines jeden anderen congruent sein.

Deshalb wird diese Form durch Hobeln hergestellt nach einer Blechablonde, welche genau über jeden Kopf passen muss.

Im Uebrigen werden die Köpfe nicht bearbeitet.

Die dritte Sorte Köpfe (Nr. 2) wird am hinteren Ende der untersten Rohrreihe angewandt (s. Fig. 3, Taf. 13). Sie unterscheidet sich von der Nr. 1a nur dadurch, dass jeder Kopf mit einem nach unten gerichteten Stutzen versehen ist, vermittels dessen er mit dem „Schlamm sack“ *S* verbunden wird. Die Röhren werden nun so übereinander gelagert, dass die Röhren der einen Horizontalreihe immer mitten über dem Zwischenraum zwischen zwei Röhren der darunter liegenden Horizontalreihe ihren Platz finden; eine Anordnung, welche für eine rasche Aufnahme der in den Heizgasen enthaltenen Wärme sehr wesentlich ist.

Endlich werden alle vertical übereinander liegenden Röhren mit allen entweder rechts oder links zwischen ihnen liegenden an den Enden verbunden durch gusseiserne Kapseln, von denen vier Sorten, nämlich die Nr. 6, 7, 8 und 9 vorhanden sind.

Die ersten beiden Nummern unterscheiden sich von einander nur dadurch, dass sie symmetrisch zu einander geformt sind. Sie werden angewandt zur Verbindung der Rohrköpfe überall unterhalb der Wasserlinie.

Die letzten beiden Nummern (8 und 9) unterscheiden sich von einander ebenfalls wieder nur dadurch, dass sie symmetrisch zu einander geformt sind; von den Nr. 6 und 7 aber unterscheiden sie sich nur durch eine conische Rohrverlängerung „Schnauze“ genannt.

Diese Kappen werden zur Verbindung der Rohrenden oberhalb der Wasserlinie angewandt; dabei ist das Schnauzende nach oben gerichtet, und die Schnauze verhindert also, dass der am erhöhten Ende der Röhren angekommene Dampf direct durch Köpfe und Kappen in das Dampfsammelrohr *D* steige, bläst denselben vielmehr immer von Neuem in das darüber liegende Rohr unten axial ein, und giebt ihm dadurch Gelegenheit, sich besser vom mitgerissenen Wasser zu trennen.

Eine dritte Sorte Kappen (Nr. 3) dient zur Verbindung der obersten Rohrreihe mit dem Dampfsammler *D*, und endlich sind nun die obersten Oeffnungen der hinteren und die untersten Oeffnungen der vorderen Köpfe zu verschliessen, und das geschieht durch Kappen Nr. 11 und Nr. 10, welche man sich durch Zerschneiden der Kappe Nr. 3 gebildet denken kann.

Schliesslich ist Vorsorge getroffen, dass man den Kessel nach Schadhaftwerden eines Rohres, ohne dasselbe ersetzt zu haben weiter betreiben kann, und das geschieht durch die sog. Kuppelverschlüsse.

Wäre ein beliebiges Rohr aus der Mitte, z. B. das Rohr *g* (Fig. 2) schadhaft geworden; so muss, falls es nicht augenblicklich ersetzt werden kann, offenbar die Oeffnung *h* mit der Oeffnung *i* in Communication gebracht werden, und das geschieht durch den Kuppelverschluss Nr. 4.

Wäre dagegen ein Rohr der untersten Reihe, z. B. das Rohr *k* (Fig. 2) schadhaft, so muss jetzt die Oeffnung *l* mit einem anderen Rohre der untersten Reihe, und zwar mit der Oeffnung *n* verkuppelt werden. Da aber auch *m* mit *n* verkuppelt bleiben muss, so erreichen wir diese zweifache Verkuppelung durch den Kuppelverschluss Nr. 12 und 13, welche sich von einander wieder nur dadurch unterscheiden, dass die eine Nummer symmetrisch zur anderen gebildet ist.

Die Kappen und Kuppelverschlüsse werden vollständig un bearbeitet verwandt, es werden also auch nicht die Dichtungsflächen, weder an ihnen noch an den Köpfen der Rohre (gegen welche jene geschraubt werden) bearbeitet.

Das ist ein Uebelstand, denn um solche un bearbeitete (wenn auch noch so sauber gegossene) Flächen durch Gummischeiben zu dichten, bedarf es einer ausserordentlich starken Pressung der Gummiringe; und diese grosse Pressung, ausgeübt durch Schrauben, vermehrt ausserordentlich die Inanspruchnahme sowohl dieser Schrauben, als der gusseisernen Köpfe und Kappen, und gefährdet also deren Haltbarkeit.

Die Dichtungsgummiringe müssen, damit trotz der un bearbeiteten Flächen mit Sicherheit eine Dichtung erzielt werde, von ausserordentlicher Dicke (= 8^{mm}) genommen werden, und damit diese dicken Gummiringe durch den von innen wirkenden Dampfdruck nicht zerrissen werden, sind dieselben verstärkt durch einen eingelegten, schräg gegen die Drahrichtung geschnittenen, spiralförmig in vierfacher Windung laufenden Streifen aus Messingdrahtgewebe.

Die grosse Dicke der Gummiringe hat übrigens den Vortheil, dass durch sie die Elasticität einer Verticalreihe vermehrt wird; und das ist sehr wünschenswerth wegen der ungleichmässigen Ausdehnung der Rohre, hervorgerufen durch die ungleichmässige Erwärmung derselben.

Die auf dem Roste *RR* erzeugten Heizgase durchziehen das Röhrenbündel von unten nach oben, aber nicht in gerader Linie, sondern im Zickzack geleitet durch gusseiserne Platten *PP*, welche auf einige Rohrreihen gelegt sind, und entweichen oben durch den Fuchs *F* in den Schornstein.

Der von den Röhren durch den fegenden Dampfstrahl abgeblasene Russ lagert sich theilweise auf diesen Platten ab und kann von ihnen durch die Putzöffnungen *T* entfernt werden.

Um das Wasser vor Eintritt in den eigentlichen Kessel vorwärmen und dadurch im Kessel die Kesselsteinbildung (s. unten) vermindern zu können, hat Herr Walther neuerdings noch einen unter der Decke des Ofens angebrachten, aus einzelnen horizontalen Röhren *rr* bestehenden Vorwärmer hinzugefügt, dessen Röhren so mit einander verbunden werden, dass der ganze Vorwärmer ein Schlangrohr bildet.

Die Ventile *V* und *V* gestatten aber auch, den Vorwärmer (behufs Reinigung u. s. w.) auszuschalten, und den Kessel durch das Rohr *Q* direct zu speisen.

Endlich sieht man auch, wie bei *A* das Dampfentnahmeventil, bei *B* die Sicherheitsventile, bei *C* und *E* zwei Probirhähne, und bei *F* der Wasserstandszeiger mit Manometer angebracht sind.

In Deutschland hat den Bau der Root'schen Kessel vornehmlich die Actien-Commandit-Gesellschaft Walther & Co. in Kalk bei Deutz in die Hand genommen und unter sinngemässer Anwendung besserer Constructionen den Kessel ausgebildet und wesentlich verbessert.

Diese Firma baut den Root-Kessel in zwei Arten und zwar einmal ungefähr nach Art Taf. 13 aber verbessert und einmal wie Fig. 27 zeigt, mit Wasser- und Dampfbehälter, welche beiden nicht im Feuer liegen.

Diejenigen Verbesserungen, welche Walther & Co. an ihren Kesseln gegenüber der Originalconstruction angebracht haben, sind hauptsächlich folgende:

a) Zur Vermeidung der Unbequemlichkeit, dass, wenn ein unteres Rohr ausgewechselt werden sollte, immer erst 2 obere ausgezogen werden mussten, ist der Schlamm-sammler von den Verbindungsstücken fortgeblieben, weil derselbe hinderlich war.

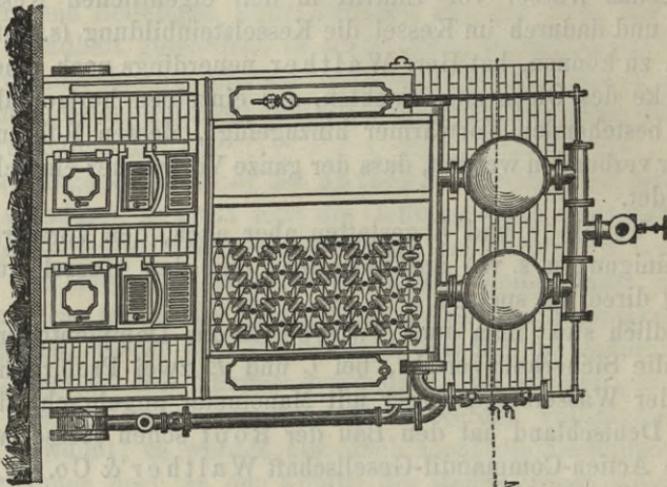
b) Die Verbindungskappen (Köpfe) sind bogenförmig und nicht mehr wie früher eckig. Die eckigen verstopften sich leicht und hinderten die Circulation.

c) Bei der verbesserten Construction kann jedes Rohr der untersten Reihe für sich einzeln herausgenommen werden, ohne dass es nöthig ist, darüberliegende wegzunehmen. Dies ist wichtig, da die untersten Rohre doch am meisten leiden.

d) Die früher gebräuchliche Asbest- und Gummidichtung der Köpfe war mangelhaft und eine stete Quelle wiederkehrender Ausgaben. Jetzt werden die Enden der Verbindungskappen und die entsprechenden Oeffnungen in den Rohrköpfen schwach conisch ausgebohrt und eiserne, nach beiden Seiten conische Ringe eingesetzt, welche durch den Druck der Schrauben fest in die correspondiren-

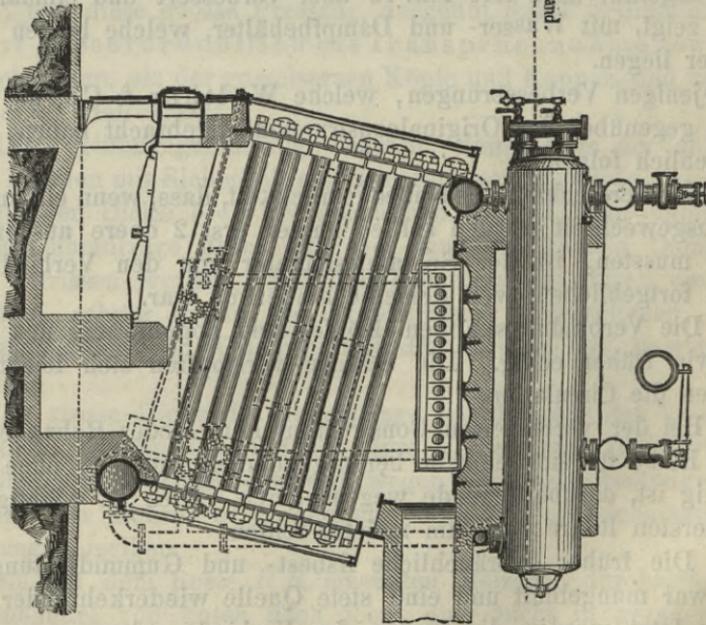
den Oeffnungen hineingepresst werden. Diese Methode ist der genannten Firma Walther & Co. patentirt. Sie hat sich gut bewährt.

Die zweite Construction des von der Firma Walther & Co.



Niedrigster Wasserstand.

Fig. 27.



gebauten Root-Kessels, wie sie in Fig. 27 dargestellt ist, ist nicht wesentlich verschieden, da lediglich mit dem Kessel zwei oben darüberliegende einfache Walzenkessel verbunden sind. Diese Kessel,

„Wasser- und Dampfbehälter“ genannt, haben den Zweck, eine ruhige Dampfwicklung zu erzeugen und einen Theil des Schlammes aus dem Wasser daselbst abzuscheiden, bevor letzteres in die Rohre kommt. Die Wasser- und Dampfbehälter werden von oben gespeist, am hinteren Ende fließt das Wasser nach unten in die Schlamm-sammler, von wo es in das hintere Ende der Rohre gelangt. Es entsteht dadurch eine lebhaftere Circulation, der Dampf trennt sich mehr vom Wasser und so muss dies entschieden als Verbesserung angesehen werden.

Nach dem Root'schen System werden auch von vielen anderen Firmen Kessel gebaut, doch bildet der Bau nur eine hauptsächlich ausgebildete Specialität bei Walther & Co. und bei der Rheinischen Röhrendampfkesselfabrik von Büttner & Co. in Uerdingen. Das Specificische der Construction der Kessel ist bei beiden Firmen gleich. Büttner & Co. legen zur Beförderung der Wassercirculation in die unteren und mittleren Rohre noch besondere Circulationsrohre.

c) Der Alban-Kessel.

Von den Kesseln mit kleinem Wasserraum, welche ausschliesslich aus einem Röhrenbündel bestehen (und diejenigen ausgenommen, welche, wie z. B. der von Woolf mit gusseisernen Röhren, ihrer vielen Unvollkommenheiten wegen sehr bald wieder verlassen wurden), ist der Alban-Kessel der älteste. Er bildet den besten Beweis, wie genial Alban in jeder Beziehung war. Die Entwicklung der Wasserröhrenkessel hat die Alban'sche Construction als die beste ergeben.

Eine der besseren Constructionen dieser Kessel entnahm Verfasser der Zeitschrift „The Engineer“, June 28, 1872, und stellte sie auf Taf. 20 dar.

Diese Kesselanlage ist die eines Dampfschiffes und besteht aus vier getrennten, symmetrisch zu einander angeordneten Kesseln.

Jeder einzelne Kessel besteht aus zwei rechteckigen, flachen, aus Eisenblech hergestellten Kästen K_1 und K_2 (Fig. 3), zwischen denen die Siederöhren eingebaut sind (Wasserkammern).

Letztere sind also befestigt in den einander zugekehrten Platten i_1 und i_2 (s. Fig. 1 und 2) der Kästen K_1 und K_2 , und zwar auf eine Weise, welche durch die zuletzt erwähnten Figuren deutlich dargestellt wird.

In das nach rechts gerichtete Ende jedes Siederohres ist nämlich Muttergewinde geschnitten, und vermittels dieses Muttergewindes wird das Rohr fest an die Platte i_2 gezogen durch einen Messingring R , welcher auf einem Theile seiner Länge Bolzengewinde trägt.

Um diesen Ring drehen, um also einen Schlüssel ansetzen zu können, ist der Ring innen mit drei angegossenen Rippen versehen (s. Fig. 5).

Am andern Ende dagegen ist das Rohr conisch ausgewalzt und in der Platte *i*, wiederum durch einen ähnlichen Messingring gesichert.

Die nöthige Widerstandsfähigkeit der ebenen Platten *a* und *i* gegen den Dampfdruck wird erzielt durch Stehbolzen *b*, und diese Stehbolzen dienen gleichzeitig zur Befestigung der Deckel *d*, durch welche die Reinigungslöcher verschlossen werden, von denen sich an jedem Ende jeden Rohres eins befindet. Das aus den Rohren aufsteigende Gemisch von Wasser und Dampf wird in den oberhalb der Rohrbündel liegenden Dampf- und Wasserbehältern *D, D* angesammelt und möglichst getrennt.

Diese Oberkessel *D, D* werden von den Feuergasen umspült.

Vergleichen wir nun diese Construction mit der Belleville's und Root's, so erscheint

1. der Alban-Kessel kaum so sicher als der Belleville-Kessel, denn die Festigkeit des Kessels ist hier zum grossen Theil abhängig von der Haltbarkeit jedes Stehbolzens. Diese Stehbolzen aber brechen, wie man an den Locomotiven erfahren hat, leicht; und wenn auch beim Alban-Kessel der Ursachen zum Bruch der Stehbolzen durchaus nicht so viele sind, wie beim Locomotivkessel (s. Abschnitt Locomotivkessel), so wird man doch, um sicher zu gehen, beim Alban-Kessel dieselben Vorsichtsmaassregeln anwenden, d. h. jeden Stehbolzen mit einem feinen, ganz durchgehenden centrischen Loch versehen müssen, welches den Bruch eines Stehbolzens durch Ausblasen von Dampf oder Wasser anzeigt.

2. erscheint beim Alban-Kessel das Auswechseln eines Rohres jedenfalls nicht so leicht wie beim Root-Kessel.

Die auf den Rosten *BB* entwickelten Heizgase durchziehen das Röhrenbündel in nahezu verticaler Richtung, umspülen dann noch die aus Eisenblech hergestellten Cylinder *D, D, D* von grösserem Durchmesser, in denen der Dampf getrocknet und eventuell etwas überhitzt wird, und gelangen sodann in den Schornstein *S*.

d) Steinmüller-Kessel.

(Wasserrohrkessel mit 2 Wasserkammern.)

Dem Alban'schen Kessel nachgeahmt ist der Steinmüller-Kessel, aber die Oberkessel liegen nicht im Feuer.

Bei ihm ist das ursprüngliche Princip der ausschliesslichen Verwendung von engen Wasserröhren, wie es beim Belleville- und beim Root'schen-Kessel ziemlich streng durchgeführt ist, grundsätzlich verlassen.

Diejenige Betriebssicherheit gegen die verheerende Wirkung von Explosionen, welche man den Kesseln, sofern sie lediglich aus engen Röhren bestehen, immerhin zuschreiben muss, ist weder beim Alban- noch beim Steinmüller-Kessel vorhanden. Die Einführung von

Wasserkammern mit ebenen Wänden und die eng damit verbundene Nothwendigkeit grosse Wasser- und Dampfbehälter anzulegen, hat eine gewisse Gefährlichkeit mit sich gebracht, aber sie ist doch lange nicht im Verhältnisse zu der Gefährlichkeit der Walzenkessel, Flammrohrkessel, Heizröhrenkessel u. s. w.

Betrachtet man aber diejenigen Vortheile, welche aus der neuen Construction für den Betrieb entstanden sind, so sind sie, (der geringen Vergrösserung der Gefährlichkeit gegenüber so gross, dass eine Erwägung über das Mehr der Gefährlichkeit in der That kaum am Platze ist. Durch Anwendung vortrefflichen Materiales, starker Dimensionen und durch vollendete Ausführung ist die Sicherheit der Wasserkammern und Dampf- und Wasserbehälter genügend verbürgt.

So weit uns bekannt geworden, gebührt den Gebr. Steinmüller in Gummersbach unstreitig ein grosses Verdienst um die Herstellung, Vervollkommnung und Einführung von Wasserröhrenkesseln, welche in jeder Weise brauchbar sind. Es verdient dies sehr hervorgehoben zu werden, denn viele ähnliche Constructions sind seit einigen Jahren in den Handel gekommen und bilden nur immerhin mittelmässige Verbesserungen des Alban-Kessels. Der Steinmüller-Kessel ist eine besondere Type der Wasserrohrkessel, und deshalb wollen wir ihn näher beschreiben, wobei wir Steinmüller's Mittheilungen zu Grunde legen, welche mit unseren eigenen Beobachtungen übereinstimmen.

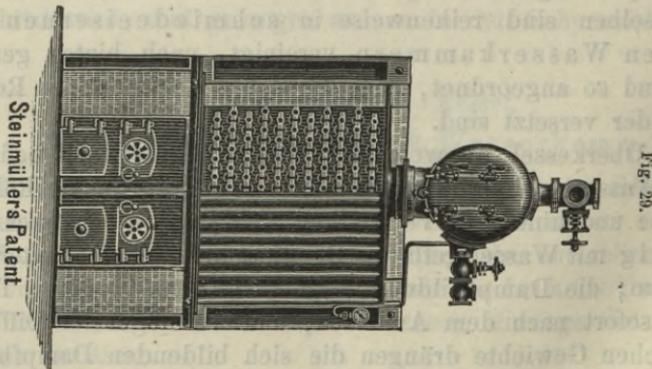
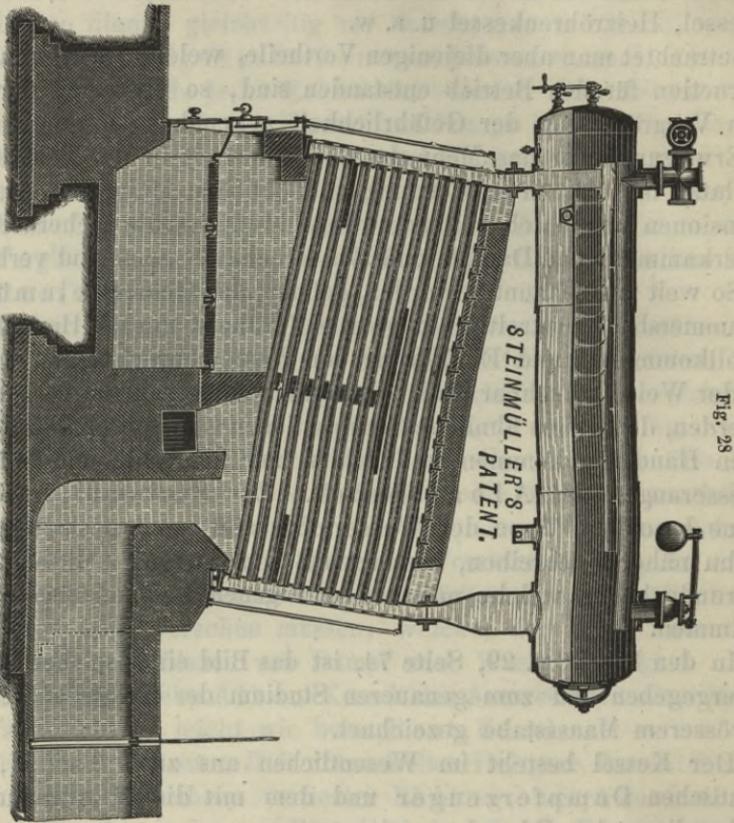
In den Fig. 28 u. 29, Seite 74, ist das Bild eines solchen Kessels wiedergegeben und zum genaueren Studium der Kessel auf Taf. 14 in grösserem Maassstabe gezeichnet.

Der Kessel besteht im Wesentlichen aus zwei Theilen, dem eigentlichen Dampferzeuger und dem mit diesem verbundenen, darüber liegenden Oberkessel.

Der Dampferzeuger ist aus schmiedeeisernen Röhren zusammengesetzt; dieselben sind reihenweise in schmiedeeisernen geschweissten Wasserkammern vereinigt, nach hinten geneigt aufgestellt und so angeordnet, dass die Rohre der einzelnen Reihen gegen einander versetzt sind.

Da der Oberkessel, an welchem sich der Wasserstand befindet, zur Hälfte Wasser enthält und mit dem darunter liegenden Röhrensystem vorne und hinten in Verbindung steht, so ist letzteres stets vollständig mit Wasser gefüllt. Der Rost befindet sich unter dem Röhrensystem; die Dampfbildung beginnt in dem vorderen Theile der Rohre sofort nach dem Anheizen, und vermöge der Differenz der specifischen Gewichte drängen die sich bildenden Dampfblasen nach oben, steigen durch die vordere Wasserkammer aufwärts und reissen eine Menge Wasser mit sich. Um nun die vollständige Trennung des Wassers vom Dampfe zu bewerkstelligen, wird dieses Gemenge von Dampf und Wasser oberhalb des Wasserspiegels im

Oberkessel in einen langen, horizontal eingebauten Apparat geleitet, dessen Boden durchlöchert ist. Durch diese Löcher fällt das Wasser, wegen seines grösseren specifischen Gewichtes, in der langsamen



Strömung, in dünne Strahlen vertheilt, auf den Wasserspiegel zurück, während der Dampf ruhig entweicht. (Deutsches Reichspatent 573.) Das nunmehr von Dampfblasen ziemlich freie Wasser

fliest durch die hintere Verbindung in das Röhrensystem zurück und drängt diese dichte Wassersäule die vorne sich bildenden Dampfblasen vor sich her, wodurch eine rapide Circulation eintritt, welche den gesammten Inhalt des Kessels nachgewiesenermaassen in wenigen Minuten an den Heizflächen vorbeiführt.

In Folge dieser vollkommenen und massenhaften Circulation wird in dem Oberkessel so zu sagen eine künstliche Verdampfungsoberfläche erzeugt, welche weitaus grösser ist, als die vieler anderer Kessel, und deren Dimension um so mehr zunimmt, je mehr Wasser circulirt, beziehungsweise Dampf entwickelt wird. Durch die so beschriebene Art der Trennung des Wassers vom Dampfe im Dampftraume und über dem Wasserspiegel, in einer ruhig fliessenden Verdampfungsoberfläche, ist ein Ueberreissen von Wasser auf ein Minimum reducirt, und man erhält trockenen Dampf, was u. A. die wissenschaftliche Untersuchung auf der Düsseldorfer Ausstellung im Jahre 1880 bestätigte.

Die geschweissten Wasserkammern sind in ihren ebenen Wänden durch Stehbolzen versteift. Dichtungen zum Zwecke der Verbindung der Röhren untereinander fallen ganz weg. Die Kessel werden in der Regel bis zu 14 Atmosphären Druck gebaut.

Steinmüller veröffentlicht in einer Broschüre diejenigen Betrachtungen, welche ihn bei Construction und Ausbildung seines Kessels geleitet haben, wie folgt:

„Nur in denjenigen Kesseln ist eine lebhaftere Wassercirculation vorhanden, bei denen die geneigt liegenden Rohre vorn und hinten mit Wasserkammern und darüber liegendem Dampfsammler versehen sind. Nur in diesem Falle ist es möglich, einen Wasserstrom von genügender Stärke zu erhalten, der sich constant im Kreislauf durch die Rohre, die vordere Wasserkammer, in den Dampf- und Wassersammler und durch die hintere Wasserkammer in die Rohre zurückbewegt. Die Quantität des Circulationswassers ist nun nicht allein von der Differenz der specifischen Gewichte des Gemisches von Dampf und Wasser in den Röhren und dem des Wassers im Oberkessel abhängig, sondern auch von der Quantität des producirten Dampfes und von den Widerständen, welche sich dem Wasserstrom bei seiner Fortbewegung in den Communicationen (Röhren, Kappen u. s. w.) darbieten, und es ist einleuchtend, dass durch enge, vielfach gewundene und lange Wasserwege, wie sie bei einigen Constructionen unausbleiblich sind, der Wasserstrom ganz bedeutende Widerstände erfährt, folglich grössere Dampf Räume in den Röhren existiren müssen, welche ihre Haltbarkeit auf die Dauer gefährden.“

„Jede Kesselconstruction dieser Art, welche keine Rücksicht auf genügend weite und möglichst kurze Dampf- und Wasserwege nimmt,

wird nur eine unvollkommene Wassercirculation haben, welche den Anforderungen eines bisweilen unbeabsichtigt strammen Betriebes nicht genügt, denn alle publicirten Versuche sprechen für geringe Beanspruchung dieser Kessel, d. h. der Quadratmeter Heizfläche nimmt nur eine geringe Anzahl Calorien zur Dampfbildung auf. Da, wo engröhrlige Siederohrkessel mit einer scheinbaren Circulation so beansprucht worden sind, wie man es von älteren Kesselsystemen als selbstverständlich ansieht, waren, ganz abgesehen von bedeutenden Mengen übergerissenen Wassers, grosse Reparaturen an den Röhren die Folge. Die Kessel mit unvollkommener Wassercirculation müssen also bedeutend mehr Heizfläche zur Production eines bestimmten Dampfquantums erhalten, als die mit vollkommener Wassercirculation, oder, um deutlicher zu sein, es müssen anstatt 1 Quadratmeter Heizfläche etwa 2 Quadratmeter für dieselbe Leistung genommen werden.“

„Um eine vollkommene Wassercirculation zu erhalten, ist der Steinmüller-Kessel anders angeordnet als die Belleville-, Root-, Sinclair- und anderen bekannten Siederohrkesselconstruktionen. Steinmüllers trennten den Kessel in zwei durch Einmauerung geschiedene Theile, einen eigentlichen Dampferzeuger und ein darüber liegendes Dampf- und Wasserreservoir, welches nicht von den Heizgasen berührt wird und verzichteten aus weiter unten dargelegtem Grunde auf die Benutzung eines ansehnlichen Procentsatzes Heizfläche an demselben. Der Dampferzeuger, bestehend in einem nach hinten geneigt liegenden Röhrenbündel; wurde vorn und hinten mit dem Reservoir verbunden und auf diese Weise getrennte Communicationen für den Dampfstrom vorn und für den Wasserstrom hinten geschaffen, deren Länge auf das kleinst mögliche Maass beschränkt ist. Die Erwägung, dass die Wassercirculation um so lebhafter wird, je grösser die Differenz der specifischen Gewichte des Wassers in der hinteren Communication und des specifischen Gewichtes des Gemisches von Dampf und Wasser in der vorderen Communication ist, führte uns dazu, das vordere Communicationsrohr über den Wasserstand im Oberkessel zu verlängern und den Dampf- und Wasserstrom in einen langen horizontalen Kasten über den Wasserspiegel im Oberkessel zu führen. Dasselbst fällt das Wasser, vermöge seines weit grösseren specifischen Gewichtes, in der langsamen Strömung zu Boden und durch Oeffnungen auf den Wasserspiegel zurück, der Dampf tritt dann aber trocken am andern Ende des Kastens in einen vergleichsweise grossen Dampfraum aus.“

„Es ist einleuchtend, dass aus dieser horizontal fortgeleiteten Schicht und aus den getrennten Strahlen das Wasser sämtliche Dampfblasen frei lässt und dass sich im Oberkessel — der principiell von der Berührung mit den Heizgasen ausgeschlossen ist — nur dichtes

Wasser, d. h. kein mit Dampfblasen untermischtes, befindet, mithin der niedergehende Wasserstrom das möglichst höchste specifische Gewicht hat. Die auf diese Weise hervorgerufene Gleichgewichtsstörung ist derart, dass mit dem Dampf grosse Wassermassen diesen Weg machen und eine so energische Wassercirculation hervorrufen, wie sie andern Kesseln nicht eigen ist. Da immer neue Wassermassen mit den Heizflächen in Berührung kommen, ist die Circulation folglich auch die Veranlassung zu der bedeutenden Leistungsfähigkeit unserer Kessel und der vorzüglichen Haltbarkeit der Rohre. Durch unser Patent wird dem Dampf- und Wasserstrom eine ganz bestimmte, durch keine Gegenströmung behinderte, Richtung angewiesen und die vollständige Trennung von Dampf und Wasser bewirkt.“

Soweit berichtet Steinmüller selbst. Wir können aus unserer Erfahrung bestätigen, dass sich diese Kessel sehr gut bewähren und vielfach Anwendung gefunden haben. Wir müssen indessen dabei rathen, die Röhren nicht länger als $4-4\frac{1}{2}^m$ zu machen, weil dieselben sonst leicht krumm werden, namentlich diejenigen, welche den Feuer gasen zunächst ausgesetzt sind, also in Folge der grösseren Hitze sich mehr ausdehnen, als andere. Soviel wir zu beobachten Gelegenheit gehabt haben, liefert der Steinmüller-Kessel von den Wasserröhrenkesseln den trockensten Dampf. Jedoch darf man die Dampfproduction nicht zu hoch treiben, 12—15 Kil. per Quadratmeter Heizfläche und Stunde scheint uns am praktischsten. Leider wird vielfach bis 22 Kil. verlangt. Im ersten Falle kann man den Ausnutzungseffect der Kohle im Mittel auf etwa 70—72 % rechnen, im letzteren auf etwa 62—66 %. Mehrfach haben andere Techniker noch höhere Ausnutzung als 72 % gefunden. Wir glauben, dass bei sehr starker Dampfproduction der Dampf Wasser mit aus dem Kessel fortreisst.

e) *Dürr'scher Kessel.*

(Wasserrohrkessel mit 1 Wasserkammer.)

Der Dürr'sche Kessel, welcher von der Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik Dürr & Co. construirt ist und eine durch deutsches Reichspatent geschützte Specialität der Fabrikation ist, bildet eine besondere Type der vielen Wasserröhrenkesselconstructionen, welche besonderer Erwähnung verdient. Während Steinmüllers zwei Wasserkammern anwenden, welche (mit dem Oberkessel verbunden) so arbeiten, dass in der Kammer rechts das Wasser vom Oberkessel nach unten fällt, während das Gemisch von Wasser und Dampf in der Wasserkammer links (vorne) nach oben steigt, um im Oberkessel getrennt zu werden, so ist der Dürr'sche Kessel anders.

Dürr verwendet nur links (vorne) eine Wasserkammer, welche jedoch in der Mitte eine den Wänden parallele Scheidewand hat und dazu dient, den Einhängeröhren (ähnlich den Field'schen) einen

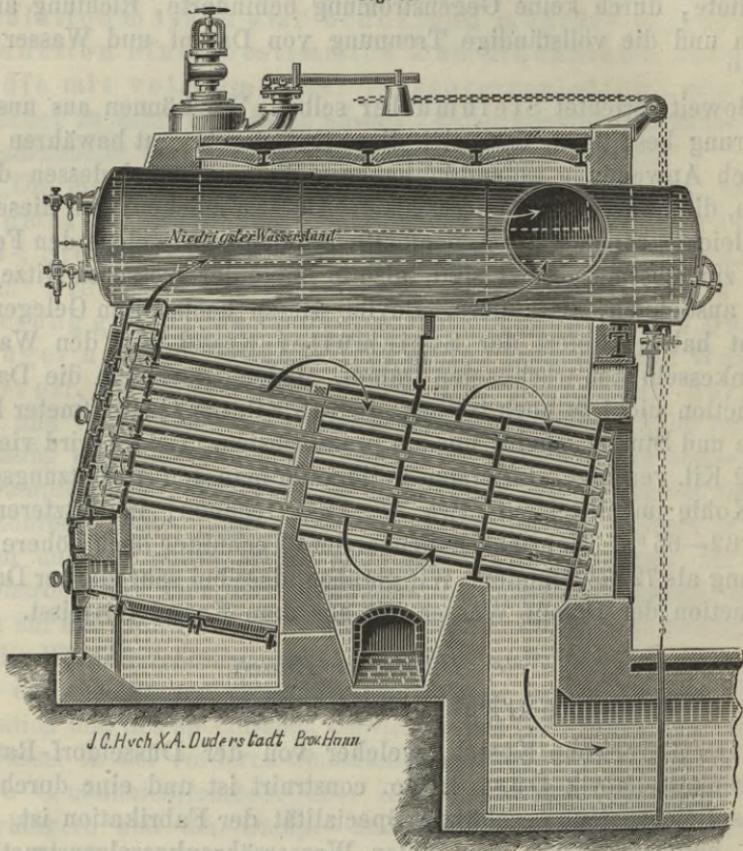
Halt zu geben. Die Wasserröhren sind an dem einen Ende geschlossen. Der Oberkessel wird geheizt, liegt also in den Feuergasen.

Wir geben in Fig. 30 ein Bild des Dürr'schen Kessels, welches die Leitung der Heizgase deutlich angiebt.

Wir lassen nun Dürr's eigene Beschreibung seines Kessels folgen:

„Der Kessel besitzt je nach Grösse resp. Art des Fabrikbetriebes 1—2 Oberkessel, welche durch geschweisste Stutzen mit der sogenannten Trennungskammer in Verbindung stehen. — Letztere dient zur Aufnahme der Siederohre und zu der unserem System eigen-

Fig. 30.



thümlichen patentirten Trennung des Speisewassers, der aufsteigenden Dämpfe und des dampfführenden Wassers. — Diese Trennung geschieht einerseits durch die in die Trennungskammer eingesetzten Scheidewände, andererseits durch die in jedes einzelne Siederohr eingesetzten Speiserohre. — Die Einführung des Wassers geschieht vorn in dem Oberkessel, in welchen auch vorn die aufsteigenden Dämpfe und das dampfführende Wasser zuerst gelangen, und sollen sich hier die Schlammtheile und die kesselsteinbildenden Substanzen durch die plötzliche starke Erwärmung des Speisewassers ausscheiden.“

„Das Speisewasser durchzieht hiernach die beiden Oberkessel in ihrer ganzen Länge, gelangt dann erst nach dem vorderen Theile der Trennungskammer und von hier durch die oben erwähnten einzelnen Speiseröhre in die Siederöhre. — Hier beginnt die eigentliche Dampfentwicklung, welche durch die dünnen Wandungen der Röhre und die senkrechte Führung der Feuergase zu denselben wesentlich befördert wird. — Die Dämpfe steigen in dem hinteren Theil der Kammer nach dem Oberkessel, in welchen das Speisewasser eingeführt ist, durchziehen denselben bis zu dem gemeinschaftlichen Verbindungsstutzen nach dem 2. Oberkessel und von hier nach dem Dom. — Bei diesem langen Weg und dem in Folge der Neigung stets wachsenden Querschnitt im 2. Oberkessel sollen sämtliche im Dampf haftenden Wassertheile ausgeschieden und somit der Dampf vollständig getrocknet werden.“

Das aus dem Dampf ausgeschiedene Wasser tritt mit dem Speisewasser auf dem vorher beschriebenen Wege wieder nach den Siederöhren. Diese Circulation des Wassers im Kessel soll eine jede Ablagerung in den Siederöhren verhindern, welche besser in den Oberkesseln stattfinden kann und zwar hauptsächlich in dem hinteren Theile derselben, da dieser ausserhalb der Circulation liegt und dadurch 2 natürliche Schlammstöcke bildet. — Am tiefsten Punkte der Oberkessel und ausserhalb des Mauerwerks befinden sich 2 conisch geformte Abblasestutzen, welche das Ausblasen des Schlammes jederzeit vollständig und ohne jegliche Betriebsstörung ermöglichen. — Bei Ausführung mit 1 Oberkessel wird eine Scheidewand eingesetzt, wodurch dieselbe Circulation wie bei 2 Oberkesseln erreicht wird. —

Die Scheidewand in der Trennungskammer ist so construiert, dass die Herausnahme der Speise- und Heizröhre, sowie auch das vollständige Reinigen der letzteren mit Leichtigkeit stattfinden kann. —

Von grossem Interesse ist bei dem Dürr'schen Kessel die Befestigung der Siederöhren, Einhängeröhren und die Einrichtung der Scheidewand in der Wasserkammer, wodurch die Führung eines aufsteigenden und eines absteigenden Wasserstromes in einer Kammer ermöglicht ist und zuverlässig erhalten bleibt.

Wir bringen deshalb die näheren Constructionen in nachstehenden Figuren 31—33 (S. 80).

Die Wasserkammer *k* wird gebildet durch die Seitenplatten *d* und *g* (Fig. 31 u. 32). Diese beiden werden durch Stehbolzen *ff* gehalten. Die Wasserkammer wird durch eine Blechwand *P* in zwei Theile getheilt. Die Stehbolzen *ff* halten diese Blechwand mit zwei Muttern und Scheiben fest.

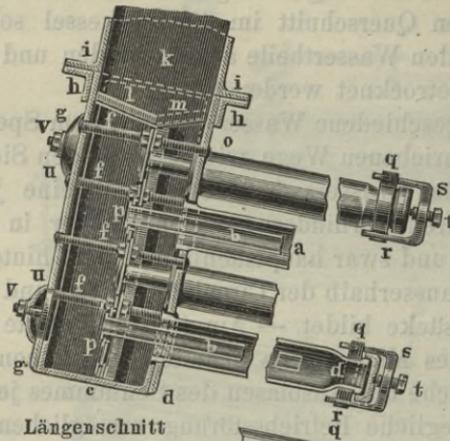
In der Seitenplatte *d* der Wasserkammer sind die 100 ^{mm} weiten Siederöhre *aa* eingewalzt und befestigt, während in der Scheidewand *P* die Einhängeröhre *b* festsitzen. Die Siederöhre *aa* sind am hinteren Ende verzüngt und daselbst mittels Kappe *r*, Bügel *s* und

Druckschraube *t* fest geschlossen. Die Einhängeröhre *p* sind an beiden Seiten offen und reichen in die Siederöhre fast bis zu deren Ende hinein, frei schwebend.

Die Siederöhre haben am Ende noch eine Unterstützung, welche eine Längsausdehnung aber keine Durchbiegung nach unten gestattet. In der Seitenplatte *g* sitzt genau vor jedem Rohre ein Verschlussdeckel *u* mit Druckschraube *v*, durch welchen man beide Röhren (Siederohr und Einhängerohr) herausziehen kann.

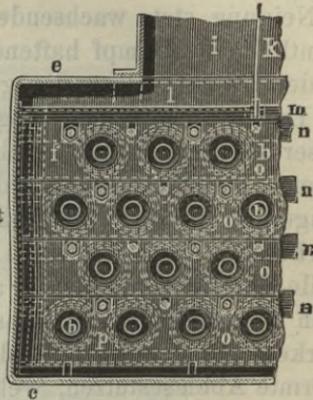
Die Einhängeröhre *b* dienen dazu, das Wasser in das hintere Ende der Siederöhre *a* zuverlässig hineinzuführen. Die Siederöhre *a*

Fig. 31.

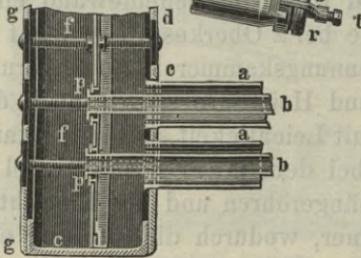


Längsschnitt

Fig. 33.



Querschnitt



Grundriss

Fig. 32.

werden vom Feuer erhitzt, und aus ihnen strömt das kochende Gemisch von Wasser und Dampf mit grosser Gewalt in die vordere Partie *m* der Wasserkammer und von da in den oberen Theil des Oberkessels, während aus dem unteren Theil des letzteren das Wasser in die Partie *l* der Wasserkammer zurückfällt und von da in die Einhängeröhre eintritt.

Das System ist offenbar gut durchdacht, und es ist unzweifelhaft, dass eine tüchtige Verdampfung und eine gewaltige Wassercirculation eintreten muss. Das Wesentliche der Rohrconstruction ist dem sog. Field'schen Rohre nachgebildet, worauf wir noch später zurückkommen werden.

Obgleich wir keine praktischen Erfahrungen an Dürr'schen Kesseln zu machen Gelegenheit gehabt haben, so glauben wir doch als sicher annehmen zu können, dass ein gutes Speisewasser eine wichtige Bedingung für die Haltbarkeit der Kessel bildet, ebenso wie es praktisch sein wird, die Röhren möglichst kurz zu nehmen.

f) Schmidt'scher Wasserröhrenkessel.

(Rohrsystem in 2 Bündeln.)

Der Wasserröhrenkessel nach dem deutschen Reichspatente des Herrn J. G. Schmidt Nr. 609 und 1274, wie er von der Firma S. Huldschinsky Söhne in Gleiwitz gebaut wird, ist von den unter *a)* bis *e)* beschriebenen Wasserrohrkesseln in mehreren Punkten wesentlich verschieden.

Die Rohre liegen horizontal, sie sind in zwei selbstständige Gruppen (Bündel) getheilt und weite Rohre dienen zum Ansammeln und Vertheilen, während zur Scheidung von Wasser und Dampf ein grosser Dampf- und Wasserbehälter dient. Das eine Rohrbündel dient zur Dampfentwicklung, das andere als Vorwärmer.

Wir wollen das Charakteristische des Kessels näher beschreiben und dazu in Fig. 34, S. 82 ein Bild vom Kessel hinzufügen.

Sämmtliche Röhren haben 100^{mm} Durchmesser und 4^{mm} 5 Wandstärke. Die Rohre sind an ihren Enden mit aufgeschraubten Köpfen aus schmiedbarem Guss versehen und durch Verbindungsbogen aus gleichem Material derart verbunden, dass stets sämmtliche in einer verticalen Reihe übereinander liegende Rohre eine Schlange bilden.

Die über dem Roste gelagerte erste Gruppe der Rohre (Vorderkessel genannt) arbeitet als Circulationskessel, in welchem Dampf- und Wassergemisch in steter kräftiger Circulation begriffen nach dem darüber liegenden Dampfsammler aufsteigt.

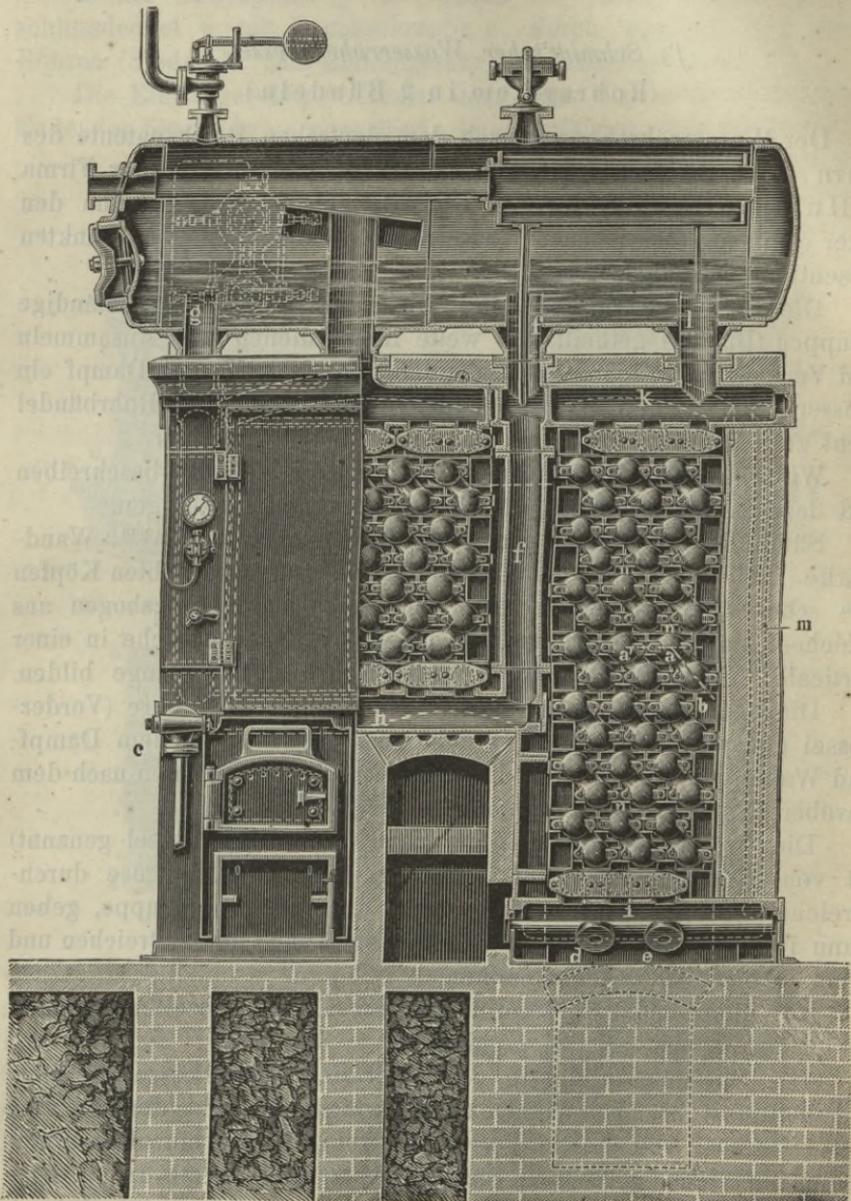
Die zweite Rohrgruppe hinter dem Roste (Hinterkessel genannt) ist von oben bis unten mit Wasser gefüllt. Die Heizgase durchstreichen von der Feuerung aus direct die erste Rohrgruppe, gehen dann in die zweite Gruppe, wo sie von oben nach unten streichen und dann in den Schornstein kommen.

Die Rohrbündel sind an der einen Seite von weiten Sammel- und Vertheilungsröhren eingerahmt.

Die Speisung erfolgt in das unter dem Hinterkessel liegende Vertheilungsrohr, das Wasser steigt, entgegengesetzt der Richtung der Heizgase, von diesem Vertheilungsrohre in die einzelnen Rohrschlangen wieder oben in ein Sammelrohr *k*, welches mit dem grossen Dampfsammler (Dampf- und Wasserbehälter) verbunden ist, und durch welches es in diesen eintritt, um Dampf und Luftblasen vom Wasser zu trennen. Von diesem Dampfsammler fällt das Wasser durch ein verticale Rohr *f* in ein Vertheilungsrohr *h*, welches unter dem Vorder-

kessel liegt, es steigt in die Rohre des Vorderkessels und wird daselbst durch die Heizgase zum Kochen gebracht. Dampf- und Wassergemisch steigen von den obersten Rohren in ein gemeinschaftliches Sammelrohr, welches mit dem Dampfsammler communicirt derart, dass der Ver-

Fig. 34.



bindungsstutzen durch die Wasserschicht in den Dampfraum hineinreicht. Der Oberkessel liegt nicht im Feuer.

Liegt ein solcher Kessel allein, so wird der Rost so hingelegt,

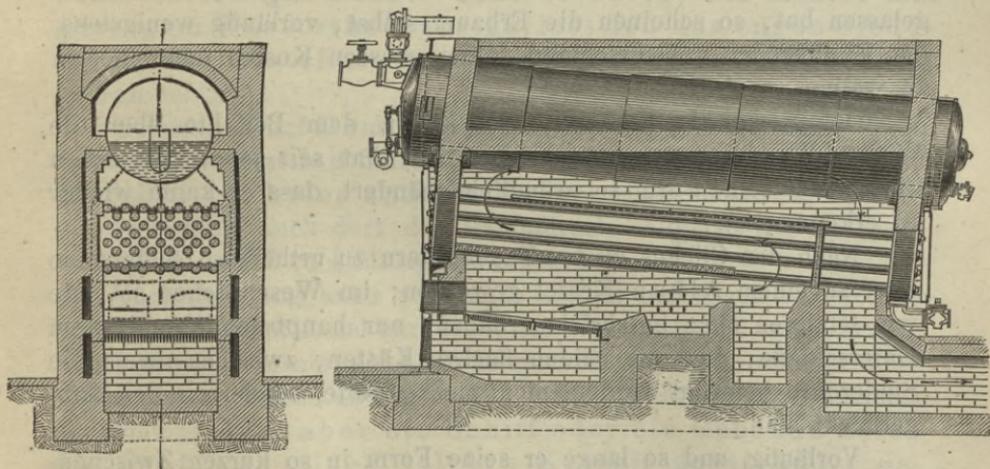
wie er gezeichnet ist, handelt es sich um mehrere Kessel nebeneinander, so wird die Lage des Rostes um 90° gedreht, so dass seine Längsrichtung parallel zu den Rohren liegt. Der Kessel arbeitet nach dem Gegenstromprincip, bei kalter Speisung verrosten die letzten Rohrreihen des Vorwärmers. Die Ausnutzung der Feuergase (Kohle) ist natürlich eine gute.

g) *Heine's Wasserröhrenkessel.*

Eine Kesselconstruction, welche mit dem Alban'schen Kessel die Wasserkammern gemeinsam hat, welche aber zu den engen Wasserrohren noch in ihrer Mitte ein weites Wasserrohr, einen richtigen kleinen Walzenkessel und oben auf den Wasserkammern einen grossen Dampfsammler, welcher von den Heizgasen umspült wird, aufzuweisen hat, stellt der Heine'sche Kessel dar.

Die Wasserkammern sind rund und tragen oben einen grossen Dampf- und Wasserbehälter. Im Mittelpunkte verbindet beide Wasserkammern ein weites Siederohr (0^m3 — 0^m8 im Durchmesser), und concentrisch um dieses Rohr sind die engen Wasserrohre in mehreren Reihen angeordnet.

Fig. 35.



Der Rost liegt unterhalb der Rohre zwischen den Wasserkammern, und die Heizgase streichen rechtwinklig zur Längsrichtung der Rohre durch die Zwischenräume und heizen auch den grossen Dampfsammler.

In den letzten Jahren ist diese Anordnung von Heine mehr verlassen und dafür die in Fig. 35 dargestellte Construction eingeführt.

Durch Anwendung des grossen Dampfsammlers und des weiten mittleren Siederohres ist bei der ersten Construction eine verhältnissmässige Gefährlichkeit wieder in die Construction des Wasserrohrkessels gekommen, weil beide geheizt werden. Andererseits ist der Kessel aber als Dampfwickler verbessert und durch die Schaffung

grosser Dampf- und Wasserräume muss der Kessel einen Theil der Vorzüge von Grosswasserraumkesseln hinsichtlich des bequemen Dampfhaltens gewonnen haben.

Diesen Vortheil giebt die zweite Construction auf, gewinnt aber durch den Wegfall des weiten Mittelrohres an Sicherheit.*)

Die altbekannte Firma A. Borsig in Moabit-Berlin baut vielfach die Heine'schen Kessel von 5—100^{qm} Heizfläche.

h) Andere Kessel mit kleinem Wasserraum.

Eine grosse Anzahl Fabriken und Ingenieure beschäftigen sich fortwährend mit der Aufgabe, eine noch bessere Lösung des Problems: einen Dampfkessel mit geringem Wasserraum, welcher allen billigen Ansprüchen genügt, zu construiren, oder aber auch einfach nur Patentrechte zu umgehen, und so entstehen denn eine grosse Anzahl neuer „Systeme“, welche alle aufzuzählen oder gar zu beschreiben weit über den Zweck dieses Buches hinaus geht.

Erwähnen wollen wir nur, dass der Howard-Kessel, trotz der vielen Zeitungsreclame, in der Praxis bei uns fast gar nicht vorkommt. Er scheint also, wenigstens in Deutschland, wenig vertreten zu sein; und da die Reclame in letzter Zeit einigermaassen nachgelassen hat, so scheinen die Erbauer selbst, vorläufig wenigstens, der Einführung in Deutschland keine grossen Kosten mehr opfern zu wollen.

Der Sinclair-Kessel, welcher in dem Berichte über die Wiener Weltausstellung beschrieben ist, hat seit jener Zeit schon einige Mal seine Form so gründlich geändert, dass er kaum wieder zu erkennen ist.

Nach den Clichés in den Tageblättern zu urtheilen, ist derselbe jetzt zu einem Alban-Kessel geworden; im Wesentlichen so, wie wir letzteren oben beschrieben haben, nur hauptsächlich mit dem Unterschiede, dass die beiden flachen Kästen, zwischen denen die Siederohre befestigt werden, nicht mehr gerade, sondern in der Mitte geknickt sind.

Vorläufig, und so lange er seine Form in so kurzen Zwischenräumen ändert, ist anzunehmen, dass man durch diese Aenderungen wesentliche Uebelstände beseitigen will, welche ihm noch anhaften, und deshalb muss vorläufig auf eine nähere Beschreibung desselben hier verzichtet werden.

i) Werth und Zukunft der Kessel mit kleinem Wasserraum.

Die Höhe der Dampfspannung, welche man anwendet, oder wenigstens, und mit Recht, anzuwenden wünscht, wächst von Jahr zu Jahr.

*) Ueber den Entwicklungsgang der Construction des Heine'schen Kessels siehe Glaser's Annalen, Heft 124, Jahrgang 1882. Seite 78—82.

Eine Dampfspannung von 3—4 Atmosphären, früher die übliche, wird bereits als eine für die meisten Industrien unbequem niedrige gehalten. Man verlangt jetzt 6—8 Atmosphären, und in nicht gar ferner Zeit wird man 10—12 Atmosphären haben wollen.

Dazu kommt die Zunahme der Dampfkessel innerhalb der Städte, in engen Strassen, dunklen mit hohen Häusern umgebenen kleinen Höfen. Man stellt heutzutage Dampfkessel im Keller, in Werkstätten und in Höfen auf, so dass die Wirkung einer eventuellen Explosion von gewaltigen Folgen begleitet sein kann.

Nun ist es aber Thatsache, dass die Explosionsgefahr mit der Dampfspannung rapide zunimmt, ebenso dass die Intensität der Explosion eines Grosswasserraumkessels kolossale Dimensionen annehmen kann.

Wenn auch die Technik des Dampfkesselbaues und der Blechfabrikation mit der angedeuteten Entwicklung des Dampfbetriebes Schritt hält, so gebietet doch die Rücksicht auf Leben und Eigenthum Anderer, die Anhäufung von Gefährlichkeit inmitten der Menschen nach Möglichkeit zu vermeiden.

Will man also hohen Dampfdruck erzielen, so bleibt schliesslich gar Nichts anderes übrig, als Kessel mit geringem Wasserraum ausschliesslich aus engen Siederöhren herzustellen, wenn man genügende Sicherheit haben will.

Namentlich auf Dampfschiffen, wo so viele Menschen durch eine Kesselexplosion gefährdet sind, wird in nicht gar ferner Zeit die Polizei gar keine anderen Kessel mehr dulden, namentlich wenn man auch dort den Dampfdruck steigert, wie es Nothwendigkeit und Zweckmässigkeit erheischen.

Unglück genug kann zwar auch ein nur aus engen Siederöhren bestehender Dampfkessel anrichten; denn der aus irgend einem Bruche ausströmende Wasserstrahl kann in unmittelbarer Nähe oder in demselben Raume befindliche Menschen in beliebiger Anzahl verbrühen und tödten; dass aber ein Schiff oder ein Gebäude durch die Explosion eines solchen Kessels auseinander geschleudert werde, erscheint undenkbar und ist, unseres Wissens, bis jetzt auch nicht vorgekommen.

Deshalb verdienen diese Kessel bis zu einem gewissen Grade den Namen „Sicherheitskessel“, namentlich diejenigen, deren Oberkessel nicht im Feuer liegen.

Dass und weshalb sie ferner eine durchaus rationelle Ausnützung des Brennmaterials ermöglichen, ist schon wiederholt ausführlich dargelegt; und dass und weshalb sie ein überaus rasches Anheizen und rasche Steigerung des Dampfdruckes gestatten, ist dort ebenfalls zur Genüge erklärt.

Das sind aber auch die Hauptvortheile dieser Kessel.

Hat man dagegen ein grosses Arbeitsreservoir nöthig, also einen grossen Wasserraum, wie z. B. in chemischen und Zuckerfabriken u. s. w., da sind diese Kessel unbrauchbar; und hat man einen grossen Dampfraum nöthig, wie z. B. bei den Wasserhaltungsmaschinen ohne Schwungrad, da sind solche Kessel sehr unpraktisch.

Ihr grösster Uebelstand besteht aber in der Schwierigkeit, die engen Siederöhren von Kesselstein zu befreien.

Man lasse sich nie vom Verkäufer einreden, dass durch die Wassercirculation oder durch die abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung der (wie immer gestalteten) Siederöhren, oder durch irgend welche Vorwärmer die Bildung einer dickeren Schicht von Kesselstein verhindert werde! — es ist nicht wahr.

Um mit solchen Kesseln auf die Dauer zur Zufriedenheit arbeiten zu können, bleibt gar Nichts übrig, als mit reinem Wasser zu speisen und da das von der Natur nur sehr selten geliefert wird, so ist die allgemeinere Einführung dieser Kessel mehr und mehr abhängig von der allgemeineren Reinigung des Kesselspeisewassers vor dem Speisen. Diese Reinigung ist mit allen Mitteln zu erstreben.

Die Methoden, welche man in neuerer Zeit mit Erfolg versucht hat, um dieses Ziel zu erreichen, werden wir später kennen lernen.

Trotz der Schwächen der Wasserröhrenkessel haben sie ihre ganz hervorragenden Vorzüge, welche ihnen eine Bedeutung im Dampfbetriebe verschaffen, die leider von manchen Fachleuten noch nicht genügend gewürdigt wird.

Nach unserer Ansicht kann es gar nicht ausbleiben, dass bald die Gesetzgebung auch die Aufstellung grosser Dampfkesselanlagen innerhalb der Städte oder, allgemein gesagt, innerhalb grosser Häusercomplexe, in welchen sich Menschen aufzuhalten pflegen, an die Bedingung der Verwendung engrohriger Siederöhre (Wasserrohrkessel) knüpfen wird. Allerdings wird dabei vorausgesetzt, dass bei kleinen und mittelgrossen Anlagen die Verwendung von locomobilen und transportablen Dampfkesseln unter Beachtung gewisser neu zu schaffender Vorschriften daneben wesentlich erleichtert wird, sofern Heizfläche, sowie Wasserraum sich in so bescheidenen Grenzen halten, dass die Quantität der Explosionswirkung gering ist. Wir müssen der Erleichterung der Verwendung transportabler Kessel sehr das Wort reden, denn es liegt dieselbe im Interesse des Geschäfts und im Zuge der Zeit und wir stehen nicht an zu erklären, dass es dafür ohne irgend welche Beschwerung der Industrie recht gut, sogar nothwendiger Weise gefordert werden müsse, dass solche Kessel dann auch mit einer genügenden Menge von Sicherheitsapparaten ausgerüstet werden könnten. Auf diese Weise ist bei dem heutigen Stande des Revisionswesens genügende Sicherheit in beiden Fällen

geschaffen und das vielseitig gefürchtete Monopol für Wasserröhrenkessel braucht weder die Dampfkesselfabrikation noch die Industrie zu ängstigen.

Die Wasserröhrenkessel werden auch reparaturbedürftig wie die Heizröhrenkessel, die unterste Rohrreihe hat am meisten vom Feuer zu leiden, und wenn ein Riss im Wasserrohre oder im Heizrohre entsteht und Wasser und Dampf herausströmen, so ist in beiden Fällen das gleiche Unglück möglich. Nachdem man Wasserkammer und Dampf- und Wassersammler den Wasserrohrkesseln anzuhängen für praktisch und nöthig befunden, besteht zwischen transportablen Kesseln und Wasserrohrkesseln bezüglich des Wasserinhalts kaum noch ein Unterschied. Bei beiden Kesseln wird aber die Wirkung eines Unfalles aller Wahrscheinlichkeit nach nur einen geringen Umfang annehmen, da sie doch wohl in den weitaus meisten Fällen aus dem zerbrechlichsten Element, den Röhren ihren Ursprung nehmen wird, welche letztere geringe Dimensionen haben.

Dass aber die Wasserrohrkessel durch die Reclame so ausserordentlich in den Vordergrund gedrängt werden, das ist wohl zum Theil mit in geschäftlichem Interesse zu suchen. Das gewöhnliche Geschäft der Kesselfabrikation, soweit es sich um die einfachen bekannten Systeme von Walzenkesseln, Doppelkesseln und Flammrohrkesseln u. s. w. handelt, ist geradezu unlucrativ geworden. Solche Kessel werden handwerksmässig hergestellt und nicht fabrikativ. Ein einfacher Kesselschmied und die allereinfachste Einrichtung genügen heutzutage schon zum Baue von einfachen Kesseln. Es handelt sich im Grossen und Ganzen mehr um Gewinn eines guten Tagelohnes und um Gewinn aus billigen grossen Blechankäufen. Bei der Fabrikation der Heizröhren und Wasserröhrenkessel liegt die Sache wesentlich anders. Sie ist eine Specialität geworden, welche sich ihre Constructionen durch Patente zu schützen sucht, es sind ausgiebige maschinelle Einrichtungen nöthig und die Kessel müssen bis ins Detail durchconstruirt werden.

Dafür ist der Preis ein hoher.

Es ist durchaus beachtenswerth, bis zu welcher Vollendung die Fabrikanten der Röhrenkessel seit 20 Jahren alles bis in Kleinigkeiten hinein ausgebildet haben, während doch die übrige Kesselfabrikation viel langsamer sich herausmacht.

Das Verlangen nach hohem Dampfdruck, nach geringem Raumbedürfniss, nach Beweglichkeit der Einrichtung und die Erkenntniss erhöhter Betriebssicherheit hat mit der Vervollkommnung der Fabrikation gleichen Schritt gehalten und den durchaus berechtigten Aufschwung der Verwendung von Wasserröhrenkesseln und Heizröhrenkesseln in den letzten Jahren ganz wesentlich unterstützt.

Der Werth der einzelnen Systeme der Wasserröhrenkessel hängt davon ab, ob die Arbeitsweise der Kessel ein ungehindertes Auf-

steigen der Dampfblasen und Nachströmen frischen Wassers zuverlässig verbürgt.

Dies hängt von der gesammten Construction und von der Vollkommenheit der Ausbildung der Details ab. Steigen die Dampfblasen und Luftblasen nicht rasch und zwar sämmtliche in die Höhe, bleiben vielmehr einzelne in Ecken und Winkeln sitzen, sind die Hindernisse gegen das Aufsteigen zu gross, so taugt der Kessel nichts, weil das Blech daselbst überhitzt wird und durchbrennt. Sind die Querschnittsöffnungen der Kopfstücke zu eng, so schleift das durchströmende Wasser vermittels der suspendirten Unreinigkeiten das Eisen bald durch.

Fliesst das Wasser zu langsam nach, so setzen sich Dampf- und Luftblasen fest, die Unreinigkeiten aus dem Wasser, Schlamm und Kesselsteinsplitter lagern sich ab und das Blech verbrennt.

Im Weiteren und Wesentlichen hängt der Werth von der richtigen Scheidung von Dampf und Wasser aus dem Gemisch ab.

Der Obergeringieur L. Vogt in Barmen, welcher sich mit dem Studium der Arbeitsweise der verschiedenen Systeme beschäftigt hat, hat darüber eine geistvolle Darstellung gegeben, welche in der Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine (Breslau bei Korn in Nr. 3, Jahrgang 1884) enthalten ist. Wir empfehlen, sich aus derselben zu belehren.

§ 3. Kessel mit mässigem Wasserraum.

Diese Kessel werden allemal gebildet durch grosse Gefässe, bestehend aus cylindrischen, kugelförmigen oder ebenen Platten von grosser Ausdehnung und deshalb grosser Dicke — gerade wie die Kessel mit grossem Wasserraum.

Von den letzteren unterscheiden sie sich aber wesentlich dadurch, dass ihre Heizfläche nicht ausschliesslich aus den Wänden der grossen Gefässe, sondern ausserdem durch eine Anzahl enger Röhren gebildet wird, mit denen man jene Gefässe armirt.

Unter diesen Röhren kann man sofort zweierlei Arten unterscheiden: die Feuerröhren und die Siederöhren.

Heizröhren nennt man solche Röhren, deren innere Wandung von den Heizgasen, und deren äussere vom Wasser (oder Dampf) umspült wird; und umgekehrt nennt man Siederöhren solche Röhren, deren innere Wandung vom Wasser (oder Dampf) und deren äussere von den Heizgasen umspült wird.

Die Kessel mit mässigem Wasserraum treffen wir nun armirt bald mit Feuerröhren und bald mit Siederöhren allein und bald mit beiden Arten Röhren.

Die Gestalt dieser Röhren, d. h. sowohl ihre Querschnittsform als ihr Längenprofil, ist nun wiederum ausserordentlich verschieden,

und dadurch entstehen dann eine Menge Kesselformen, von denen wir die gebräuchlichsten hier betrachten wollen.

Glücklich combinirt nennen wir einen solchen Kessel, wenn folgende Bedingungen einer rationellen Construction an demselben mehr oder minder vollkommen erfüllt sind:

1. Die Heizgase sollen einen solchen Weg nehmen, dass sie zuerst die schlechtesten, sodann die besseren und zuletzt die allerbesten Heizflächen berühren — weil auf diese Weise mit der geringsten Heizfläche der grösstmögliche Effect erreicht wird.

Dabei ist von den Heizflächen der Siederohre, Heizrohre und Flammrohre die erstere als die bessere anzusehen, und im Uebrigen ist von zweierlei Heizflächen die dünnwandigere als die bessere zu betrachten.

2. Alle Theile des Kessels und der Heizcanäle sollen möglichst vollkommen und leicht von Russ und Flugasche, sowie von Schlamm und Kesselstein gereinigt werden können.

3. Die grösste Menge Schlamm soll sich in einem Theile des Kessels ablagern, welcher womöglich gar nicht oder mindestens nur schwach geheizt wird.

4. Werden Siederohre angewandt, so sollen die Heizgase sich möglichst normal zur geometrischen Axe der Rohre bewegen; in den Röhren aber soll eine lebhaftere Wassercirculation stattfinden.

5. Zur Aufnahme der ersten Hitze des Feuers sollen nur dauerhafte Heizflächen und nicht die Verbindungs- und Befestigungsstellen von Heizröhren und Siederöhren verwendet werden.

Ausserdem bleiben selbstverständlich alle Bedingungen bestehen, deren Erfüllung wir oben als zu einer guten Kesselanlage überhaupt erforderlich kennen gelernt haben.

a) *Der Heizröhrenkessel.*

Der Heizröhrenkessel, gewöhnlich schlichtweg „Röhrenkessel“ genannt, ist unseres Wissens zuerst bei den Locomotiven angewandt — ja, die Locomotive verdankt diesem Kessel recht eigentlich ihre Einführung in die Praxis.

Die grossen Erfolge nun, welche man mit diesem Kessel an den Locomotiven erzielte und welche theilweise ihre Ursache in der vorzüglichen Qualität der durch die Röhren gebildeten Heizfläche haben, liessen den Gedanken nahe legen, auch auf stationäre Kessel die Anwendung der Heizröhren auszudehnen. Die Heizfläche der Heizröhren ist aber deshalb eine vorzügliche: erstens, weil diese Röhren ihres geringen Durchmessers wegen sehr dünnwandig sein können; und zweitens, weil die Heizgase beim Passiren der Heizröhren sich in sehr dünne Strahlen theilen müssen, so dass also jedem Gas-theilchen viel Gelegenheit geboten wird, die Röhren zu berühren und dadurch seine Wärme an den Kessel abzugeben.

Die Heizröhren unterscheiden sich von den früher besprochenen Flammrohren nur dadurch, dass sie nicht aus Blech gebogen und genietet, sondern gezogen und von viel geringerem Durchmesser sind.

Diese Röhren bestehen entweder aus Messing, Schmiedeeisen oder Stahl. Man bestellt sie nach äusserem Durchmesser und wählt diesen gewöhnlich zwischen den Grenzen 43^{mm} und 90^{mm}, bei einer Wandstärke = 2^{mm} bis 4^{mm}, ja bis 5^{mm}.

Man ist aber an diese gebräuchlichsten Maasse keineswegs gebunden, vielmehr liefern die Röhrenfabriken und verwenden die Kesselschmiede Röhren in Durchmessern von 32^{mm} bis 260^{mm}, bei Wandstärken von 2^{mm} bis 9^{mm} und in Längen bis zu 5^m.

Der Grund, weshalb Röhren von 43^{mm} bis 52^{mm} Durchmesser und 2^{mm} Wanddicke die gebräuchlichsten sind, ist der, dass diese Röhren die kleinsten sind, welche sich behufs Entfernung des Russes noch bequem fegen lassen, während andererseits die Güte und Leistungsfähigkeit der Röhrenheizflächen natürlich desto besser ist, einen je kleineren Durchmesser die Röhren haben.

Die Länge der Röhren darf nicht zu gross sein, falls der hintere Theil derselben noch eine Wärmemenge aufnehmen soll, welche zu den Anschaffungskosten des vergrösserten Kessels in einem günstigen Verhältniss steht.

Sie ist, wie man leicht einsieht, abhängig vom Zugquerschnitt, also von dem inneren Durchmesser der Röhre, dergestalt jedoch, dass es für jeden Durchmesser eine zweckmässigste Länge giebt, nicht aber umgekehrt, dass eine gegebene Länge auch einen gewissen Rohrdurchmesser wünschenswerth macht, vielmehr wiederholen wir, dass Röhren von kleinem Durchmesser stets besser sind als solche von grossem.

Wenden wir das für Flammrohrkessel gefundene Verhältniss von

$$\frac{\text{Heizfläche}}{\text{Zugquerschnitt}} = 80 \dots \dots \dots (18)$$

an, und bezeichnen wir den inneren Durchmesser der Röhre mit \mathcal{D} , und ihre Länge mit \mathcal{L} , so wird

$$\frac{\mathcal{D}^2 \pi}{4} = \frac{\mathcal{D} \pi \cdot \mathcal{L}}{80} \text{ und}$$

$$\mathcal{L} = 20 \mathcal{D} \dots \dots \dots (19)$$

Diese Länge ist indess so gering, dass man mit ihr nur in den seltensten Fällen die nöthige Heizfläche erzielen kann.

Man geht deshalb sehr häufig über sie hinaus, und zwar findet man bei *Locomobilen* gewöhnlich $\mathcal{L} = 40 \mathcal{D}$, zuweilen sogar $\mathcal{L} = 65 \mathcal{D}$, bei *Locomotiven* dagegen ist $\mathcal{L} = 80 \mathcal{D}$ und darüber nicht selten. Bei stationären Kesseln mit weiten Rohren $\mathcal{L} = 45 \mathcal{D}$.

Die ersten Röhrenkessel, welche man erbaute, waren, wie gesagt, *Locomotivkessel*, deren Construction unten wird besprochen werden.

Bald darauf übertrug man genau dieselbe Bauart auf Schiffs-, Locomobil- und stationäre Kessel, und änderte für diese Verwendungen später nur die äussere Form und die Verhältnisse ab, ohne an dem Principe wesentlich zu rütteln.

Solche Kessel, welche von Tag zu Tag mehr angewandt werden, leiden nun an dem Uebelstande, dass die Röhren von Kesselstein zu befreien sehr schwer ist. Um diese Operation leichter ausführen zu können, verfiel man später auf die Idee, die hintere Röhrenplatte und die Feuerkiste nicht mit dem Kessel zu vernieten, sondern so mit demselben zu verschrauben, dass man diese Theile und die sie verbindenden Röhren als ein Ganzes aus dem Kesselmantel herausziehen kann (s. Locomobilkessel).

Die Construction hat sich bewährt und ist sehr zu empfehlen.

Dass die Concurrenz nicht müde geworden ist, gegen die Construction der Ausziehbarkeit des Rohrsystems ein Gegenmittel zu ersinnen, ist erklärlich, — das Lösen einer Menge Schrauben, das Wiederverdichten und Befestigen derselben ist immerhin eine Arbeit, welche Zeit, Geld und etwas Intelligenz erfordert. Wenn man die Rohrbündel nicht ausziehbar macht, so lässt man jedes Rohr aus der einen (hinteren) Stirnwand etwas herausstehen und macht die vorderen Rohrenden dicker als die im Kessel befindliche Partie des Rohres. Man schlägt das Rohr heraus, reinigt es von Kesselstein, schweisst eventuell ein Stückchen an und setzt es wieder ein. Das geht auch, aber es kann nicht ohne Kesselschmied und selten am Orte der Aufstellung gemacht werden, und diese Uebelstände haben dem ausziehbaren System gewaltigen Vorschub geleistet.

Für grosse Kessel empfiehlt sich die neuerdings mehr in Anwendung gekommene Methode, nach welcher man den Röhrenkessel einem Zweiflammrohrkessel nachbildet oder mit Flammrohrkessel combinirt.

Man ordnet nämlich die Röhren in zwei bis vier Bündeln und zwischen diesen einen so grossen Raum an, dass in demselben sich ein ausgewachsener Mann bewegen und die Röhren abkratzen kann.

Das Abkratzen (und mehr kann man dann auch nicht thun, wenn man das ganze Röhrenbündel aus dem Kessel herauszieht) genügt aber keineswegs, um den Kesselstein gründlich zu beseitigen, und darin liegt eine gewisse Schwierigkeit für alle Röhrenkessel.

Dagegen ist klar, dass Röhrenkessel auf kleinem Raum viele und vorzügliche Heizfläche darbieten.

Indessen ist zu beachten, dass mehr und mehr die Erkenntniss sich Bahn bricht, dass es rationell sei, das Wasser vor dem Eintritt in den Kessel zu reinigen und dass es recht brauchbare Methoden dazu bereits giebt. In Folge der Wasserreinigung fällt der grösste

Theil der Lästigkeit und der bösen Folgen aus Kesselstein- und Schlammablagerungen fort.

Wir wollen nur einige Typen von Heizröhrenkesseln beschreiben.

Dupuis-Kessel.

Einen sehr rationell construirten Röhrenkessel aus der Fabrik von Desiré Dupuis in Aachen zeigt Taf. 9.

Er besteht aus einem liegenden Walzenkessel *A* und einem stehenden *B*, welche mit einander vernietet sind.

Um *B* nicht zu sehr zu schwächen, ist die Communication von Dampf und Wasser zwischen den beiden Walzenkesseln bewirkt nur durch die Löcher *C* und *D*.

In den stehenden Walzenkessel *B* sind vertical die Röhren eingebaut.

Die auf dem Rost entwickelten Heizgase heizen zuerst den liegenden Walzenkessel *A*, darauf, indem sie den stehenden Walzenkessel *B* umspülen, diesen; bewegen sich dann nach unten (gelegentlich den Schlamm sack *E* noch erwärmend) und treten von unten in die Röhren ein und oben aus denselben aus, um durch den Fuchs *F* in den Schornstein zu gelangen.

Wir haben hier also: 1. richtige Führung der Heizgase, indem zuerst die schlechtere Heizfläche der Walzenkessel und zuletzt die beste der Röhren geheizt wird; 2. Ablagerung der grössten Menge Schlamm in dem nicht geheizten Boden des Schlamm sackes *E*; 3. leichte Reinigung der Röhren vom Kesselstein, weil zwischen den Röhrenbündeln ein Mann bequem kratzen kann; 4. leichte Reinigung der Röhren von Russ: Zu dem Ende wird der eiserne Deckel *G* abgehoben und jedes Rohr mit der Rohrbürste durchgestossen.

Der Dampf wird bei *G* entnommen und ist, weil die durch die Röhren ziehenden Heizgase auch den Dampfraum heizen, ziemlich trocken.

Die Herstellung des Mannloches und des Wasserstandsdomes aus Gusseisen ist nicht zu empfehlen.

Stützen *H* dient zur Aufnahme des Speiserohres und Stützen *J* zur Aufnahme der Sicherheitsventile.

Zweiflammrohrkessel mit Feuerbüchse und Heizröhren.

Auf Taf. 7 bringen wir in den Fig. 3 und 4 einen Kessel für grosse Heizflächen, welcher eine Specialität der berühmten Firma J. Piedboeuf in Aachen ist und in der gezeichneten Modalität patentirt ist.

Von allen stationären Landkesseln mit grosser Heizfläche bis zu 200^m ist dies der einzige uns in vielfacher Anwendung vorgekommene Kessel, welcher nicht unbedingt eines Mauerwerkes bedarf,

sondern auf Tragfüssen stehen und mit Holz und Filz verkleidet werden kann.

Die Einrichtung des Kessels ist ohne Weiteres aus der Zeichnung ersichtlich. Die beiden Flammrohre dienen zur Aufnahme der Feuerung. Sie sind an einer ovalen Feuerbüchse befestigt, welche eine Anzahl von Galloway-Röhren (Quersiedern) enthält. Die Feuerbüchse ist behufs Zugänglichkeit und behufs Reinigung durch weite Stutzen nach oben und nach unten mit dem Mantel verbunden. In der Rückwand der Feuerbüchse sitzen die Heizrohre, welche natürlich zur Erzielung eines guten Zuges, also des nöthigen Zugquerschnittes, recht weit (80^{mm} bis 90^{mm}) und in recht grosser Anzahl gewählt werden müssen.

In der Regel sind die Röhren behufs Abkratzens in 2 Bündel getheilt.

Es leuchtet ein, dass der Kessel eine sehr gute Ausnutzung des Brennstoffes gewähren muss. Wir haben 72—77 % Effect beobachtet.

Ausgezeichnet accurate Ausführung vorausgesetzt, hält sich der Kessel gut. Bei starker Anstrengung oder schlechter Bewartung bringen die Ausdehnungsverhältnisse leicht Undichtigkeiten in den Röhren hervor. Davor muss man den Kessel hüten. Wir haben gefunden, dass eine Dampfproduction von etwa 14—15 Kil. per ^{lm} Heizfläche per Stunde die praktischste ist und dass dann Missstände mit dem Kessel aus der verschiedenen Ausdehnung der inneren Theile ausgeschlossen sind. Dass gutes Speisewasser für den Kessel Lebensbedingung ist, gilt als selbstverständlich.

Combinirter Flammrohr- und Heizröhrenkessel.

Da in der Regel für eine grössere Kesselanlage der Platz in der Höhe viel billiger als in der Länge zu schaffen ist, und um die verschiedenen Ausdehnungsverhältnisse zwischen den Zweiflammrohren und den Heizröhren aufzuheben, setzt man seit etwa zehn Jahren vielfach die Kessel nicht hinter einander (wie Taf. 7), sondern man baut einen selbständigen Ein- oder Zweiflammrohrkessel als Unterkessel und legt einen einfachen Heizröhrenkessel über denselben als Oberkessel, welche beide Kessel (Ober- und Unterkessel) man durch einen weiten Stutzen verbindet. So entsteht der combinirte Flammrohr- und Heizröhrenkessel, wie ihn Taf. 10 zeigt.

Die Combination der beiden Kessel an sich ist nicht neu, sondern schon von Tischbein vor vielen Jahren ausgeführt, aber sie ist wesentlich durch Weinlig 1876 geändert, und diese Aenderung bildete eine solche Verbesserung, dass von da ab die Verwendung der Kessel in noch grösserem Umfange zu datiren ist.

Bei der früheren Combination hatte nur der Oberkessel einen Dampfraum, die Dampfblasen, welche aus der heftigen Dampfentwicklung durch die Flammrohre massenhaft resultiren, mussten

durch die ganze Wassermasse hindurchfliessen. Demzufolge wallte der Wasserstand sehr und der Dampf war nass. Ein fernerer Uebelstand, welcher mit der Anbringung von 2 Stutzen und der Herstellung gemeinschaftlichen Wasserraumes in Ober- und Unterkessel verbunden war, macht sich dadurch geltend, dass sich Schlamm und Kesselstein auf den Flammröhren, Heizröhren und namentlich an der hinteren Rohrwand des Oberkessels ablagern. Letztere bekommt daher bald Risse. Es leuchtet ein, dass das Wasser im ganzen Kessel sehr stark wallen muss, dass sich hauptsächlich durch den vorderen Stutzen die Dampfblasen nach oben drängen, während im hinteren Stutzen das Wasser nach unten geht.

In Folge der Ausdehnungsverhältnisse wurden die Nähte der Verbindungsstutzen und die Rundnähte des Oberkessels bald undicht.

All diesen Uebelständen begegnet die Weinlig-Construction, wie sie auf Taf. 10 gezeichnet ist. Das Wesentliche derselben ist Folgendes:

a) Der Oberkessel wird gespeist. Das Wasser fällt durch ein separates frei stehendes, oben trichterförmig erweitertes Ueberlaufrohr *R* von selbst in den Unterkessel. Alles Wasser, welches im Oberkessel über dem festgesetzten tiefsten Wasserstande steht, fliesst in den Unterkessel. Zeigt der Wasserstandsapparat des Unterkessels genügenden Wasserstand, so muss er im Oberkessel auch sein. Der Unterkessel verdampft etwa doppelt so viel Wasser als der Oberkessel.

b) Oberkessel und Unterkessel haben Dampfraum und Wasserraum ein jeder für sich. Die Tischbein'sche Construction hat das nicht.

c) Oberkessel und Unterkessel stehen durch einen angenieteten weiten Verbindungsstutzen in Verbindung, derart, dass die Dampfute *T* den Dampfraum des Unterkessels mit demjenigen des Oberkessels durch ein weites Rohr (Dampfute) verbindet.

d) Der Oberkessel ruht in der Mitte durch den Verbindungsstutzen auf dem Unterkessel und kann sich frei und selbständig ausdehnen. Tischbein verwandte ausschliesslich zwei Verbindungsstutzen.

In der Generalversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine in Hamburg im Jahre 1878 erläuterte Weinlig die obengenannten Vorzüge seiner Construction, welche die Mängel der Tischbein'schen Kessel beseitigen würden und nach der Zahl der seit dieser Zeit gebauten Kessel zu urtheilen, muss dieselbe praktisch sein. Wir können aus der langjährigen Erfahrung an zahlreichen Anlagen, in grossen und kleinen Anlagen, selbst bei 7 Atmosphären Betriebsdruck bestätigen, dass sich Missstände und Undichtigkeiten nicht gezeigt haben. Die Ausnutzung des Brennstoffes ist eine vorzügliche und bei guten Kohlen (Stein- und Braunkohlen) 70—75 % gefunden, wenn man pro ^{qm} Heizfläche 12—15 Kil. Dampf per Stunde verlangt. Es ist durchaus unpraktisch, eine Dampfproduction von 20 Kil. und darüber verlangen zu wollen, und bei solcher Inanspruchnahme stellen sich unausgesetzt Reparaturen ein.

Man baut diese combinirten Kessel mit Ein- oder Zweiflammrohrkesseln, je nachdem man grosse oder geringe Heizflächen erzielen will.

Die Kessel werden theuer, das lehrt ein Blick auf die Zeichnung, und deshalb haben sie eigentlich nur Berechtigung für grosse Anlagen.

In der That findet man sie meist in Grössen von 80—150^m Heizfläche, wobei die Unterkessel bis 2^m3, die Oberkessel bis 2^m2 Durchmesser erhalten.

Folgende praktische Regeln sind beim Baue zu beachten:

1. Das Mauerwerk ist gut zu verankern.
2. Der Unterkessel sei stets länger als der Oberkessel und nicht länger als 6^m. Der Oberkessel genügt mit 3—3½^m Länge. Es ist unnütz und die erzielte Heizfläche zu theuer, wenn man die Heizröhren länger nimmt.

3. Die Weite der Heizröhren betrage 70—90^{mm} und ihr Gesamtquerschnitt nicht unter 1/5 der gesammten Rostfläche.

4. Die Rohrwände des Oberkessels sind gut zu verankern. Die Flantschen des Verbindungsstutzens müssen doppelt genietet sein. Das Blech zum Verbindungsstutzen und zu denjenigen Platten, auf welche derselbe aufgenietet, sei kräftig genommen, damit die grosse Last des Oberkessels gut gestützt wird, ohne Oberkessel und Unterkessel zu verbiegen.

5. Der Zwischenraum zwischen den Rohrbündeln sei mindestens 350^{mm} breit. Die Rohre sind in den Rohrwänden gut einzuwalzen und an der Feuerseite zu börteln. Die lichte Entfernung der Heizröhren untereinander betrage niemals unter 20^{mm}.

Das Letzte ist wegen der Wassercirculation von der grössten Wichtigkeit. Wenn die Entfernung nur 12^{mm} beträgt, wie es von unwissenden Fabrikanten hin und wieder gemacht wird, so muss man sich bald auf Undichtigkeiten in den Rohrverbindungen und Risse in den Rohrwänden gefasst machen.

Dampfblasen, Schlamm und Kesselsteinsplitter setzen sich leicht in den engen Zwischenräumen, fest und nun fehlt es an Wasser, welches die erhitzten Flächen abkühlen kann.

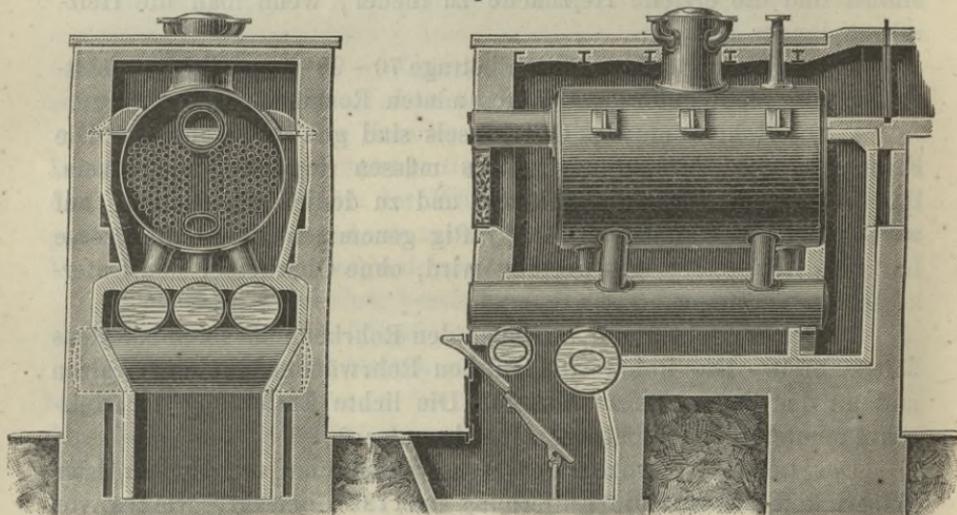
Man combinirt auch die Heizröhrenkessel mit Bouilleurs, wie es in Fig. 36 (Seite 96) dargestellt ist.

Die Zeichnung zeigt einen Heizröhrenkessel, welcher unterhalb 3 Bouilleurs trägt, die mit ihm durch je 2 Verbindungsstutzen verbunden sind. Die Feuerung (Deutsches Reichspatent) ist nach Art der Gegenfeuerung (Tenbrink) eingerichtet. Die Firma G. Kuhn in Stuttgart-Berg baut derartige Kessel. Die Construction bildet eine wesentliche Verbesserung der einfachen Heizröhrenkessel mit Unterfeuerung.

Bevor wir die Heizröhrenkessel verlassen, wollen wir noch erwähnen, dass die sogenannten Pauksch'schen Kessel einfache Heizröhrenkessel mit Unterfeuerung sind. Pauksch, dessen Verdienst es ist, diese Kessel in grosser Zahl einzuführen, hat wenig Erfolg damit gehabt. — Die technische Ausführung der Kessel war ein Meisterstück, aber die Construction verfehlt.

Es ist ein Fehler, eine so grosse Heizfläche, wie sie sich mühelos aus dem Heizröhrenkessel ergibt, über den Feuerplatten zu concentriren. Schlamm und Kesselsteinsplitter müssen sich auf den Feuerplatten ablagern. Undichtigkeiten und Verbrennen der Feuerplatten gehörte bei diesen Kesseln zu den Alltäglichkeiten, wenn auch das Wasser ausgezeichnet ist. Alle Bemühungen, die Ablagerungen

Fig. 36.

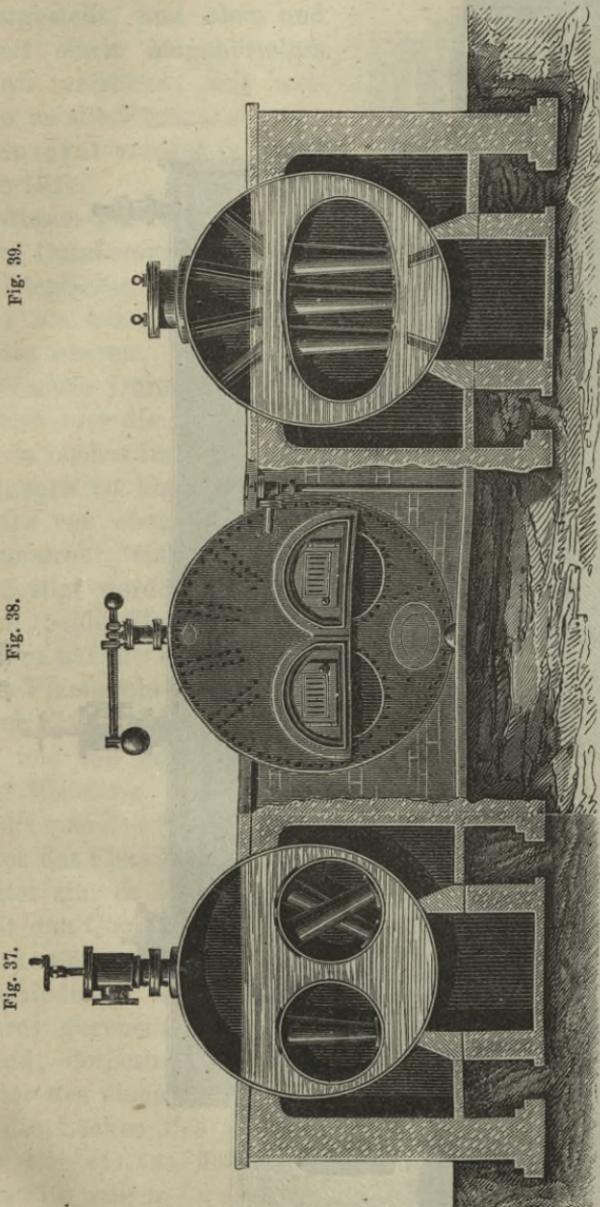


zu entfernen oder unschädlich zu machen, sind vergeblich und die Anwendung der Kessel immer geringer geworden. Ein anderer Fehler lag in der unglücklichen Idee, die Kessel 5^m und darüber lang zu machen, wenn es sich um grosse Kessel handelte, denn die Rohre bogen sich zu leicht durch, weil sie der grossen Länge entsprechend nicht weit und dick genug in der Wandstärke genommen werden konnten, ohne den Preis unnütz zu vertheuern.

Alles in Allem sind die Pauksch'schen Heizröhrenkessel mit Unterfeuerung nach und nach verdrängt. Bei schwachem Betriebe, den sie ertragen können, sind sie zu theuer und bei starkem Betriebe sind sie zu sehr reparaturbedürftig. Selbst die anerkannt vollendete Fabrikation in der Pauksch'schen Fabrik hat den Rückgang der Anwendung nicht aufhalten können.

b) *Der Galloway-Kessel.*

Nachstehende Figuren 37, 38, 39, 40, 41 und 42 zeigen den nach seinem Erfinder Galloway benannten Galloway-Kessel.



Man sieht, dass es ein Einflammrohrkessel ist, welcher sich aber von dem gewöhnlichen Einflammrohrkessel in folgender Weise unterscheidet :

Erstens ist das Flammrohr nicht von kreisrundem, sondern von elliptischem Querschnitt, und zweitens sind in dieses Flammrohr vorne 2 kreisrunde kurze Rohre zur Aufnahme der Feuerung und

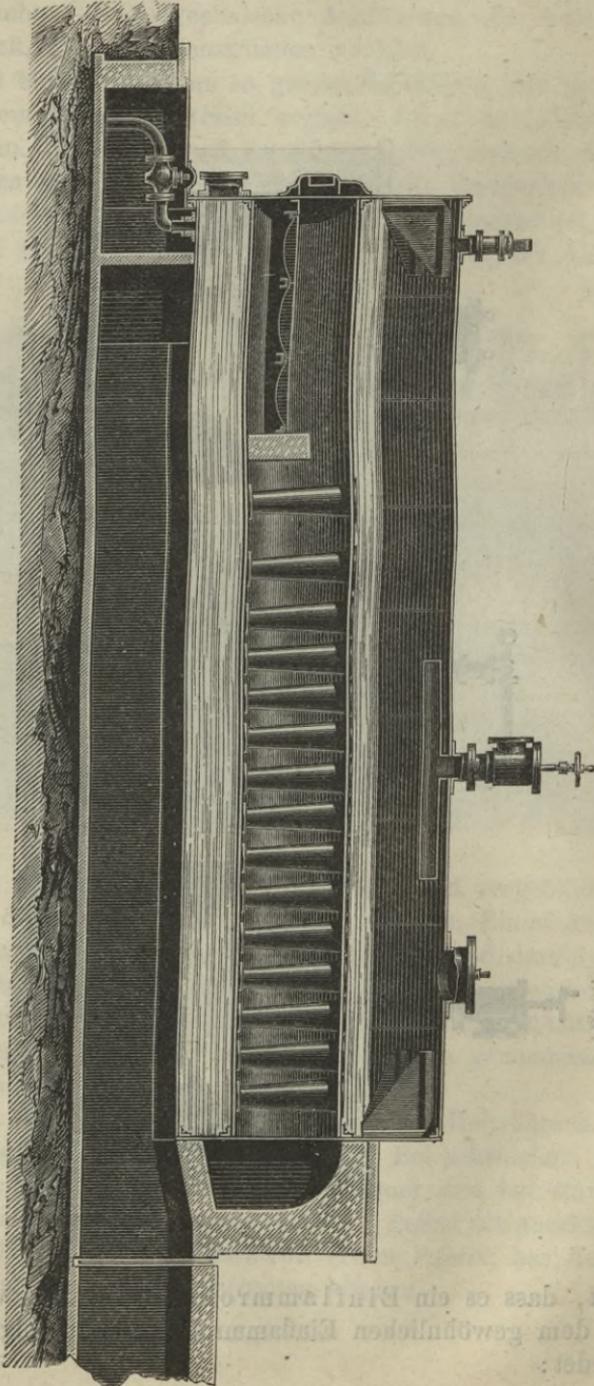


Fig. 40.

hinten im ovalen Rohre conische Quersieder, die sogenannten Galloway-Tubes eingebaut.

Diese Quersieder sind aus 7 bis 8^{mm} starkem Blech durch Schweissung (also ohne Nietnaht) hergestellt, und oben und unten mit einem umgebördelten Flansch versehen, mit welchem sie an die Flammrohrwandung genietet werden (s. Figur 43, Seite 101).

An diesen Quersiedern ist der äussere Durchmesser des unteren Flansches noch etwas kleiner als der innere Durchmesser des oberen, also als der grösste äussere Durchmesser des Quersieders oder die lichte Weite des oberen Loches im Flammrohr.

Demnach ist klar, dass der Quersieder von oben bequem in das Flammrohr eingebaut und darin befestigt werden kann, indem sich beide Flanschen des Quersieders auf die obere Wandung des Flammrohres aufsetzen, die kleine Flansche also auf die innere und die grosse auf die äussere Wandung.

Denkt man sich nun die Heizgase durch das Flammrohr ziehen, so leuchtet ein, dass stets neue Gase mit den Quersiedern in Berührung kommen, und da diese in verschiedenen Querschnitten des Rohres gegeneinander versetzt sind, dergestalt, dass die Quersieder des einen Querschnittes vor die Lücken des anderen treten (s. Fig. 41), so findet der Gasstrom in seinem ganzen Querschnitt Gelegenheit, mit Heizflächen in Berührung zu kommen und seine Wärme abzugeben.

Diese Heizflächen aber sind ferner von vorzüglicher Qualität, denn in den Quersiedern findet ein sehr lebhafter Wasser-

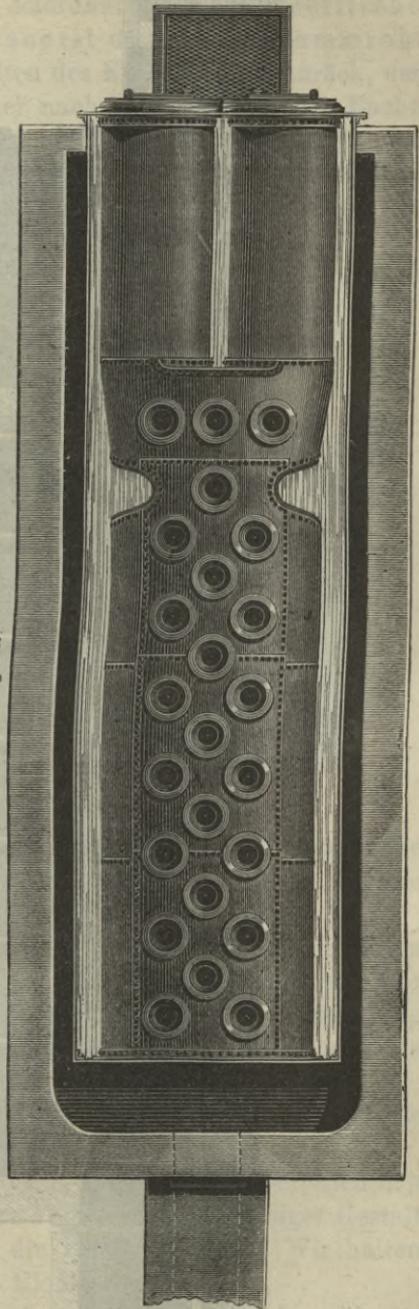


Fig. 41.

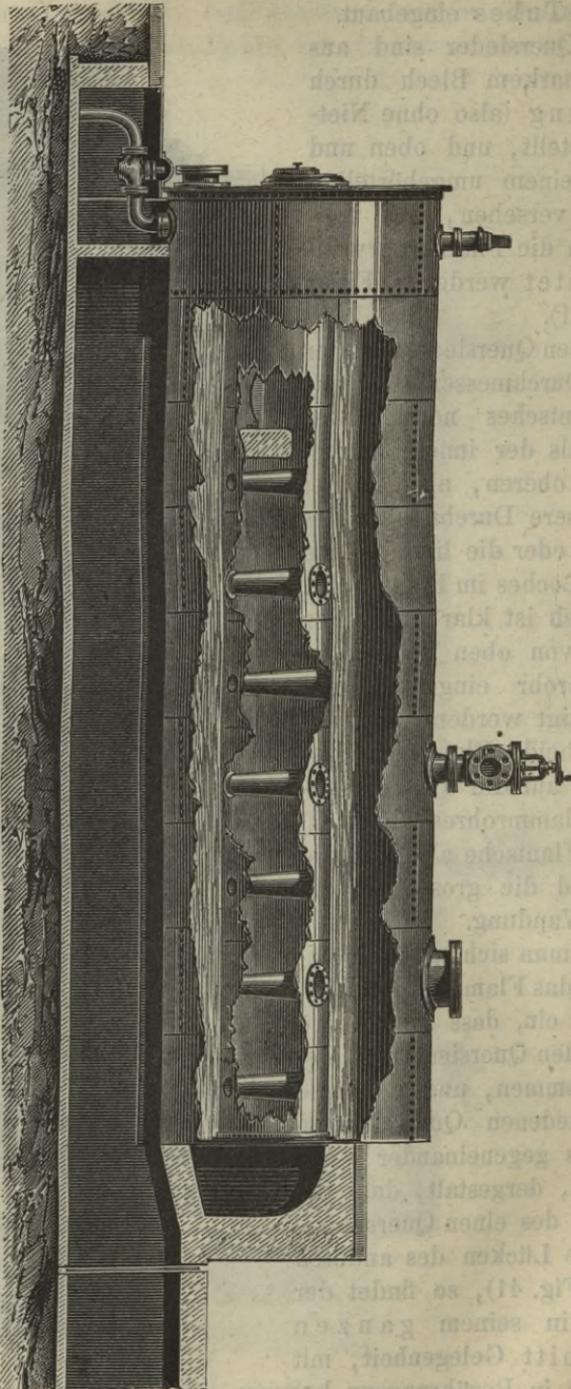


Fig. 47.

Diese Heißeisen sind besser von vorzüglicher Gas
 Heißeisen in Bestimmung zu kommen und können die Abgaben
 (s. Fig. 41), so findet der
 Gasen in seinem Kanale
 (s. Fig. 41) die Heißeisen
 Heißeisen in Bestimmung zu kommen und können die Abgaben

strom nach oben statt, hervorgebracht durch das geringere specifische Gewicht der Füllung, welche aus Wasser und Dampf besteht

Principiell ist also die ganze Anordnung eine vortreffliche.

Galloway lässt die Heizgase zuerst durch das Flammrohr streichen, führt sie zu beiden Seiten des Kesselmantels zurück, und unter dem Kessel schliesslich wieder nach hinten und in den Fuchs.

Die Heizgase treten also schon bedeutend abgekühlt aus dem Flammrohr, und können dann an die schlechtere Heizfläche, welche das dicke und mit Schlamm belegte Mantelblech bildet, nur noch wenig Wärme abgeben.

Es würden sich die Gase noch mehr abkühlen, wenn man sie erst unter dem Kessel hin-, an den Seiten zurück- und zuletzt durch das Flammrohr führte, und würde diese Anordnung, bei welcher auch die Mauerheizfläche zu besserer Geltung käme, in den Fällen vorzuziehen sein, in welchen der Betrieb ein continuirlicher ist, die dem Mauerwerk einmal mitgetheilte Wärme also während der Pause nicht verloren geht, und das Wasser nicht zu viel Schlamm und Kesselstein absetzt.

Trotz dieser Theorie wendet die Praxis Galloway's Methode an, und zwar weil die Gase schon abgekühlt genug aus den Röhren heraustreten und die Umspülung des Kesselmantels mehr zur gleichmässigen Erwärmung des Kesselmantels als zur Dampfentwicklung dienen soll.

Galloway wendet seine Quersieder aber auch auf gewöhnliche Flammrohrkessel an, und die Anordnung, welche er in diesem Falle trifft, zeigt die Fig. 37 (S. 97).

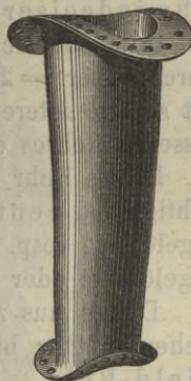
Die Vortheile der Galloway-Kessel bestehen ausser in ihrem grossen Nutzeffect noch darin, dass die Quersieder vortreffliche Absteifungsmittel für die Flammrohre sind, daher die Anwendung dünner Bleche und eines elliptischen Querschnittes möglich und die der Verstärkungsringe unnöthig machen.

Die Nachtheile dieser Kessel dagegen fassen sich in die Worte zusammen: „sie sind schlecht zu reinigen.“

Trotzdem sind diese Kessel überall bereits in ausserordentlich grosser Anzahl im Betriebe; ob ihre Verwendung in jetziger Gestalt von Dauer sein wird, kann allein die Zukunft lehren. Wir halten die Quersieder für sehr werthvolle Elemente.

Neuerdings ersetzt man die Galloway-Tubes auch wohl einfach durch cylindrische Röhren, welche, ganz wie die Fig. 37, S. 97, zeigt, in kreisrunde Flammrohre eingesetzt und durch Auswalzen und Verstemmen in denselben befestigt werden.

Fig. 43.



Was die Dampfentwicklung betrifft, so leisten diese Röhren natürlich genau dieselben Dienste wie die Galloway-Röhren, dagegen erscheinen sie wenig geeignet, die Flammrohre zu versteifen:

c) *Der Field-Kessel.*

Der Field-Kessel, so genannt von seinem Erfinder „Field“, ist ein Röhrenkessel, dessen Röhren von den Heizgasen umspült werden und in denen sich Wasser befindet.

Die Röhren, deren Dimensionen verschieden sind, welche gewöhnlich aber einen inneren Durchmesser = 51^{mm} , eine Wanddicke = 3^{mm} und eine Länge = $1^{\text{m}5}$ haben, bestehen aus Schmiedeeisen, sind oben offen und unten geschlossen, und zwar bewirkt man den Schluss durch Einschweissen eines halbkugelförmigen Bodens, während man um das offene Ende aussen einen schmiedeeisernen Ring schweisst und diesen conisch abdreht.*)

In jedem solchen Rohr befindet sich ein zweites von geringerem Durchmesser (= 25^{mm}), welches etwas aus dem Rohr herausragt und mit seinem unteren Ende ca. 50^{mm} von dem kugelförmigen Boden des äusseren Rohres entfernt bleibt.

Dieses Rohr ist in das äussere lose eingehängt, und seine richtige und centrische Lage wird gesichert oben durch drei kleine angelöthete resp. angegossene Lappen, und unten durch drei kleine angelöthete oder angegossene Stifte.

Dieses aus zwei centrisch zueinander angeordneten Röhren bestehende Rohr bildet das Element des Field-Kessels und heisst Field-Rohr.

Füllt man ein solches Rohr mit Wasser und setzt es den Heizgasen aus, so wird die Wassersäule, welche sich zwischen den beiden Röhren befindet, offenbar wärmer und also specifisch leichter, als die, welche sich im inneren Rohr befindet.

In Folge dessen tritt eine Circulation ein dergestalt, dass die äussere ringförmige Wassersäule steigt, die innere massive dagegen sinkt, und diese Circulation wird noch bedeutend stärker, sobald Dampfentwicklung eintritt, die erstere Wassersäule also mit Dampfbläschen vermischt, und dadurch noch specifisch leichter wird.

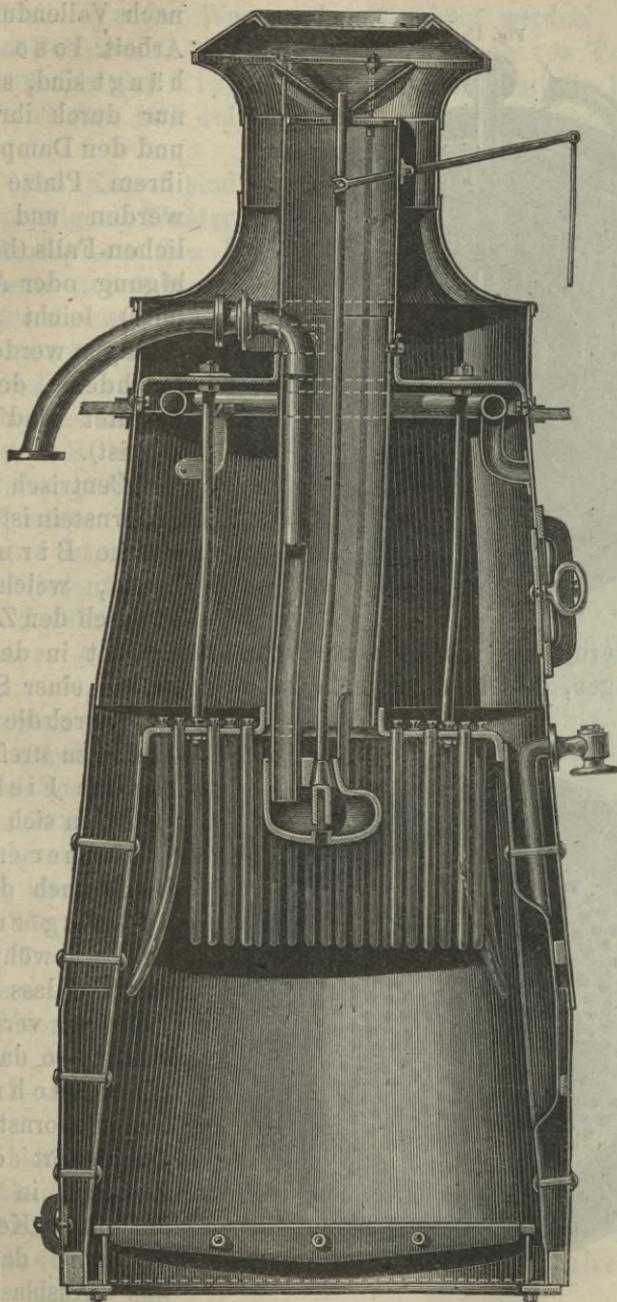
Solche Field-Rohre kann man nun in beliebiger Anzahl in einem beliebigen Kessel aufhängen, z. B. in die Flammrohre eines Flammrohrkessels, oder in dem Boden eines gewöhnlichen Walzenkessels u. s. w.

Ihre anfängliche und häufigste Anwendung fanden und finden diese Rohre aber in dem eigentlichen Field-Kessel, wovon eine gebräuchliche Construction durch die Fig. 44 (S. 103) im Aufriss und

*) S. des Verfassers „Maschinenfabrikation“ II, S. 150, Tafel 39, Figur 546 und 548.

Durchschnitt, durch Fig. 45 (S. 104) in der oberen Ansicht und durch Fig. 46 (S. 104) im horizontalen Querschnitt dargestellt wird.

Fig. 44.



Der Kessel ist, wie man sieht, ein stehender, und besteht aus einem Mantel und einer centriscch darin angeordneten Feuerkiste, auf welcher centriscch der Schornstein sitzt.

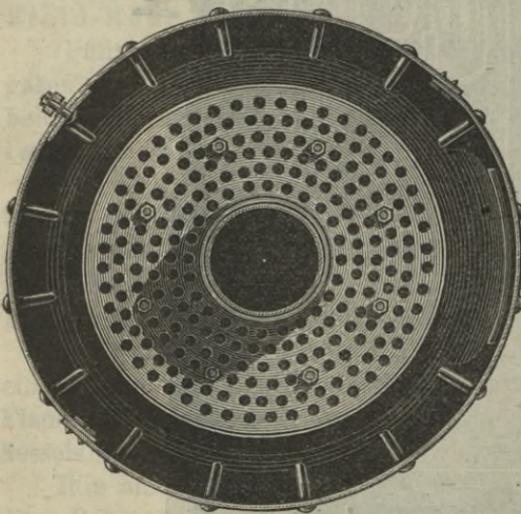
Die Deckplatte der Feuerkiste ist aus besonders starkem Blech angefertigt und mit conischen Löchern versehen, in welche die conischen Ringe der Field-Rohre eingeschliffen und

Fig. 45.



zu verhindern, dass die Heizgase vom Rost direct in den Schornstein gelangen, dieselben vielmehr zu zwingen, in einer Schlangelinie durch die Zwischenräume zu streichen, welche die Field-Rohre zwischen sich lassen.

Fig. 46.



nach Vollendung dieser Arbeit lose eingehängt sind, so dass sie nur durch ihr Gewicht und den Dampfdruck an ihrem Platze gehalten werden und erforderlichen Falls (behufs Reinigung oder Auswechslung) leicht herausgeschlagen werden können (nachdem der Kessel erkaltet und abgeblasen ist).

Centrisch unter dem Schornstein ist eine gusseiserne Birne aufgehängt, welche hauptsächlich den Zweck hat,

Ferner erfüllt diese Birne noch den Zweck den Zug zu reguliren, gewöhnlich dadurch, dass man sie vertical verschiebbar macht, so dass sie wie ein Rauchschieber die Schornsteinöffnung vergrößert oder verkleinert; in dem dargestellten Kessel aber dadurch, dass in sie das Ausblasrohr der

Dampfmaschine mündet und ihre Spitze mit einer regulirbaren Exhaustor-Oeffnung versehen ist.

Die gewöhnlichen Field-Rohre haben die schlechte Eigen-

schaft, dass der Dampf in einen Querschnitt ausströmt, welcher tiefer liegt als der Einströmungsquerschnitt des Wassers, in Folge dessen viel Dampf wieder in das Rohr zurückströmt, und andererseits die Wallungen des Wasserspiegels erhöht werden.

Diesen Uebelstand beseitigt die erst kürzlich von Todd erfundene Construction der Field-Rohre, von welcher die Fig. 47 ein Bild giebt, welches sich selbst erklärt, und diese Rohre aufs Beste empfiehlt.

Die Field-Kessel sind unter denen mit mässigem Wasserraum diejenigen, denen man den kleinsten Wasserraum geben kann.

In Folge dessen eignen sich diese Kessel vorzüglich zu solchen Zwecken, welche rasches Anheizen erforderlich machen, wie das in höchstem Grade, z. B. bei den Dampfspritzen, verlangt wird.

Die Qualität der Heizfläche der Field-Rohre ist eine ganz vorzügliche, und jedenfalls noch bedeutend besser, als die der gewöhnlichen Röhren, in denen sich die Heizgase bewegen.

Die Rohre sind nicht leicht von Kesselstein zu befreien (dass die lebhaftere Wassercirculation eine Kesselsteinbildung in den Röhren verhindere, ist ein Aberglaube), da man jedes einzelne Rohr leicht herausnehmen und ausglühen oder mit Säure behandeln kann.

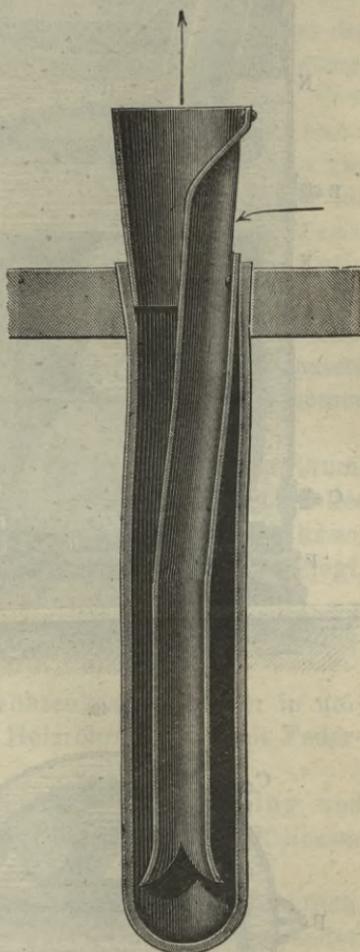
Die Kessel sind leicht, und eignen sich deshalb vorzüglich zu Locomobilen.

Dagegen aber haben die Field-Kessel auch einen grossen Nachtheil:

Die lebhaftere Circulation in den Röhren schleudert nämlich das Wasser im Kessel derart umher, dass der Dampf sehr nass entweicht, falls man nicht für einen sehr grossen Dampfraum oder einen Wasserabscheider sorgt.

Nicht zu empfehlen (ihres geringen Wasserraums wegen) sind diese Kessel für continuirlichen und namentlich variablen Betrieb.

Fig. 47.



Alles in Allem aber kann man behaupten, dass für gewisse Zwecke die Field-Kessel die besten sind; dass ihre Erfindung einen Fortschritt in der Dampfkesseltechnik bezeichnet; dass sie aber bei einigermaassen schlechtem Speisewasser sehr bald und leicht voll Schmutz sitzen und dann durchbrennen. Trotz aller theoretischen

Fig. 48.

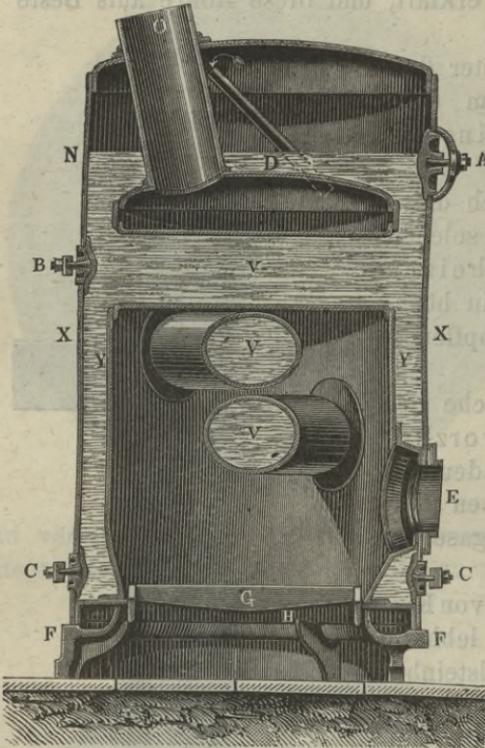
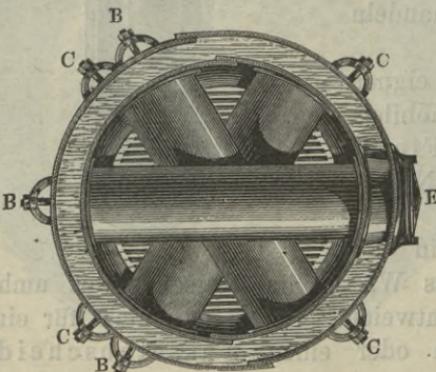


Fig. 49.



Vorzüge kann man nicht sagen, dass die Anwendung gestiegen, vielmehr gefallen ist.

Der Hauptfehler der Field-Kessel älterer Construction besteht darin, dass die Heizgase sich zu wenig normal, in der Hauptsache vielmehr parallel zu den Field-Röhren bewegen.

d) Stehender Kessel mit horizontalen Quersiedern.

Dieses Kesselsystem, dargestellt durch begedruckte Figuren 48 und 49, hat sich in der Praxis vortrefflich bewährt, und wird mit Recht häufig angewandt für mehr oder weniger mobile Kessel.

Diese Kessel sind die Hauptconcurrenten der Field-Kessel, und wenn sie bis jetzt den Vorrang vor diesen behaupten konnten, so beruht das darin, dass die Field-Kessel in ihrer gebräuchlichen und bekannten Anordnung als zerbrechlich angesehen werden müssen, weil die Rohre zu leicht verbrennen.

Bei dem hier dargestellten Kessel bewegen sich die Heizgase normal zur Axe der Siederohre, und das verschafft ihnen ihren grossen

Nutzeffect. Specifisch ist für die Construction die grosse Feuerbüchse.

Die Zeichnung ist so klar, dass nur wenig hinzuzufügen ist:

Das Räumloch *A* dient zur Reinigung des oberen, die Räumlöcher *C* dienen zur Reinigung des unteren Theils vom Kessel.

In der geometrischen Axe jedes Siederohres *V* ist ebenfalls je ein Räumloch angebracht, um die Siederöhren von Kesselstein befreien zu können.

Alle diese Räumlöcher werden auf die gewöhnliche Art, wie Mannlöcher, durch von innen dichtende Platten geschlossen, welche von aussen durch Schraube und Bügel angezogen werden.

Die schiefe Stellung des Schornsteins ist keineswegs dem Kesselsystem eigen, sondern eine Folge der eigenthümlichen Bauart der um und über dem Kessel angeordneten Maschine, deren Schwungradaxe nämlich quer über diesem Kessel liegt, welchen ich einer Halb locomobile des Herrn H. Lachapelle in Paris entnommen habe.

Diese stehenden Kessel mit Quersiedern (auch wohl Lachapelle-Kessel genannt) werden von vielen deutschen Firmen als Specialität gebaut und erfreuen sich eines grossen Rufes, z. B. Menk und Hambrock in Ottensen, J. Söding und v. d. Heyde in Hörde, St. Lentner & Co. in Breslau u. s. w.

Statt der wenigen Sieder von grösserem Durchmesser wendet man auch wohl eine sehr grosse Anzahl von geringem Durchmesser an, gezogene Röhren, welche dann durch Auswalzen und Verstemmen in der Feuerbüchse befestigt werden.

Dann kann man natürlich nicht mehr für jedes Rohr ein Räumloch anordnen, sondern man richtet dann den äusseren Mantel des Kessels so ein, dass er losgeschraubt und abgehoben werden kann, worauf dann die Feuerbüchse mit ihren sämmtlichen Röhren frei liegt.

e) Stehender Heizröhrenkessel mit Feuerbüchse.

Eine andere beliebte Art von Heizröhrenkesseln ist der in umstehender Fig. 50 gezeichnete stehende Heizröhrenkessel mit Feuerbüchse.

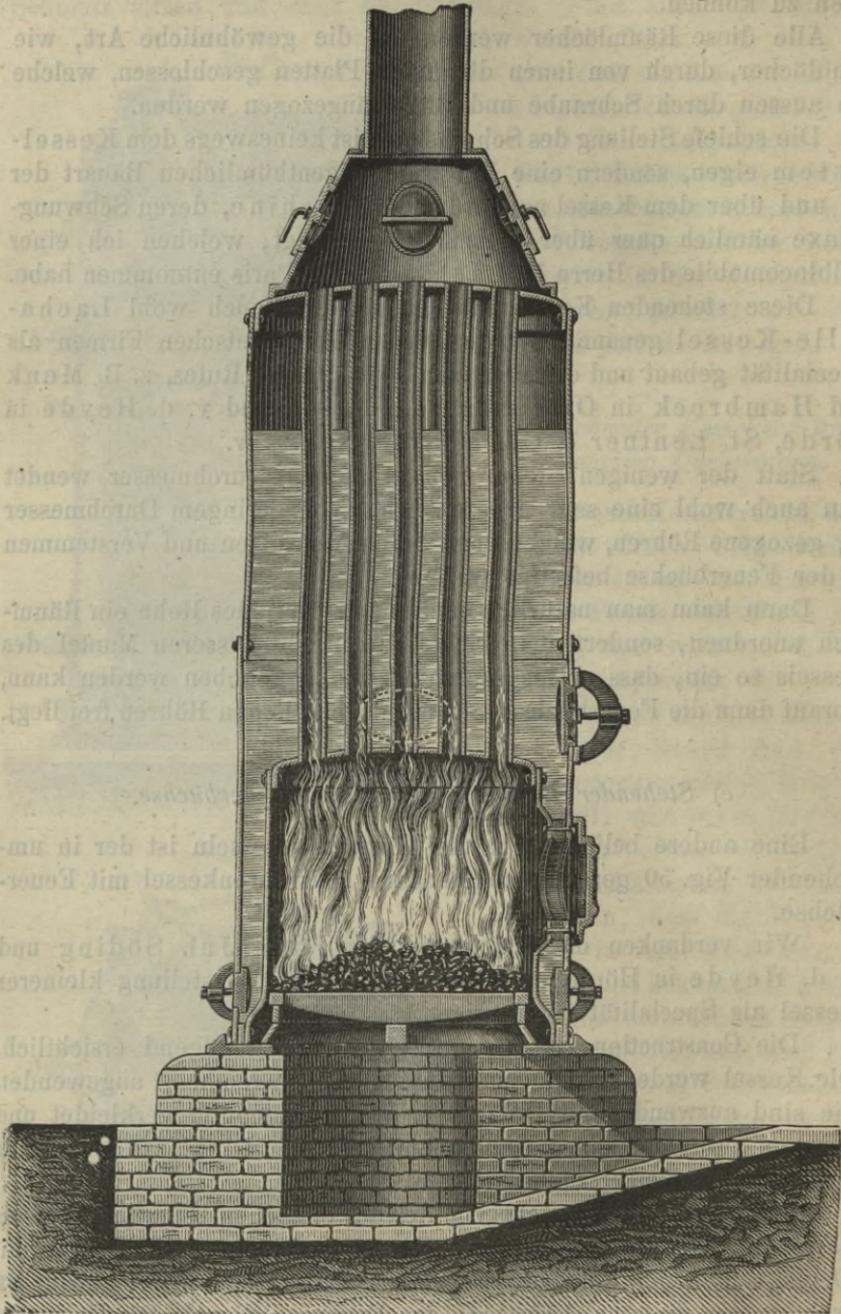
Wir verdanken die Zeichnung der Firma Jul. Söding und v. d. Heyde in Hörde, welche sich mit der Herstellung kleinerer Kessel als Specialität beschäftigen.

Die Construction ist aus der Zeichnung genügend ersichtlich. Die Kessel werden fast ausnahmslos nur uneingemauert angewendet. Sie sind auswendig mit Holz, Filz und Blechmantel verkleidet und werden auf ein kleines Fundament gestellt. Die Kessel sind als transportable Kessel zu bezeichnen.

Die Construction weicht von der des einfachen Heizröhrenkessels darin ab, dass in den äusseren Kesselmantel ein cylindrischer mit Decke versehener kurzer Kessel (Feuerbüchse genannt) eingebaut ist, welcher zur directen Aufnahme der Feuerung dient. Die Heizrohre sind in der Decke der Feuerbüchse einerseits und andererseits in

dem oberen Boden des Kesselmantels eingewalzt und gebörtelt. Sie reichen mit einem Theile durch den Dampfraum. Das Fegen der

Fig. 50.



Röhren geschieht durch eine Thür oder Klappe im conischen Schornsteinaufsatz.

Die Kessel werden nur stehend verwendet. Sie entwickeln rasch und reichlich Dampf, sind aber bei forcirtem Betriebe und bei schlechtem Speisewasser sehr leicht reparaturbedürftig.

Wenn schon ein grosser Theil des Schlammes und der Kesselstein splitter von den Heizröhren sich im Zwischenraume zwischen Mantel und Feuerbüchse absetzt, so bleibt doch selbstredend viel auf der Feuerbüchsdecke und zwischen den Röhren liegen. Die Rohre werden dadurch leicht undicht und die Feuerbüchsdecke reisst zwischen den Nietlöchern ein. Ausserdem leiden die Rohre stark an derjenigen Stelle, wo sie aus dem Wasserraum heraustreten.

Bei gutem Wasser geht die Sache besser.

Man richtet den Kessel so ein, dass man durch ein paar Putzklappen im Mantel oberhalb der Feuerbüchse die Decke derselben von Schlamm und Stein befreien kann, ebenso unten am Boden.

Ja man macht die Kessel so aus 2 Theilen, dass man behufs gründlicher Reinigung den oberen Theil von etwa $\frac{2}{3}$ der Mantelhöhe wie einen Hut abnehmen kann. Dies ist probat, aber die Schlamm- und Kesselsteinablagerungen müssen trotzdem eigentlich alle Wochen von der Feuerbüchsdecke weggekratzt werden, ebenso muss der Schlamm durch tägliches theilweises Abblasen entfernt werden. In solchen Fällen genügt es, wenn man je nach Qualität des Wassers und nach der Inanspruchnahme den zweitheiligen Kessel alle 1—2 Jahre gänzlich auseinander nimmt, gründlich reinigt und revidirt.

Bei allen verlockenden Vorzügen vergesse man bei Beschaffung solcher Kessel niemals, sich die nothwendigen Bedingungen der Erhaltung der Kessel, welche wir vorhin erwähnt haben, klar zu machen.

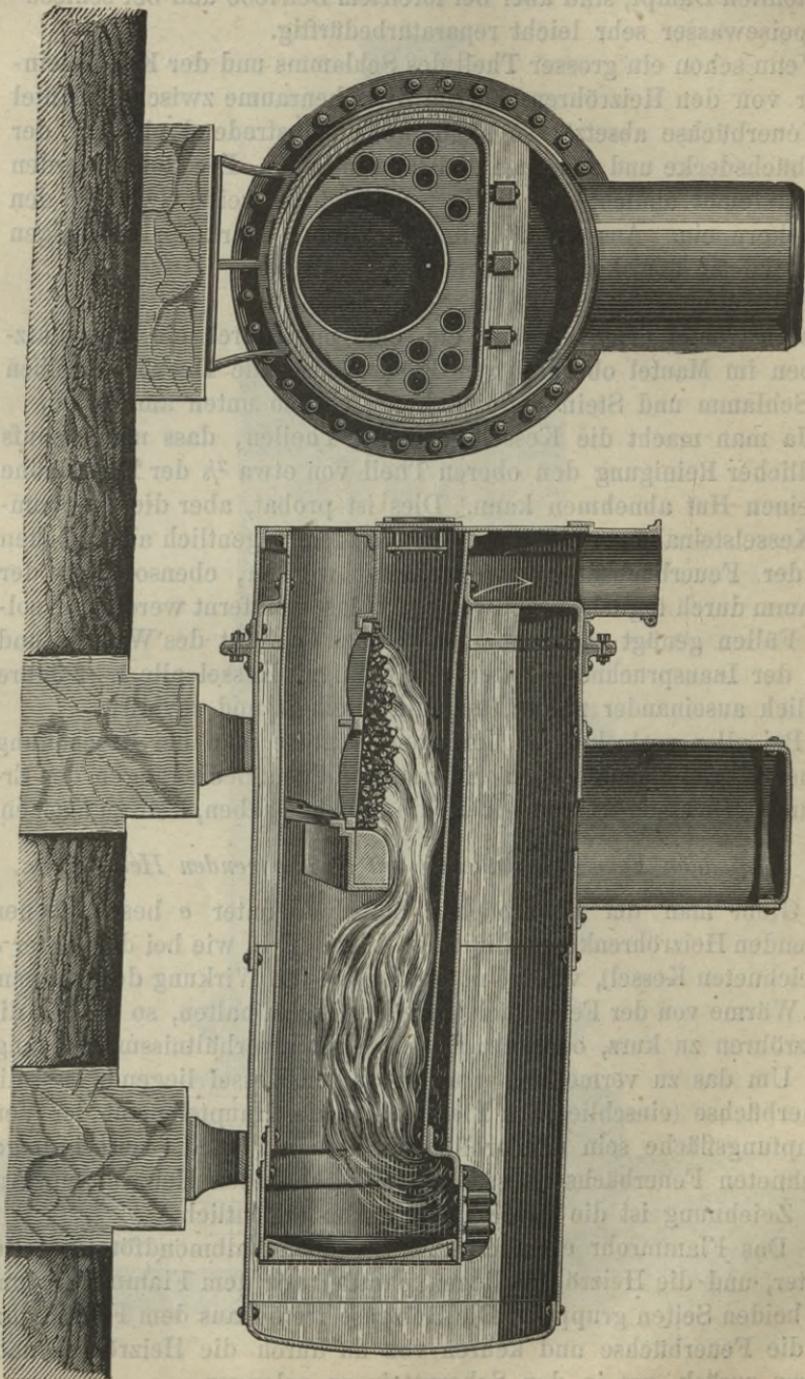
f) *Liegender Feuerbüchsenkessel mit rückkehrenden Heizröhren.*

Giebt man der Feuerbüchse bei dem unter *e* beschriebenen stehenden Heizröhrenkessel diejenige Länge (z. B. wie bei dem unter *d* gezeichneten Kessel), welche nöthig ist, um die Wirkung der strahlenden Wärme von der Feuerbüchsdecke fern zu halten, so werden die Heizröhren zu kurz, oder der Kessel wird unverhältnissmässig lang.

Um das zu vermeiden, macht man den Kessel liegend, lässt die Feuerbüchse (einschliesslich Flammrohr) das Hauptelement der Verdampfungsfläche sein und erhält nun den in Fig. 51 (Seite 110) gezeichneten Feuerbüchsenkessel mit rückkehrenden Heizröhren. Aus der Zeichnung ist die ganze Construction ersichtlich.

Das Flammrohr erweitert sich in einen halbmondförmigen Behälter, und die Heizröhren liegen parallel mit dem Flammrohre und zu beiden Seiten gruppirt. Die Heizgase treten aus dem Flammrohre in die Feuerbüchse und kehren von da durch die Heizröhren nach vorne zurück, um in den Schornstein zu gelangen.

Die Zeichnung des Kessels ist von der Firma Jul. Söding und v. d. Heyde in Hörde, welche sich speciell mit der Anfertigung solcher Kessel beschäftigt.



Der Kessel ist ausziehbar eingerichtet, indem nach Lösung der Schrauben an den beiden vorderen Winkeleisen das ganze Innere als festes Ganze herausgezogen werden kann. Auf diese Weise ist die gründliche Reinigung möglich. Schlamm und Kesselsteinsplitter lagern sich hauptsächlich am Boden ab, wo sie nichts schaden können. Das Fegen der Röhren geschieht vom Stande des Heizers aus und lässt sich leicht ausrichten.

Man pflegt diese Kessel sehr selten einzumauern, vielmehr auf Tragfüssen zu befestigen und mit Filz, Holz und Blechmantel zu versehen, so dass sie vollständig transportabel sind.

Die Kessel gestatten eine Anwendung in ausserordentlich vielen Fällen, sie lassen sich rasch anheizen, geben bequem Dampf und sind Alles in Allem recht zu empfehlen. Ihre Reparaturbedürftigkeit ist gering. Der Anschaffungspreis ist nicht theuer.

Für grosse Kesselanlagen und für angestregten Betrieb sind die Kessel nicht geeignet. Bei forcirter Heizung ruft die verschiedene Ausdehnung von Flammrohr und Heizröhren sehr leicht Undichtigkeiten an den Röhren hervor.

Will man das System für grosse und grösste Kesselanlagen anwenden, so muss man die hauptsächlichste Heizfläche in das Heizrohrsystem legen und ist gezwungen die hintere Heizkammer sehr hoch zu bauen, damit eine grosse Anzahl von Heizröhren Platz findet. Da die hohe, ebene Wand der Feuerbüchse etwas nachgeben kann, so halten sich die Kessel bei vernünftiger Behandlung trotz der verschiedenen Ausdehnungsverhältnisse dicht. Die Kessel von sehr grossen Dimensionen werden für Dampfschiffe (Taf. 17 u. 18) nach diesem Systeme vielfach ausgeführt, worauf wir noch zurückkommen werden.

In dieser Veränderung bekommt der Kessel ein anderes Aussehen als Fig. 51. Wir bringen das Bild eines solchen Kessels für Flussschiffe mittlerer Grösse in Fig. 52 (Seite 112). Der Kessel hat 2^m2 Durchmesser und cylindrische Form. Das Flammrohr ist ein Wellrohr von 0^m9 Weite.

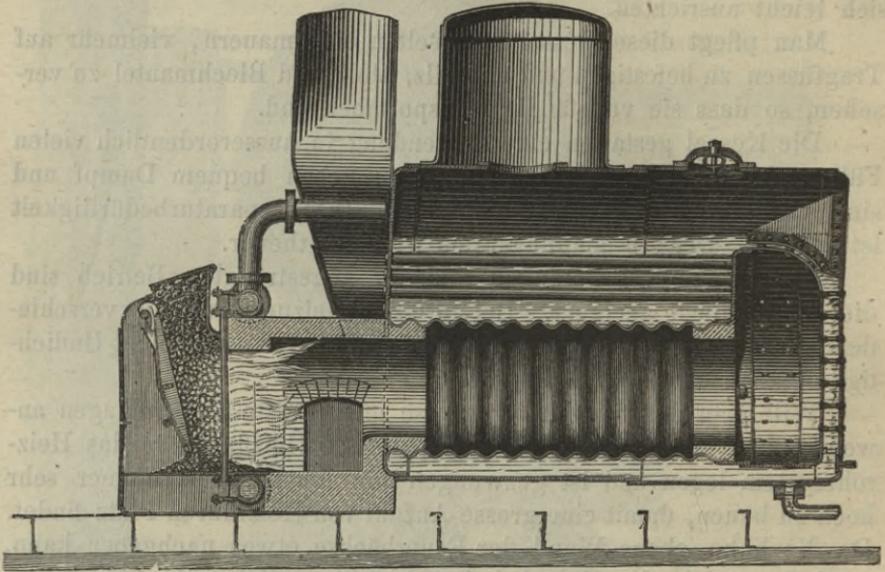
Der Kessel ist mit einer Neuerung versehen, welche Beachtung verdient. Es ist dies der Donneley-Rost, der in den Fig. 53 u. 54 (S. 112) dargestellt ist.

Donneley's System besteht aus einer nach dem bekannten Princip der Schüttöfen construirten Vorfeuerung. Der Füllschacht dieser Feuerung besitzt zwei Roste und zwar einen vorderen, dem Brennmaterial entsprechend mehr oder weniger geneigten gusseisernen Stabrost und einen hinteren senkrecht stehenden Wasserröhrenrost. Je zwei der Röhren dieses letzteren sind oben und unten durch Köpfe verbunden und durch diese an die beiden horizontal liegenden Querrohre angeschlossen. Von den beiden Querrohren steht das untere mit dem Wasserraum des Dampfkessels, das obere mit dem Dampf-

raume desselben in Verbindung; ausserdem communiciren dieselben miteinander durch zwei ausserhalb der Feuerung angebrachte verticale Rohre.

Die Beschickung des Füllschachtes geschieht von oben, und ist nur darauf zu sehen, dass das Brennmaterial regelmässig nachsinkt

Fig. 52.



und dass der Schacht stets genügend gefüllt gehalten wird. Die gut ausgebrannte Schlacke setzt sich am Fusse des Schachtes nieder und

Fig. 53.

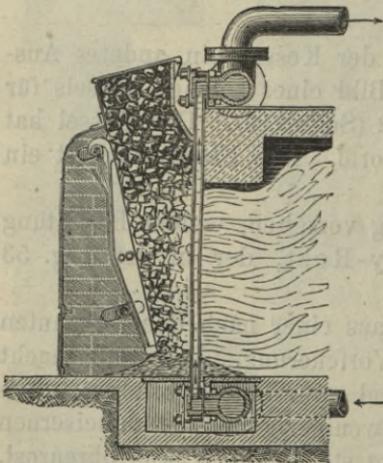
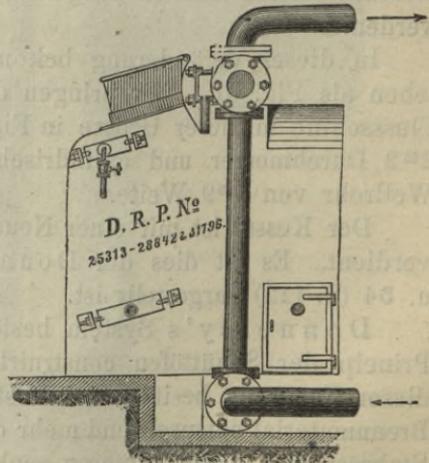


Fig. 54.



ist dort von Zeit zu Zeit, soweit es das Nachsinken des Brennmaterials erfordert, zu entfernen.

Die atmosphärische Luft tritt durch die Spalten des vorderen Rostes zum Brennmaterial, die im Schachte entwickelten Feuergase

treten durch die Spalten des Wasserröhrenrostes in den eigentlichen hinter demselben gelegenen Verbrennungsraum. Das im Füllschachte enthaltene Material brennt von oben nach unten und es müssen die in den oberen Schichten entwickelten Rauchgase durch die unteren, bereits ohne Rauchentwicklung glühenden Schichten hindurch streichen. Dabei verbrennen sie so vollständig, dass nur rauchfreie Gase dem Kessel zugeführt werden.

In den Röhren des hinteren Rostes, welcher die glühenden Kohlschichten von dem Verbrennungsraume trennt, findet natürlich eine ungemein ergiebige Dampfentwicklung statt und die aufsteigenden Dampfblasen erzeugen eine lebhaftere Strömung von dem unteren Zuleitungsrohre zu dem oberen Abführungsrohre und somit einen andauernden Umlauf in dem Kessel selbst.

Der Rost ist neu, hat aber allseitig viel Sympathie gefunden. Die rauchfreie Verbrennung, welche wohl in der Hauptsache der gemauerten Vorfeuerungskammer zuzuschreiben ist, ist eine wesentliche Eigenschaft, die der Feuerung von Seiten zuverlässiger Ingenieure zugeschrieben wird.

Nach unserer Ansicht muss erst eine längere Betriebszeit unter verschiedenen Verhältnissen die allgemeine Brauchbarkeit beweisen.

Für böhmische Braunkohlen, welche bekanntlich stückreich sind und deren Asche steif ist, dürfte sich die Feuerung sehr gut eignen und das wäre schon allein werth, der Feuerung das Wort zu reden. Auch für geringwerthige Steinkohlen, sofern sie nicht backen und nicht zu viel Asche enthalten, mag sie gut sein. Die Bedienung der Feuerung ist jedenfalls bequem, und das ist ein Vorzug.

Ob sich die Feuerung für gute Steinkohlen, für schlackende Kohlen bei mangelhaftem Speisewasser und bei angestrengtem Betriebe halten wird, das muss die Zukunft lehren, namentlich ob die aufrecht stehenden Wasserrohre nicht bald zerstört werden.

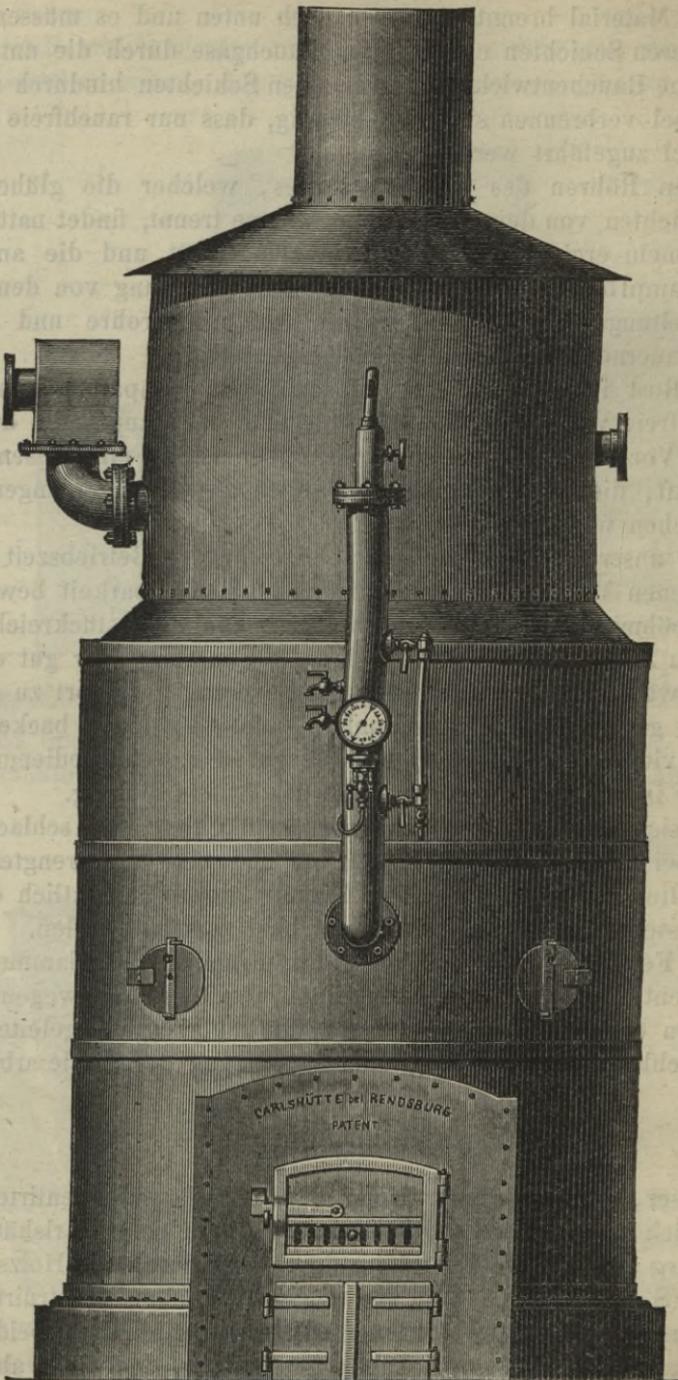
Die Feuerung basirt auf gesundem Princip, die Flamme kann sich gut entfalten, die Verbrennung kann, das ist sicher, wegen regelmässig zu erzielender knapper Luftzufuhr, vorzüglich geleitet werden, rauchlos und mit vorzüglicher Ausnutzung der Kohle arbeiten.

g) *Der Meyn-Kessel.*

Dieser, seinem Erfinder Herrn J. C. C. Meyn patentirte, ausschliesslich von der Actiengesellschaft Holler'sche Carlshütte bei Rendsburg angefertigte Kessel ist dargestellt durch die Holzschnitte 55—58 (S. 114, 116 u. 117), und folgendermaassen construirt:

Man denke sich zwei stehende cylindrische Behälter, beide oben und unten durch ebene Stirnwände geschlossen, den einen aber von etwas geringerem Durchmesser als den anderen und etwa nur den dritten Theil so hoch als dieser.

Fig. 55.



Man denke sich den kleineren Kessel in den grösseren axial und etwa in der Mitte der Höhe eingebaut, und die oberen Böden beider Kessel verbunden durch eine Anzahl peripherisch angeordneter, enger Feuerröhren, die unteren dagegen durch ein einziges grosses, centriscch angeordnetes Feuerrohr.

Denkt man sich nun den Raum zwischen den beiden ineinander geschachtelten Behältern als Wasser- und Dampfraum, denkt man sich ferner centriscch auf die obere Kopfplatte des grossen (äusseren) Behälters noch einen Dampfdom gesetzt, beide Böden des inneren Kessels aber durch peripheriscch angeordnete stehende Siederöhren verbunden, und endlich in dem grossen centriscch angeordneten Feuerrohr einen Rost angebracht, so ist Meyn's Kessel im Princip fertig.

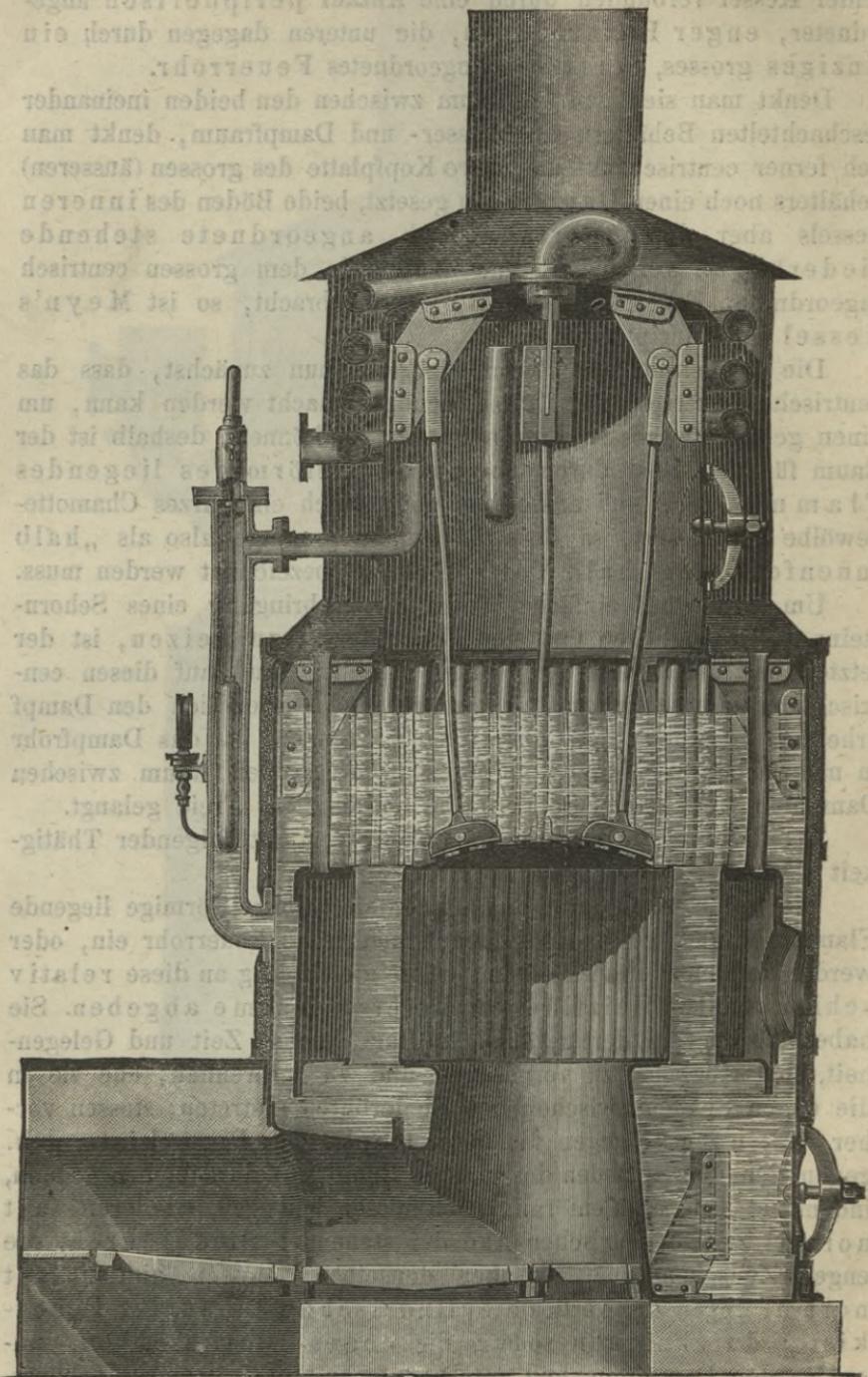
Die Realisirung des Principis ergibt nun zunächst, dass das centriscche Feuerrohr nicht gross genug gemacht werden kann, um einen genügend grossen Rost anbringen zu können; deshalb ist der Raum für den Rost durch ein halbkreisförmiges liegendes Flammrohr, und ausserdem noch durch ein kurzes Chamottegewölbe vergrössert, so dass die Feuerungsanlage also als „halb Innenfeuerung, halb Vorfeuerung“ bezeichnet werden muss.

Um ferner auf einfache Weise die Anbringung eines Schornsteins zu ermöglichen und den Dampfdom zu heizen, ist der letztere mit einem eisernen Mantel umgeben, und auf diesen centriscch der eiserne Schornstein gesetzt; und um endlich den Dampf erheblich trocknen, resp. überhitzen zu können, ist das Dampfrohr in mehrfachen Windungen spiralförmig durch den Raum zwischen Dampfdom und Mantel geführt, ehe dasselbe ins Freie gelangt.

Die Heizgase legen also folgenden Weg mit folgender Thätigkeit zurück:

Sie treten unten durch das horizontale halbkreisförmige liegende Flammrohr und durch das stehende centriscche Feuerrohr ein, oder werden in ihnen entwickelt, indem sie gleichzeitig an diese relativ schlechtesten Heizflächen die erste Wärme abgeben. Sie haben alsdann in der geräumigen Rauchbüchse Zeit und Gelegenheit, sich möglichst zu vermischen und zu verbrennen, ehe sie in die engen Spalten zwischen den Siederöhren eintreten; stossen vorher fast normal gegen die obere Decke der Feuerkiste, d. h. gegen den oberen Boden des inneren Behälters; durchziehen sodann, indem sie sich strahlenförmig nach aussen bewegen, wiederum fast normal zur geometrischen Axe der stehenden Siederöhren, die engen Zwischenräume zwischen denselben; stossen hierauf fast normal gegen die verticale cylindrische Fläche der Feuerkiste; durchziehen sodann die engen Flammröhren, umspülen den Dampfdom und das Dampfrohr und entweichen schliesslich in den Schornstein.

Fig. 56.



lieh in den Schornstein

Also: — die relativ schlechteste Heizfläche wird zuerst, die besten Heizflächen werden zuletzt in Angriff genommen, und die Heizgase bewegen sich überall fast normal zu den Heizflächen, ausgenommen da, wo die Natur der Constructionselemente das unmöglich macht (also in den engen Feuerröhren), und da, wo eine übergrosse Wärmezufuhr den Kessel gefährden könnte, also in unmittelbarer Nähe des Rostes.

Der Kessel ist also für die günstigste Ausnutzung der Brennstoffe theoretisch vollkommen richtig construirt und Experimente, welche wir angestellt haben, bewiesen diese Behauptung. Der Kessel gab vor allen anderen Kesseln stets das beste Resultat.

Fig. 57.

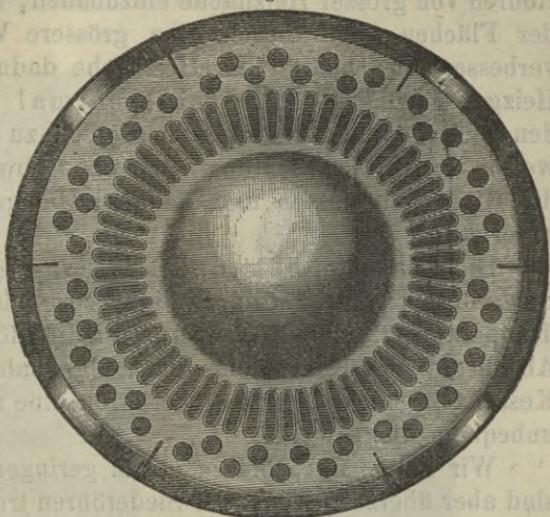
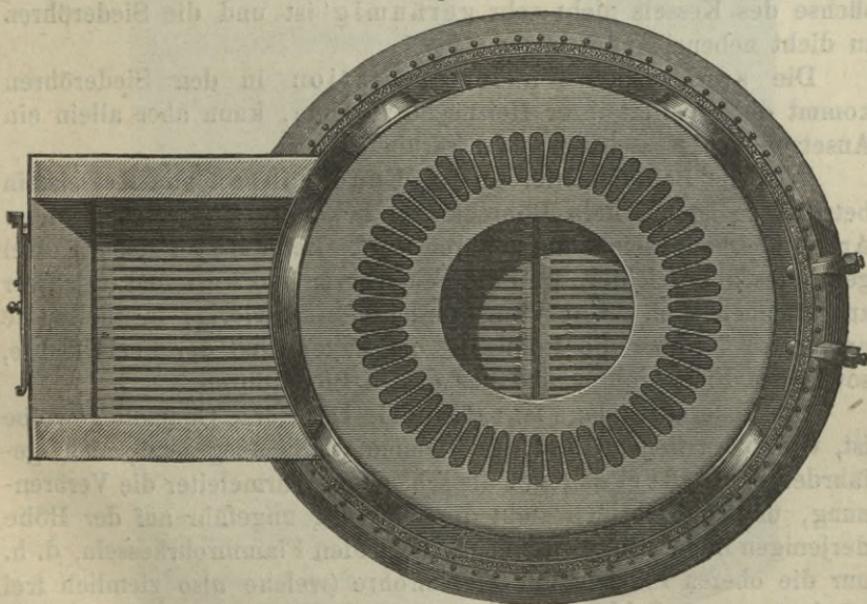


Fig. 58.



Die engen Siederöhren sind nicht von kreisrundem, sondern von ovalem Querschnitt, und die flachen Seiten sind nicht eben, sondern gerippt.

Ein genaues Bild dieser Röhren wird durch die beigedruckten Fig. 59—61 (S. 119) gegeben.

Der ovale Querschnitt ermöglicht, eine grössere Anzahl Röhren von grosser Heizfläche einzubauen; und die gerippte Form der Flächen giebt diesen eine grössere Widerstandsfähigkeit und verbessert die Qualität der Heizfläche dadurch, dass die Rippen die Heizgase zwingen, möglichst normal zur Axe der Siederöhren den Zwischenraum zwischen denselben zu durchziehen; oder aber, wo sie von dieser Richtung nach oben abweichen, anderseits gegen die Rippen zu stossen und dadurch Gelegenheit zur Wärmeabgabe zu erhalten.

Die Carlshütte behauptet ferner, dass die gerippte Form der Siederöhren, veranlasst durch die wechselnden Dampfspannungen und Temperaturen, eine Bewegung in die Röhren bringe, welche ein Absplittern des Kesselsteins zur Folge habe und verhüte, dass die Kesselsteinschicht in den Siederöhren eine unzulässig oder auch nur unbequem dicke werde.

Wir halten das, bis zu einem geringen Grade, für möglich, sind aber überzeugt, dass die Siederöhren trotzdem einer periodischen Reinigung von Hand bedürfen, und dass sich namentlich in den nicht gerippten Ecken eine grössere Menge Kesselstein ansetzen wird. Es hängt zu sehr von der Art des Kesselsteins ab.

Diese Reinigung ist nicht leicht auszuführen, da die Feuerbüchse des Kessels nicht sehr geräumig ist und die Siederöhren zu dicht nebeneinander sitzen.

Die sehr rege Wassercirculation in den Siederöhren kommt der Qualität ihrer Heizfläche zu Gute, kann aber allein ein Ansetzen von Kesselstein nicht verhindern.

Was die Befreiung der engen Feuerröhren von Kesselstein betrifft, so ist uns kein Röhrenkessel bekannt, bei welchem diese Arbeit überhaupt leicht auszuführen wäre. Beim Meyn'schen Kessel geht dies aber leichter, weil die Feuerröhren nur kurz und unschwer zu erreichen sind. Ganz ausserordentlich schwierig, ja theilweise unmöglich ist aber die Reinigung der Seitenwand der Feuerbüchse, sowie des Flammrohres und der ovalen Siederöhren.

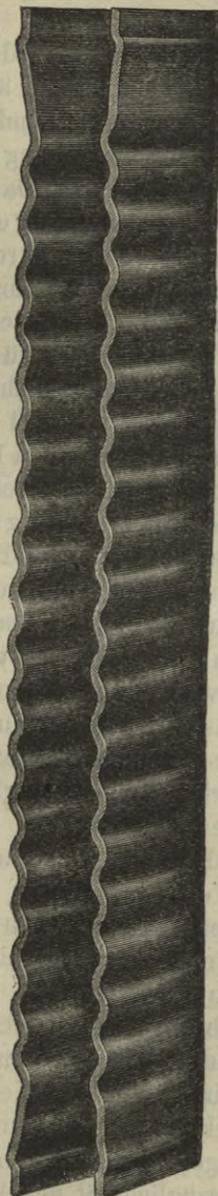
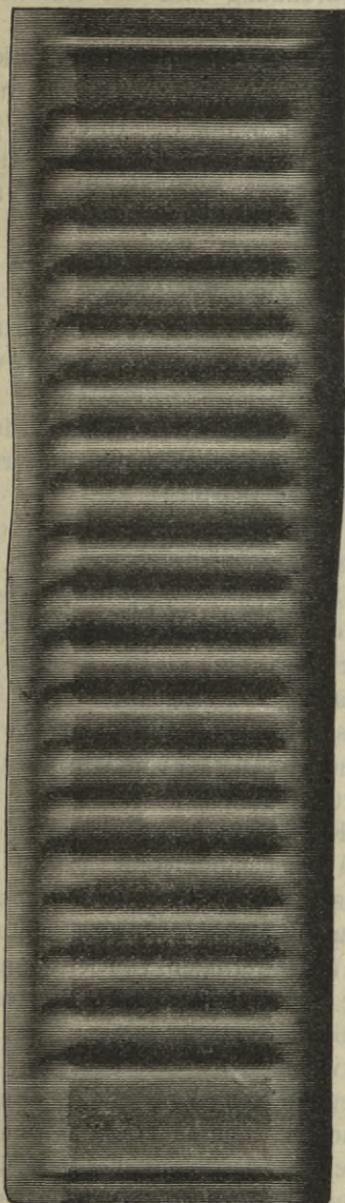
Die Feuerungsanlage ist rationell: Das kurze Chamottegewölbe ist, weil vorn liegend und der Flamme wenig ausgesetzt, nicht gefährdet, befördert dagegen als schlechter Wärmeleiter die Verbrennung, und im Uebrigen steht die Feuerung ungefähr auf der Höhe derjenigen in unsern gewöhnlichen liegenden Flammrohrkesseln, d. h. nur die oberen Flächen der Flammrohre (welche also ziemlich frei wenigstens von Schlamm und Kesselsteinsplittern sind) sind erheblich der Flamme ausgesetzt, die unteren Theile dagegen, an denen sich diese Theile anlagern werden, sind wenig exponirt.

Die Reinigung des ganzen Kessels überhaupt von

Fig. 60.

Fig. 59.

Fig. 61.



Kesselstein und Schlamm kann Alles in Allem nicht so leicht vollzogen werden, als man dies von einem Kessel mit relativ geringem Wasserraum erwarten darf, und deshalb muss

man auf Beschaffung guten Speisewassers sehr sorgfältig bedacht sein.

Die Reinigung der Aussenfläche der Siederöhren von Russ und Flugasche erfolgt durch den bereits mehrfach erwähnten dünnen Dampfstrahl und durch Fegen mit der Bürste. Vom Gelingen dieser schwierigen Arbeit hängt die Verbrennung und der Nutzeffect sehr wesentlich ab.

Um das dazu dienende Spritzenmundstück in die Feuerkiste einführen zu können, ist der äussere Behälter mit dem inneren durch vier kurze Rohrstutzen verbunden (s. Fig. 58 u. 56, S. 116 u. 117), welche wesentlich zur Versteifung und Verstärkung des Kessels beitragen.

Durch denselben Dampfstrahl kann man aber auch auf sehr bequeme Weise die engen Heizröhren fegen.

Wie der Kessel durch Anker verstärkt und wie die Garnitur angebracht ist, erhellt zur Genüge aus den Zeichnungen.

Der grosse Durchmesser des Kessels macht denselben ungeeignet für sehr hohe Dampfpressungen, und deshalb lautet unser Urtheil dahin:

Der Meyn-Kessel ist nur zu empfehlen, wenn Gründe vorliegen, welche auf einen Kessel von geringem Raumerforderniss und ohne Einmauerung hinweisen, und der Betrieb:

1. einen mässig grossen oder vielmehr ziemlich kleinen Wasserraum, und wenn er
2. einen mässig hohen Dampfdruck gestattet oder fordert
3. nur geringe Dampfproduction, aber sehr hohe Ausnutzung der Brennstoffe erfordert,
4. wenn gutes Speisewasser vorhanden ist.

Was die Ausführung dieser Kessel betrifft, so war die der von mir gesehenen Kessel eine so vorzügliche, wie sie nur durch langjährige Uebung möglich wird.

Die Schwierigkeit, solche Kessel gut herzustellen, bleibt aber immer doch von Nachtheil, weil die complicirten Formen nothwendiger Weise den Preis des Kessels hochstellen. Sehr unangenehm aber werden Reparaturen, zu denen sich wohl die meisten unserer einfachen, oft leider mit sehr geringen Einrichtungen ausgestatteten Kesselfabriken unfähig erklären würden. Reparaturen an den Röhren bringen stets erhebliche Kosten mit sich.

Und das ist ein Punkt, auf welchen bei dem grossen Lobe, welches wir dem Meyn-Kessel spendeten, uns verpflichtet halten, hier ausdrücklich aufmerksam zu machen, müssen aber andererseits auch hinzufügen, dass, bei der rationellen Anordnung der Heizflächen und der Vorzüglichkeit der Ausführung, Reparaturen durch richtigen Betrieb und rechtzeitige Reinigung gewiss auf lange Zeit zu vermeiden sind, wenn der Kessel mässig angestrengt und mit gutem Speisewasser betrieben wird.

§ 4. Der Locomotivkessel.

Der Locomotivkessel ist ein liegender Heizröhrenkessel mit Feuerbüchse.

Die Röhren dieser Kessel (Locomotiven für Localdienst, Erdtransport u. s. w. ausgenommen) haben gewöhnlich 45^{mm} bis 52^{mm} äusseren Durchmesser, 2^{mm}5, seltener 3^{mm} und noch seltener 2^{mm} Wanddicke, und eine Länge, welche gewöhnlich zwischen 3^m und 4^m, aber auch zwischen 2^m4 und 4^m8 liegt. Die Anzahl der Röhren beträgt gewöhnlich 160 bis 290, und die durch dieselbe dargebotene Heizfläche = 76^m bis 197^m.

Die Röhren bestehen gewöhnlich aus Messing oder aus Schmiedeeisen, und erst seit einigen Jahren hat man solche aus Stahl in Anwendung gebracht.

Das eine Ende der Röhren ist befestigt in der vorderen Kopfplatte des Langkessels, welche Kessel und Rauchkammer voneinander scheidet. Diese Kopfplatte und diese Rauchkammer zeigen zwar mancherlei Formen und bemerkenswerthe Constructionen, die Grundform aber ist eine so einfache, dass hier auf dieselbe nicht näher eingegangen zu werden braucht, und die Detailconstructionen gehören in ein Handbuch für specielle Eisenbahntechnik.*)

Das hintere Ende der Röhren dagegen wird befestigt in der Rohrplatte der sogenannten Feuerkiste (Feuerbüchse), und diese Feuerkisten zeigen in ihrer Construction so principielle Verschiedenheiten, und werden in ganz gleicher Weise auch bei anderen Kesseln, z. B. Locomobilen, angewandt, dass sie nicht allein den Eisenbahnmaschinenbauer, sondern jeden Maschinenbautechniker überhaupt interessiren, und deshalb hier besprochen werden müssen.

Wir unterscheiden die angebaute Feuerkiste von der untergebauten, und von jeder Sorte wieder die niedere von der hohen.

Der Unterschied zwischen einer angebauten und einer untergebauten Feuerkiste ist leicht zu begreifen:

Denkt man sich den horizontalen Langkessel, in welchem die Röhren liegen, hinten abgeschnitten durch eine verticale, normal zur Axe des Langkessels gerichtete Ebene, oder durch eine cylindrische Fläche, deren geometrische Axe vertical und normal zur Axe des Langkessels steht, und an diese Schnittfläche eine im Uebrigen vollständig fertig gestellte Feuerkiste angenietet, so ist das eben eine angebaute Feuerkiste.

Denkt man sich den Langkessel dagegen durch eine Verticalebene, welche normal steht zur geometrischen Axe des Langkessels, an einer beliebigen Stelle von unten nur bis zur Mitte durch-

*) S. Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, herausgegeben von Edmund Heusinger von Waldegg, dritter Band: der Locomotivbau, Leipzig 1874.

schnitten, und den Trennungsschnitt vollendet durch eine Horizontalebene von hier bis zum hinteren Ende; und denkt man sich **unter** diese rechteckige Oeffnung des Kessels nun eine Feuerkiste genietet, so ist das eben eine untergebaute Feuerkiste.

Im Uebrigen besteht jede Feuerkiste aus zwei ineinander geschachtelten Gefässen, von denen man das äussere die äussere Feuerkiste (oder äussere Feuerbüchse), das innere dagegen die innere Feuerkiste (oder innere Feuerbüchse) nennt.

Die äussere Feuerkiste besteht alle Mal aus Platten von Schmiedeeisen oder Stahl; die ganze innere Feuerbüchse besteht fast immer aus Platten von Rothkupfer bester Qualität oder aus vorzüglichstem Schmiedeeisen.

Diese innere Feuerkiste nämlich kommt direct mit dem glühenden Brennmaterial in Berührung; und dieses und die von ihm ausgehende Flamme besitzt in Folge des Zuges, wie er so lebhaft bei keiner anderen Dampfkesselfeuerung wieder angetroffen wird, eine Temperatur, deren Höhe deshalb von der Temperatur der Verbrennungsgase in anderen Dampfkesselfeuerungen ebenfalls nicht erreicht wird; und dieser hohen Temperatur widersteht nach den bisherigen Erfahrungen eine einigermassen befriedigend lange Zeit nur das Kupfer, nicht aber das Schmiedeeisen oder der Bessemerstahl.

Der Grund, weshalb Kupfer in diesem Falle besser hält als jedes andere Metall, wird in der mit genügender Festigkeit verbundenen unerreichten Biegsamkeit des Kupferbleches gesucht werden müssen; und diese Biegsamkeit und Dehnbarkeit ist nothwendig in Folge der Erwärmung der inneren Feuerkiste, welche einmal also sehr bedeutend, zweitens aber sehr ungleich und drittens sehr verschieden ist von der Erwärmung der äusseren Feuerkiste.

Bei Kesseln dagegen, in denen eine so hohe Temperatur nicht entwickelt wird; genügt Schmiedeeisen als Material für die innere Feuerkiste vollständig; wie denn z. B. alle Locomobilkessel, obwohl sie genau so construirt sind, wie die Locomotivkessel, innere Feuerkisten ausschliesslich aus (dem sehr viel billigeren) Schmiedeeisen erhalten.

A. Die innere Feuerkiste.

Wie immer nun auch die Form der äusseren Feuerkiste beschaffen sein mag (mit alleiniger Ausnahme der hohen angebauten cylindrischen Form), so bleibt die Form und Construction der inneren Feuerkiste immer dieselbe.

Sie bildet nämlich die Form einer im Wesentlichen vierkantigen unten offenen Kiste, und besteht aus 3 Platten: der Rohrplatte *a*, der Thürplatte *b* und der Deck- und Seitenplatte *c* (s. Fig. 1, 5, 6 und 10, Taf. 16).

Einzelne dieser Platten können natürlich (aus verschiedenen

Gründen, z. B. um beim Schadhafwerden nicht ein zu grosses Stück auswechseln zu müssen u. s. w.) aus verschiedenen Stücken zusammengesetzt sein.

So stellt man z. B. in einzelnen Fällen die Rohrplatte *a* aus einem oberen und einem unteren Stück her, um beim Auswechseln des unteren Stückes (welches am leichtesten verbrennt), nicht sämtliche Röhren ausbauen zu müssen; oder aber die Seiten- und Deckplatte besteht aus 3 Theilen, C_1 , C_2 und C_3 , wie in Fig. 10, Taf. 16.

Die Rohrplatte *a* und die Thürplatte *b* werden oben und zu beiden Seiten mit einer Krempe versehen, und an diese Krempe wird die Boden- und Deckplatte *c* von aussen angenietet. Nach unten dagegen wird die innere Feuerkiste durch den Rost geschlossen.

Da die Rohrplatte durch die Rohrlöcher sehr geschwächt wird, so muss sie in der Fläche, welche die Rohre aufzunehmen bestimmt ist, eine grössere Dicke als an den anderen Stellen, und eine grössere Dicke als die anderen Platten der inneren Feuerkiste erhalten.

Letztere beträgt gewöhnlich 15^{mm}, jene 26^{mm}.

Die ebenen Wände der inneren Feuerkiste erleiden einen Dampfdruck (neuerdings gewöhnlich von 8—10 Atmosphären Ueberdruck) von aussen, und um diesem Drucke widerstehen zu können, müssen sie natürlich verstärkt werden.

Die Verstärkung der Rohrwand wird durch die Röhren selbst bewirkt, deren jede als ein Anker zu betrachten ist.

Die Verstärkung der übrigen Seitenwände wird ausschliesslich durch Stehbolzen bewirkt, welche äussere und innere Feuerkiste miteinander verankern.

Diese Stehbolzen werden auf den meisten Bahnen aus Kupferdraht angefertigt und auf ihrer ganzen Länge mit Gewinde versehen, dessen äusserer Durchmesser gewöhnlich = 25^{mm} ist.

Zweckmässiger ist, das Gewinde in der Mitte zu entfernen, weil man die Erfahrung gemacht hat, dass solche Bolzen weniger leicht brechen, s. Holzschnitt Fig. 62 (S. 124).

Sie erhalten gewöhnlich ein centrisch gebohrtes Loch von 3^{mm} Durchmesser, welches circa 8^{mm} tief in den Wasserraum des Kessels hineinreicht, und welches die Bestimmung hat, durch Ausblasen von Wasser (oder Dampf) den etwaigen Bruch eines Stehbolzens anzuzeigen (s. Holzschnitt Fig. 63).

Der Grund, weshalb man dieses Loch nicht tiefer bohrt, liegt in der Erfahrung, dass die Stehbolzen fast immer dicht an der Wand der äusseren Feuerkiste brechen, und die Ursache dieser Erscheinung ist, dass die Stehbolzen nicht allein auf absolute, sondern auch auf relative Bruchfestigkeit beansprucht werden in Folge von Verbiegungen und Verschiebungen der inneren Feuerkiste in der äusseren, welche natürlich wieder Verbiegungen der Stehbolzen zur Folge haben.

Bei einer solchen Verbiegung eines Stehbolzens aber wird derselbe natürlich am schärfsten geknickt hart an der Kante der aus dem härteren Material (Eisen) bestehenden äusseren Feuerkiste, weniger scharf an der Kante der aus weichem Kupfer bestehenden inneren Feuerkiste, und am wenigsten natürlich zwischen diesen beiden Querschnitten, und daraus folgt, dass im Allgemeinen der Stehbolzen (wenn überhaupt) im ersteren Querschnitt brechen wird.

Die Stehbolzen werden mit ihrem Gewinde gleichzeitig in die mit Muttergewinde versehenen Löcher der inneren und äusseren Feuerkiste hineingedreht (s. Holzschnitt Fig. 62a), darauf werden die vorstehenden Enden auf richtige Länge mit der Kreissäge abgeschnitten und das Gewinde von ihnen entfernt (s. Fig. 62 b), hierauf zu einem Nietkopf angestaucht (s. Fig. 62 c), und schliesslich wird das Centralloch, welches beim Anstauchen des vorderen Kopfes sich vorn schloss, wieder aufgebohrt.

Fig. 62.

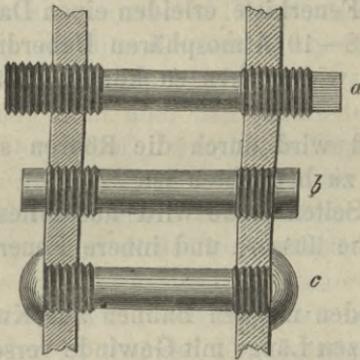
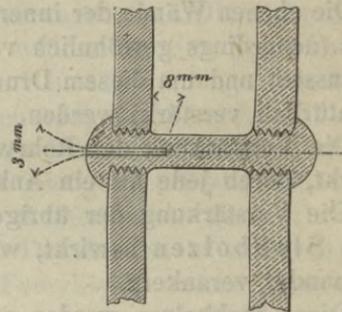


Fig. 63.



Stehbolzen aus Schmiedeeisen werden ebenso construiert. Sie müssen aber in der Feuerkiste einen vor dem Eindrehen fertigen Kopf erhalten, und dieser Kopf ist durch einen Conus, welcher die Dichtung übernimmt, in den cylindrischen Bolzenschaft überzuführen. Der äussere Kopf wird dann ebenfalls kalt angestaucht. Die anderen bekannten Constructionen von eisernen Stehbolzen, bestehend aus einem Niet mit einer Hülse aus einem (am Besten geschlitzten) Rohre, welche warm eingezogen werden, kommen selten an Locomotiven, dagegen häufiger an Locomobilen vor.

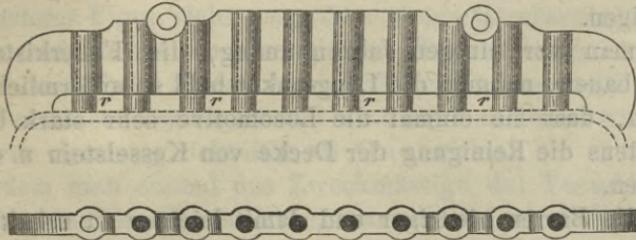
Die Verstärkung der Decke der inneren Feuerkiste erfolgt entweder durch Deckbarr en, oder aber ebenfalls durch Stehbolzen oder Anker, welche die Decken der äusseren und inneren Feuerkiste miteinander verbinden, oder durch eine Combination beider, oder endlich (in neuerer Zeit) auch dadurch, dass die Deckplatten aus wellenförmigem Blech, und dadurch an sich stark genug, hergestellt werden.

Die Methode der Versteifung der Decken durch Deckbarren ist die älteste und bis in die neueste Zeit fast ausschliesslich geübte. Diese Barren waren alle Mal Längsbarren, d. h. ihre Längsrichtung stimmte mit derjenigen des Kessels überein, in der Art, wie Fig. 1, Taf. 16 zeigt.

Die Barren selbst bilden Träger aus hochkant gestelltem Flacheisen.

Dieses Flacheisen hobelt oder schmiedet man entweder so aus, wie beistehende Fig. 64 u. 65 zeigen, und durchbohrt die dickeren

Fig. 64 u. 65.

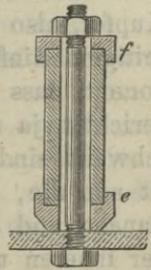
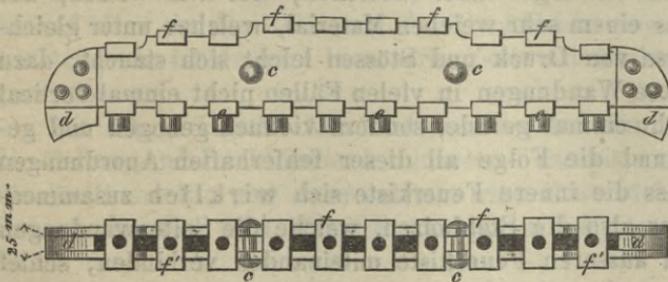


Stellen, um Ankerschrauben hindurch ziehen zu können; oder aber man nietet einfach zwei Flacheisen von gleichbleibender Dicke so aneinander, dass ein geschlitzter Träger entsteht, dessen Schlitz die Ankerschrauben aufzunehmen bestimmt ist (s. Holzschnitte Fig. 66, 67 und 68).

Im letzteren Falle erhält die Mutter jeder Ankerschraube eine Unterlegscheibe von dem Querschnitt *f* (Fig. 68), und in jedem

Fig. 66 u. 67.

Fig. 68.



Falle füllt man den Raum zwischen Deckplatte und Ankerbarren um jede Ankerschraube herum aus durch eine Zwischenlegscheibe *r* in Fig. 64, und *e* in Fig. 66 und 68, welche den Zweck hat, ein festes Anziehen der Ankerschrauben zu ermöglichen.

Wollte man zu diesem Zwecke die Deckbarren überall auf der Decke aufliegen lassen, so würde man eine zu grosse Fläche der Decke von der Berührung mit Wasser ausschliessen, doch stellt man bei Anwendung der durch die Fig. 64 und 65 dargestellten Con-

struction die Zwischenlegscheiben r wohl aus einem Stück mit den Deckbarren her.

Das Längenprofil der Deckbarren ist, falls letztere kurz ausfallen, das rechteckige (s. Fig. 1 u. 10, Taf. 16).

Werden die Deckbarren dagegen sehr lang, so giebt man ihnen annähernd die Form eines Trägers von gleichmässiger Festigkeit, weniger, um Material zu sparen, als um die Locomotive durch unnütze Gewichte nicht unnöthig zu belasten.

In jedem Falle muss natürlich für jede Anker Mutter eine gerade Auflagefläche geschaffen werden, und aus diesen beiden Bedingungen resultirt dann die Form, wie sie die Holzschnitte Fig. 64 u. 66 auf S. 125 zeigen.

Als man vor einigen Jahren anfang, die Feuerkisten immer länger zu bauen, nahmen die Längsanker bald so unförmliche Dimensionen an, dass sie einmal die Locomotive sehr stark belasteten, und zweitens die Reinigung der Decke von Kesselstein u. s. w. sehr erschwerten.

Um die Barren niedriger und damit leichter zu erhalten, legte man sie quer, d. h. normal zur geometrischen Axe der Bahn, so dass sie also eine kürzere Distanz zu überbrücken hatten.

Eine Feuerkiste mit solchen Querbarren zeigt Fig. 10, Taf. 16.

Alle diese Barren, gleichgültig, ob sie der Länge oder der Quere nach angeordnet sind, übertragen nun den gesammten Dampfdruck, welcher auf der Decke liegt, auf die Seitenwandungen der inneren Feuerkiste, und diese müssen den Druck wieder auf die äussere Feuerkiste übertragen durch die Verbindung der unteren Ränder beider Feuerkisten.

Diese Seitenwandungen aber bestehen, wie wir wissen, aus Kupfer, also aus einem sehr weichen Material, welches unter gleichzeitigem Einflusse von Druck und Stössen leicht sich staucht; dazu kommt, dass diese Wandungen in vielen Fällen nicht einmal vertical gerichtet, ja nicht einmal gerade, sondern vielfach gebogen und geschweift sind; und die Folge all dieser fehlerhaften Anordnungen ist nun die, dass die innere Feuerkiste sich wirklich zusammenstaucht, und dass also die Stehbolzen, welche die Seitenwandungen der inneren und äusseren Feuerkiste miteinander verbinden, schief gebogen werden und — brechen.

Dieser Gefahr sind natürlich am meisten diejenigen Stehbolzen ausgesetzt, deren in der inneren Feuerkiste befestigtes Ende beim Stauchen der letzteren den grössten Weg zurückzulegen hat, und das sind die obersten Stehbolzen. Diese Stehbolzen, und von ihnen wieder am meisten diejenigen, welche sich an den Seiten, in der Mitte zwischen Rohr- und Thürwand befinden, werden aber gleichzeitig noch sehr stark auf Zug beansprucht durch den Dampfdruck, welcher den darüber liegenden Theil der äusseren Feuer-

kiste seitlich auszubauchen strebt; und aus all diesen Gründen ist zweckmässig:

1. den seitlichen Dampfdruck möglichst aufzufangen durch kräftige Queranker, welche möglichst nahe über der Decke der inneren Feuerkiste angeordnet werden sollen; und

2. einem Zusammenstauchen der inneren Feuerkiste dadurch vorzubeugen, dass man einzelne Deckbarren mit der äusseren Feuerkiste verankert.

Die Methode, nach welcher man solche Barren an der Decke der äusseren Kiste aufhängt, zeigen zur Gentüge die Figuren 1 u. 10, Tafel 16.

In letzterer Figur sieht man, dass einige Querbarren einfach an der Decke aufgehängt sind vermittelt Hängeschienen; andere dagegen sind mit ihren Enden bis an die Seitenwandungen der äusseren Feuerkiste verlängert und dort mit denselben vernietet, und diese Barren dienen gleichzeitig als Queranker.

Nachdem man einmal das Zweckmässige der Verankerung der Decken miteinander erkannt hatte, war nur noch ein Schritt zu thun, um die Barren ganz zu verwerfen und die Decken genau so miteinander zu verankern wie die Seitenwandungen, nämlich durch Stehbolzen. Diese Methode zeigen die Fig. 85 und 86, Taf. 16, und sie unterscheidet sich von der Verankerung der Seitenwandungen allein dadurch, dass die Stehbolzen nicht aus Kupfer, sondern aus Eisen bestehen, und dass an die Stelle der Nietköpfe Schraubenmuttern treten.

Ausser dem Vorzug, dass nunmehr die innere Feuerkiste vollständig oben getragen wird und sich also nicht mehr stauchen kann, hat diese Construction noch den, dass sie die leichteste von allen ist und dass sie die Reinigung der Deckbleche ausserordentlich erleichtert; sie ist deshalb in neuerer Zeit mit Recht die beliebteste geworden.

Mit der geringsten Anzahl Anker kommt man aus, wenn man die Seiten- und Deckbleche der inneren Feuerkiste aus gewellten Blechen herstellt, und dann entsteht eine Feuerbüchse, wie sie die Holzschnitte Fig. 69 u. 70 auf S. 128 zeigen. (System May.)

B. Die äussere Feuerkiste.

a) Die angebaute Feuerkiste.

α) Die niedere angebaute Feuerkiste.

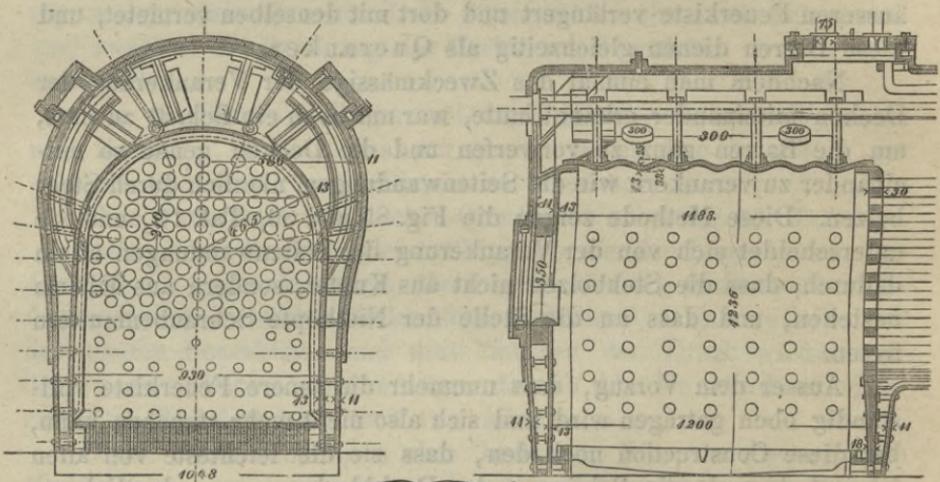
Die niedere angebaute Feuerkiste ist die am häufigsten vorkommende. Sie ist dargestellt durch Fig. 1, Taf. 16, genau so construirt wie die innere Feuerkiste, und wird mit dem Langkessel verbunden durch die Krempe *k*.

Diese Krempe wird also von innen nach aussen getrieben, dabei vergrössert sich der Durchmesser, also auch der Umfang des Loches, folglich wird das Material gestreckt und also die Krempe dünner als die Platte war.

Das ist natürlich ein Uebelstand, denn der Verschwächung durch die Nietlöcher wegen wünscht man die Krempe lieber dicker als dünner zu haben.

Die Verminderung der Dicke wenigstens kann man vermeiden, wenn man dafür sorgt, dass der Umfang des Loches vor dem Kremmen genau so gross ist, wie nach demselben, und das erreicht man, indem man die vordere Platte der äusseren Feuerkiste aus zwei, nach Fig. 2 u. 3 (Taf. 16) geschnittenen Platten zusammensetzt, welche

Fig. 69 u. 70.



nach dem Kremmen gemäss Fig. 4 (Taf. 16) aneinander gestossen und durch Laschennietung miteinander verbunden werden.

Die Querschnittsform der angebauten Feuerbüchse kann jede beliebige sein; denn um sie herzustellen ist nur nöthig, die äussere Krempe *k* durch Biegung der Platte um eine beliebige Linie *a—b—c* (Fig. 2, Taf. 16) herzustellen.

Versteift man die Decke der inneren Feuerkiste nicht durch Barren, hängt man sie vielmehr direct an der Decke der äusseren Feuerkiste durch Stehbolzen auf, dann ist, um für die Muttern dieser Stehbolzen eine ebene Auflagefläche zu erhalten, natürlich das Einfachste, die Decke der äusseren Feuerkiste eben und parallel zu der der inneren, d. h. horizontal herzustellen.

Und da in diesem Falle gewöhnlich kein Grund vorliegt, die Feuerkiste höher zu machen als den Kessel, so lässt man den höchsten Punkt *b* der Linie, um welche die äussere Krempe gebogen wird, zusammenfallen mit dem höchsten Punkt *e* der Linie,

um welche die innere Krempe gebogen wird, so dass diese beiden Krempe direct ineinander übergehen, ein Querschnitt der hinteren Platte der äusseren Feuerkiste nach Fig. 5, und dadurch die flache angebaute Feuerkiste entsteht.

β) Die hohe angebaute Feuerkiste.

Die hohe angebaute Feuerkiste unterscheidet sich von der niederen dadurch, dass sich über der Decke der inneren Feuerkiste ein hoher Dampfdom erhebt.

Im Horizontalschnitt ist diese Feuerkiste entweder ebenfalls rechteckig oder aber kreisrund.

Im ersteren Fall erhält der Dom die Form eines abgestumpften Klostergewölbes und bedarf einer Menge kräftiger Verankerungen.

Ausserdem sind für diese Construction zur Versteifung der ebenen Platten gerade so viel Stehbolzen zwischen innerer und äusserer Feuerkiste bei jeder anderen Construction nöthig, und all dieser Verankerungen wegen muss man diese Feuerkiste als unpractisch bezeichnen.

Sie wird nicht mehr angewandt und soll deshalb hier auch nicht weiter beschrieben werden.

Giebt man der äusseren Feuerkiste dagegen einen runden Querschnitt, so bedarf der Dom gar keiner Verankerungen, und Stehbolzen hat man nur da nöthig, wo man (der ebenen Rohrwand wegen) vom kreisrunden Querschnitt in den hufeisenförmigen übergehen muss, und das ist unterhalb der geometrischen Axe des Langkessels der Fall.

Diese Feuerkiste wird im Längs- und Horizontalschnitt so vollständig durch die Fig. 7 und 7a, Tafel 16, wiedergegeben, dass weiteren Text hinzuzufügen überflüssig erscheint.

b) Die untergebaute Feuerkiste.

α) Die niedere untergebaute Feuerkiste.

Die geometrische Definition der untergebauten Feuerkiste ist bereits oben gegeben, und dargestellt wird eine niedere durch die Fig. 9 u. 10, Taf. 16.

Man erkennt sofort als Vortheile:

1. Die Feuerkiste ist billiger als die niedere angebaute, denn erstens fällt die Arbeit für die Herstellung der äusseren und inneren Krempe k_1 und k am Stück Fig. 2, Taf. 16 fort, und zweitens bedarf man überhaupt dieses Stückes, welches aus bestem Eisenblech hergestellt werden muss, nicht.

2. Die Krempe k an der Platte P (s. Fig. 9, Taf. 16) wird nicht gestreckt und also nicht dünner, denn sie wird genau so hergestellt, wie die Krempe an Fig. 3, Taf. 16.

Dagegen als Nachteile:

1. Die Querschnittsform der Feuerkiste ist nicht mehr in das Belieben des Constructeurs gestellt, weil die Decke der Feuerkiste gebildet wird einfach durch die Verlängerung der oberen Hälfte des Langkessels; diese Decke muss vielmehr eine halbkreisförmige Querschnittsform haben vom Durchmesser des Langkessels, und deshalb

2. fällt der Dampfraum über der inneren Feuerkiste sehr klein aus.

Diesen Uebelstand können wir indessen sehr leicht beseitigen, denn Nichts hindert uns, unserem Langkessel da, wo wir ihm die Decke zur Feuerkiste entnehmen wollen (durch Einschaltung eines conischen Schusses), einen grösseren Durchmesser zu geben, und dann entsteht:

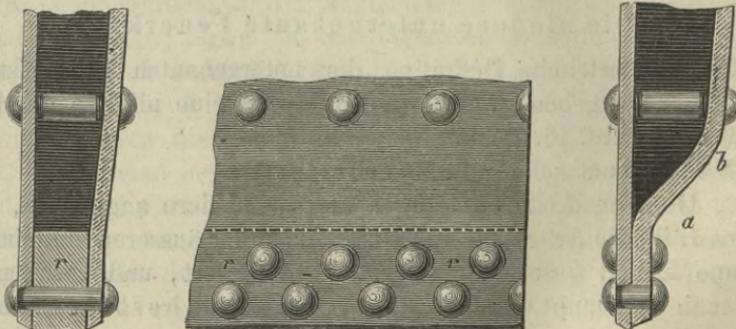
β) Die hohe untergebaute oder amerikanische Feuerkiste, mit dem letzteren Namen belegt, weil sie unseres Wissens in Amerika erfunden ist und heute noch fast ausschliesslich dort angewandt wird.

Sie scheint für die meisten Fälle alle Vorzüge der angebauten Feuerkiste mit der grösstmöglichen Einfachheit in der Fabrikation und Billigkeit zu vereinigen, und ist durch Fig. 8, Taf. 16 ebenfalls so deutlich wiedergegeben, dass Nichts hinzuzufügen übrig bleibt.

C. Die Verbindung der inneren mit der äusseren Feuerkiste.

Um den Wasserraum zu schliessen, müssen beide Feuerkisten zuerst an ihren unteren Rändern miteinander verbunden werden, und das geschieht (unter Verschweigung der schlechtesten Methoden) entweder nach beigedruckter Fig. 71, oder nach Fig. 73, für welche beide Verbindungen Fig. 72 die andere Ansicht darstellt.

Fig. 71, 72 u. 73.



Bei der durch Fig. 71 dargestellten Methode wird ein massiver schmiedeeiserner Rahmen zwischen innerer und äusserer Feuerkiste eingeschoben und durch doppelte Vernietung mit beiden verbunden.

Diese Methode, gewöhnlich so angewandt, dass die Platten der inneren Feuerkiste gar nicht verkröpft zu werden brauchen (vergl. Fig. 1, 5, 6 u. 10, Taf. 16), ist die beste.

Sie soll alle Mal angewandt werden, wenn die Decken der inneren und äusseren Feuerkiste nicht miteinander verankert sind, wenn also der ganze Dampfdruck, welcher auf der Decke der inneren Feuerkiste liegt, auf diese Verbindung übertragen wird — denn ohne Weiteres leuchtet wohl ein, dass diesem Dampfdruck zu widerstehen eine Construction nach Fig. 73 nicht geeignet ist; dass die Platten sich vielmehr auf der Strecke $a-b$ verbiegen werden, in Folge dessen die innere Feuerkiste sackt und die obersten Stehbolzen brechen (s. oben).

Sind dagegen die Decken miteinander verankert, dann hat die Construction nach Fig. 73 doch immer noch den Nachtheil,

1. dass beim Ausbörteln des unteren Randes die Kupferbleche der inneren Feuerbüchse immerhin etwas leiden und
2. dass der spitzwinkelige Raum unten sehr schwer von Schlamm und Kesselstein zu reinigen ist.

Eine weitere Verbindung beider Feuerkisten ist erforderlich rings um das Schürloch. Sie geschieht ebenfalls wieder nach Fig. 71 oder Fig. 73, und hier kann letztere Methode vorzuziehen sein, weil sie die Schüröffnung so zu sagen nach innen erweitert und dadurch eine bequemere Handhabung der Schüreisen gestattet.

Eine dritte Verbindung beider Kisten haben wir bereits in den Stehbolzen kennen gelernt.

Die Entfernung derselben voneinander folgt aus Gleichung (19)

$$\mathfrak{Z} = \frac{\mathfrak{F}}{2} \left(\frac{b}{b} \right)^2 \dots \dots \dots (19)$$

Setzen wir nun wieder $\mathfrak{Z} = 500$ und (wie das für die meisten neueren Locomotiven der Fall ist) $\mathfrak{F} = 10$, so folgt

$$100 = \left(\frac{b}{b} \right)^2$$

oder

$$b = 10b \dots \dots \dots (20)$$

d. h. die Entfernung der Stehbolzenreihen voneinander sei gleich der zehnfachen Eisenblechdicke.

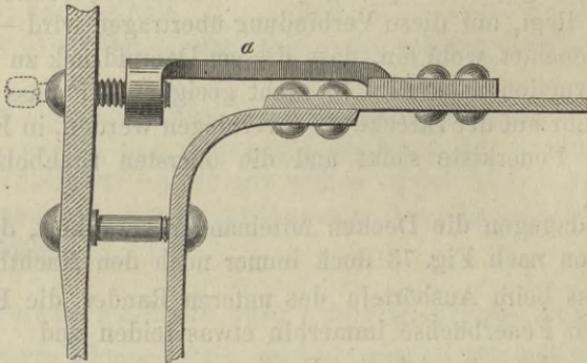
Die Kupferbleche der inneren Feuerkiste erhalten dann ca. die $1\frac{1}{2}$ fache Stärke der Eisenbleche.

Weitere Verstärkungen sind an der Feuerkiste nun noch folgende nöthig. Die Entfernung zwischen der untersten Rohrreihe g (zwischen welcher und dem Langkessel mindestens 5^e Spielraum bleiben muss) und obersten Stehbolzenreihe r (s. Fig. 5, Taf. 16) ist so gross, dass dort noch die Rohrwand mit dem Langkessel verankert werden muss.

Diese Verankerung ist in grösserem Maassstabe dargestellt durch Holzschnitt Fig. 74.

Ferner muss der obere Theil der Thürplatte der äusseren Feuerkiste noch verankert werden entweder durch Längsanker (Fig. 1,

Fig. 74.



Taf. 16), welche wie *s* entweder nach der vorderen Platte der äusseren Feuerkiste, oder wie *t* nach der vorderen Rohrwand des Kessels gehen, oder durch Blechconsolen u. s. w. (s. Fig. 5, 6 u. 10, Taf. 16).

§ 5. Der Locomobilkessel auf Rädern.

Der gewöhnliche Locomobilkessel, wie er von England - Amerika zu uns herübergekommen ist, ist genau dem Locomotivkessel nachgebildet. Englische Construction.

Fragen wir nun, ob ein Grund vorhanden ist, genau die Form des Locomotivkessels bei den Locomobilen nachzuahmen, so müssen wir diese Frage verneinen.

Es ist namentlich bei den Locomotiven die gegebene Spurweite, und die in Folge dessen gegebene beschränkte Radentfernung, welche eine andere Construction der Feuerkiste kaum möglich macht.

Diese Construction ist aber, genau betrachtet, eine **sehr schlechte**, denn sie erschwert die Reinigung der Feuerkiste sowohl als des Langkessels und der Röhren von Schlamm und Kesselstein ganz ausserordentlich, erschwert ferner eine gute Bedienung, namentlich ein Abschlacken des Rostes während des Betriebes; und all diese Uebelstände erkaufte man noch dazu mit vielem Gelde, denn die Locomotivfeuerbüchse ist sehr theuer.

Da wir nun beim Bau der Locomobilen durchaus nicht so eingengt sind, wie beim Bau der Locomotiven, so werden wir gut thun, für die Locomobilen im Allgemeinen nach einer besseren und billigeren Kesselform zu suchen, und eine solche, bereits vielfach angewandte und in hoher Gunst beim industriellen Publikum stehende

Form bildet der Röhrenkessel mit herausziehbarem Röhrenbündel. Deutsche Construction.

Ein solcher ist durch die Fig. 1 u. 2, Taf. 11 dargestellt und folgendermaassen construirt:

Die innere Feuerbüchse ist ein liegendes Flammrohr von ovalem oder kreisrundem Querschnitt, in welches der Rost *R* genau wie in ein gewöhnliches Flammrohr eingebaut wird.

Fig. 75.

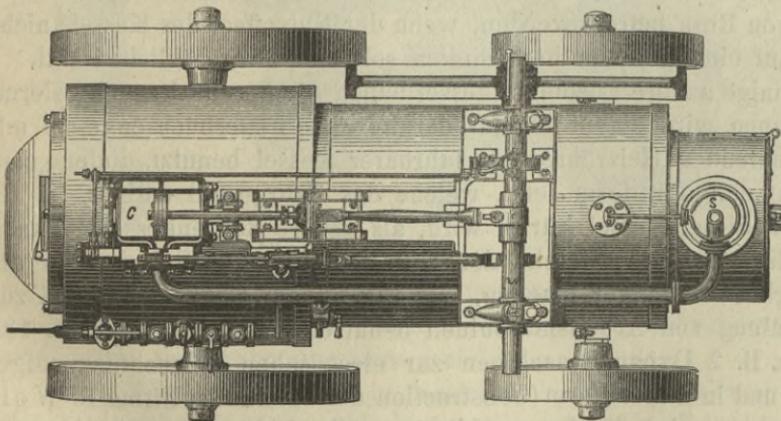
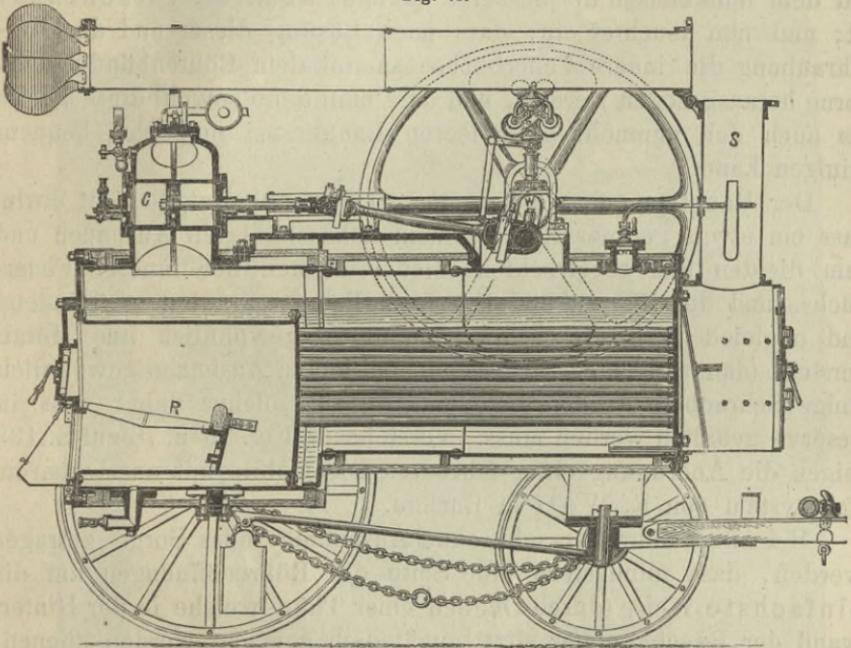


Fig. 76.

Diese innere Feuerbüchse ist excentrisch eingebaut in die äussere, welche ebenfalls ein liegendes Rohr von kreisrundem Querschnitt bildet.

Beide Feuerbüchsen werden nach vorn geschlossen durch eine

ebene Stirnplatte, an deren erstere der Langkessel, an deren letztere die Feuerröhren angeschlossen sind.

Das vordere Ende der Röhren ist befestigt in einer ebenen Platte, und diese Platte ist an der vorderen Stirnwand des Kessels befestigt durch Schrauben, deren Muttern aus Rothguss bestehen.

Hinten sind innere und äussere Feuerbüchse verbunden durch eine ebene Platte, welche mit der inneren Feuerbüchse vernietet, mit dem Winkeleisen der äusseren dagegen wiederum verschraubt ist; und nun leuchtet ein, dass nach Lösung dieser und der Verschraubung die innere Feuerbüchse sammt dem Röhrenbündel nach vorne herausgezogen werden, und dass man dann sowohl diese Theile als auch den nunmehr ganz leeren Langkessel möglichst bequem reinigen kann.

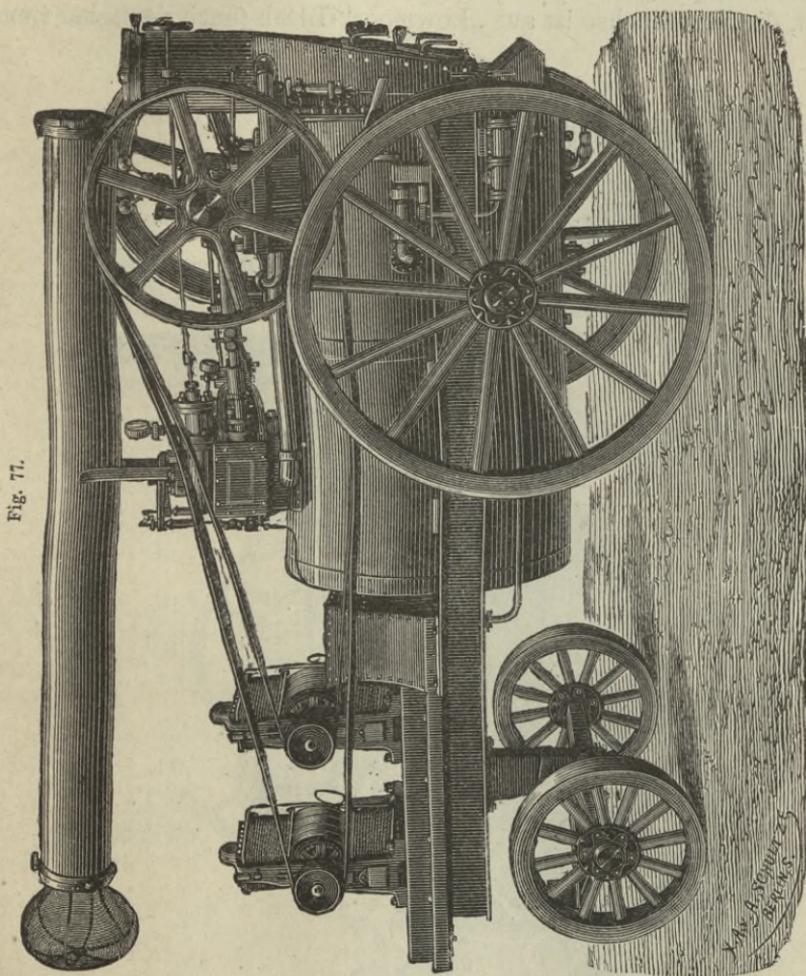
Der Hauptmangel, welcher dem System anhaftet, besteht darin, dass ein etwas geübter Arbeiter zum unbeschädigten Ausbauen und zum dichten und regelrechten Wiedereinbauen der inneren Feuerbüchse und des Röhrenbündels erforderlich ist; und dass trotzdem, und obgleich man die Schraubenmutter gewöhnlich aus Metall herstellt (damit sie nicht festrostet), bei jedem Ausbauen gewöhnlich einige Schrauben brechen und eine Anzahl solcher daher stets in Reserve gehalten werden muss. Vorstehende Fig. 75 u. 76 auf S. 133 zeigen die Anordnung einer fahrbaren Locomobile mit ausziehbarem Rohrsystem von R. Wolf in Buckau.

Bei allen Röhrenkesseln ohne Ausnahme muss Sorge getragen werden, dass mindestens eine Seite der Röhrenöffnungen auf die einfachste Weise (durch Oeffnen einer Thür, welche in der Hinterwand der Rauchkammer sitzt) zugänglich gemacht werden können; denn jede dieser Röhren muss in kurzen Zwischenräumen gefegt, d. h. von Russ befreit werden, wenn der Nutzeffect des Kessels nicht bald auf ein Minimum herabsinken soll und zwar täglich 2 Mal.

Einige andere Locomobilkessel haben wir bereits kennen gelernt. Von ihnen wird eigentlich nur der liegende Feuerbüchsenkessel mit rückkehrenden Heizröhren als fahrbarer Kessel benutzt, indem man ihn auf eine Plattform setzt, welche das Fahrgestell enthält.

Da dieser Kessel kürzer wird, als andere Röhrenkessel, so kann man die Plattform, welche den Kessel trägt, ohne Schaden für die Beweglichkeit länger machen, wie Fig. 77 auf S. 135 zeigt und zur Aufstellung von Arbeitsmaschinen benutzen. In Fig. 77 auf S. 135 sind z. B. 2 Dynamomaschinen zur electrischen Beleuchtung aufgestellt, und in dieser Form (Construction der bekannten Firma R. Wolf in Buckau) wird die Locomobile zu militärischen Zwecken benutzt. Auch Centrifugalpumpen, Pulsometer, Kreissägen u. s. w. pflegt man auf diese Weise fahrbar herzustellen. Gerade zu solchen beweglichen Einrichtungen, die leicht fahrbar, leicht lenkbar, und leicht drehbar sein müssen, ist dieser Kessel recht geeignet.

Die Ausbildung der ausziehbaren Röhrenkessel mit runden Querschnittsformen der Kessel verdankt man nicht unwesentlich der renommirten Firma R. Wolf in Buckau, und in den letzten Jahren findet die Construction viele Nachahmer, z. B. J. D. Garrett in Buckau, S. Lanz in Mannheim u. s. w.



Trotz der genannten Schwächen der englischen Locomobilkesselconstruction, haben die Vorzüge derselben ihre Verwendung doch in mancher Beziehung durchaus gesichert.

Eine Type der englischen Construction zeigt der Kessel 5 u. 6, Taf. 11, welcher der Dampffluglocomotive von John Fowler & Co. in Leeds entnommen ist. Die bekannte grosse Firma J. D. Garrett & Co. in Buckau baut noch immer nach diesem Muster ihre fahrbaren Locomobilkessel in grosser Zahl und trotzdem sie den ausziehbaren Kessel ebenfalls poussirt, so ist sie ebenso wie Fowler & Co.,

Clayton Shuttleworth & Co., Robey & Co. u. s. w. doch der englischen Construction nicht untreu geworden, da sie die Verwendung jedes Brennmaterials gestattet.

Zu manchen Verwendungen ist bislang für die englische Construction noch nirgends ein guter Ersatz gefunden, z. B. bei Fowler'schen Dampfpfluglocomotiven (Fig. 78). Die Kessel sind aus Stahlblech, die Feuerbüchse ist aus „Lowmoor“-Blech (nach deutscher Con-

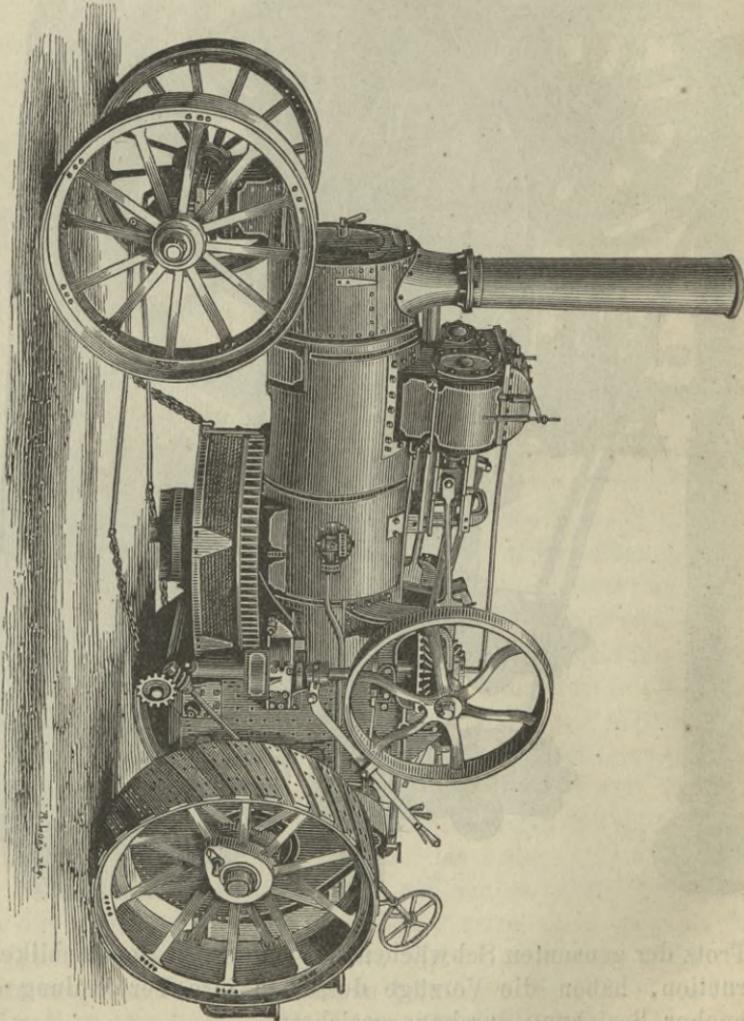


Fig. 78.

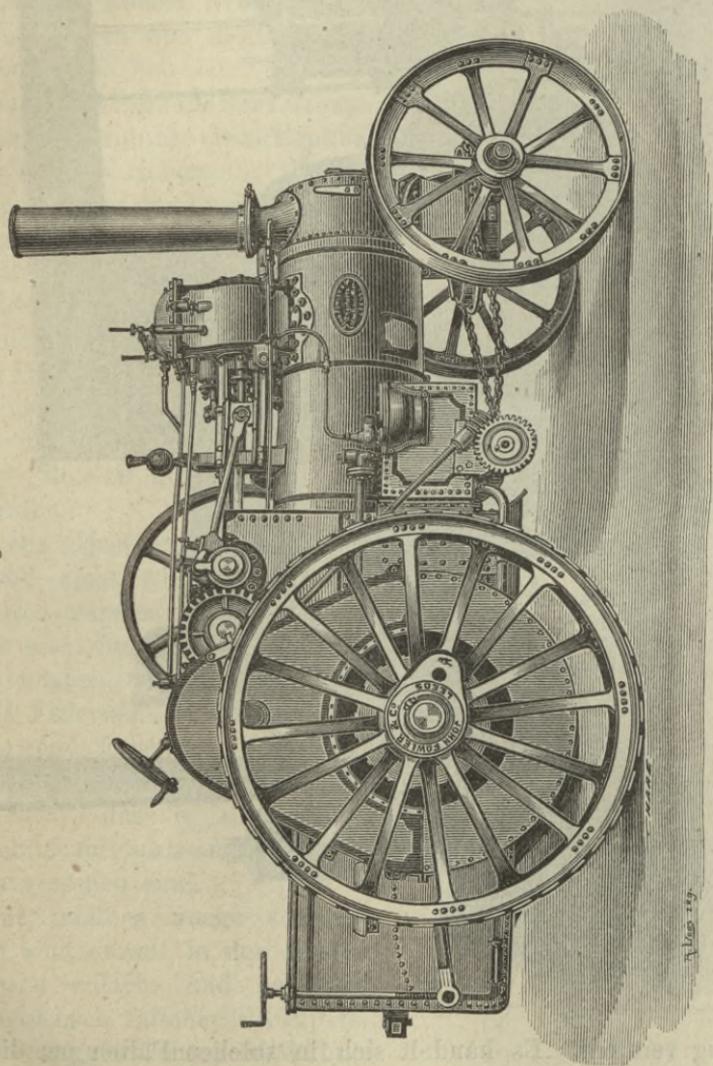
struction [Heucke in Hausneindorf bei Quedlinburg] oft aus Kupfer hergestellt, sie arbeiten mit 7—9 Atmosphären, haben Compound-Dampfmaschine und sind mit Tender combinirt, welcher Kohlen und Wasser aufnimmt.

Die Dampfpfluglocomotiven sind alle so eingerichtet, dass der

Apparat, welcher zur Bewegung des Pfluges dient, ausgelöst werden kann und dass dann die Maschine als Strassenlocomotive sich selbst, den Pflugapparat und die nöthigen Arbeitswagen über Fluren, Felder, Landwege und Chausséen fortbewegen kann.

Eine andere Verwendung zeigt Fig. 79, worin der Locomotivkessel englischer Construction von Fowler & Co. zur Strassenlocomotive verwendet ist.

Fig. 79.



Eine fernere Anwendung findet dieselbe Construction bei der Dampfstrassenwalze, wie sie in Fig. 80, S. 138 dargestellt ist.

Ausser John Fowler & Co. in Leeds ist es in Deutschland hauptsächlich die Firma G. Kuhn in Stuttgart-Berg, welche Dampfstrassenwalzen fabricirt. Von letzterer ist die Zeichnung entnommen.

Man sieht aus diesen wenigen Andeutungen, dass es eine Menge Anwendungen fahrbarer Röhrenkessel giebt, bei denen die englische Kesselconstruction durch ihre geräumige hohe Feuerbüchse den

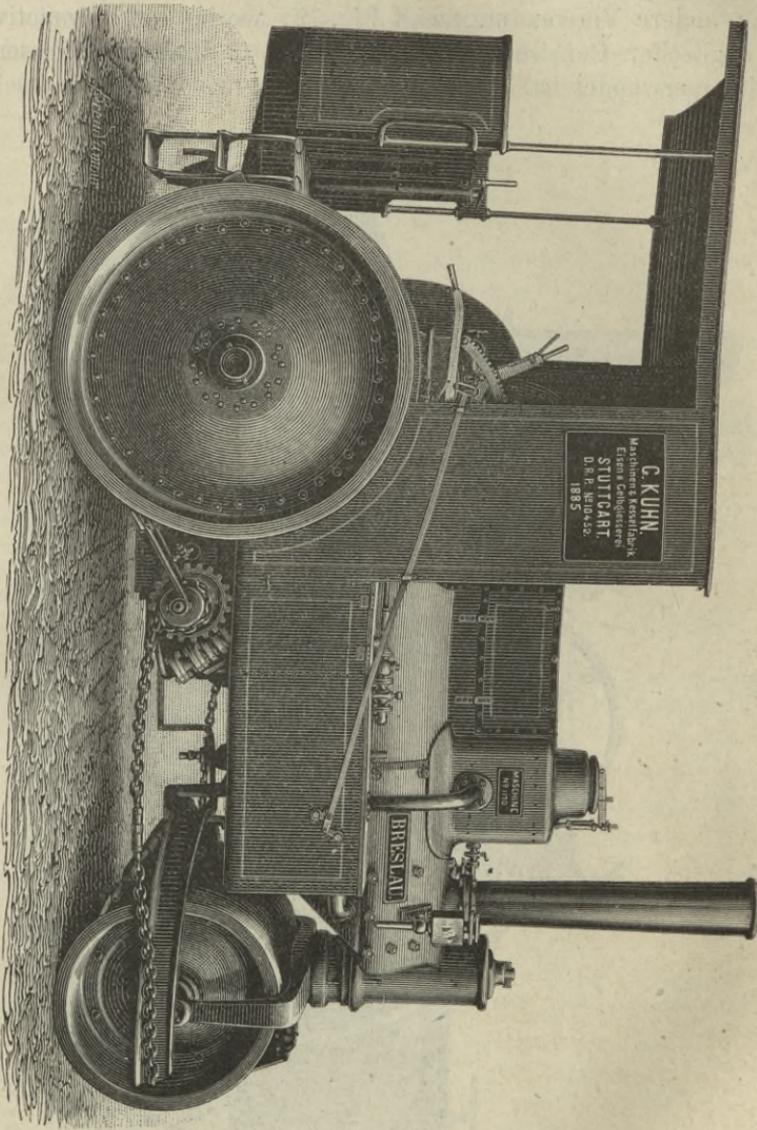


Fig. 80.

Vorzug verdient. Es handelt sich in solchen Fällen um die Möglichkeit der Verwendung aller möglichen Brennstoffe, und Torf, Holz, Coaks u. s. w. können besser in den hohen Feuerbüchsen verbrannt werden.

Alle fahrbaren Locomobilkessel können nur einen niedrigen Schornstein benutzen. Da nun ausserdem die Zugquerschnitte in den

Röhren stets nur eng sein können, so ist es nöthig, zur Zugerzeugung den Auspuffdampf der Dampfmaschine zu benutzen und für den Fall des Anheizens und Stillstandes ein kleines Röhrechen vom Dampfraum nach dem Schornsteine zu leiten (der sogenannte Bläser), durch welches directer Dampf zur Erzeugung des Zuges geleitet wird.

Die Auspuffwirkung ist natürlich nicht so stark; weil die Locomobilen mit geringerer Spannung und mit grösserer Expansion arbeiten als die Locomotiven, aber der Stoss ist doch so heftig, dass der Funkenregen aus dem Schornstein feuergefährlich ist. Die Gesetzgebung hat deshalb bei Locomobilen die Anwendung eines Funkenfängers vorgeschrieben.

Die Aufgabe des Funkenfängers ist folgende:

a) Es sollen die brennenden Kohlenstückchen gefangen werden, sowohl beim Anheizen als beim Betriebe.

b) Die Zugwirkung des Schornsteins darf durch Anbringung des Funkenfängers nicht vermindert, also auch der Betrieb nicht beeinträchtigt werden.

c) Die Construction des Apparates soll nicht willkürlich durch den Heizer geändert und seine Wirksamkeit nicht durch ihn beeinflusst werden können.

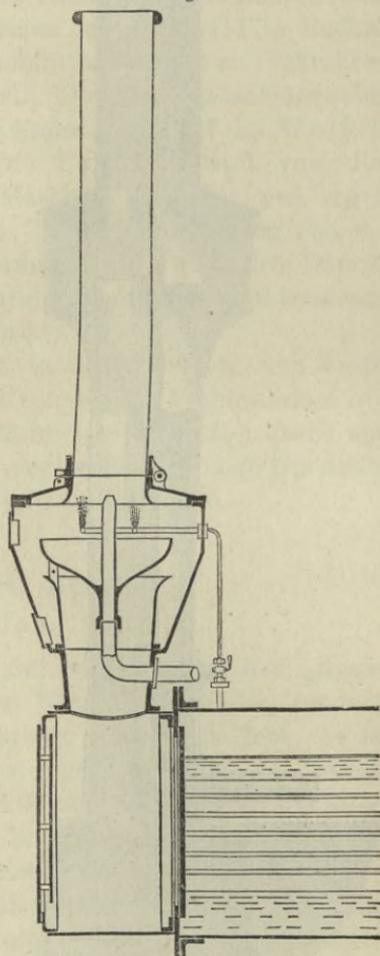
Die Feuerversicherungs-Gesellschaften gehen heutzutage keine Versicherung ein, wenn nicht nachgewiesen wird, dass in allen Fällen Locomobilen mit wirksamen Funkenfängern versehen sind.

Eine zahllose Menge von Apparaten sind darauf in den letzten 10 Jahren erdacht und patentirt, aber meist nach falschen Principien, und nur wenige brauchbare sind übrig

geblieben. Von diesen ist der in Fig. 81 dargestellte einer, welcher der Firma R. Wolf in Buckau patentirt ist.

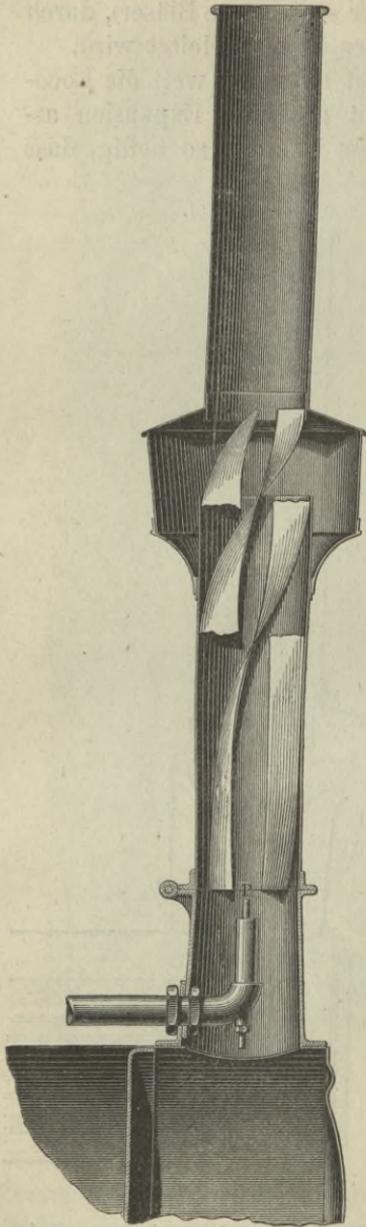
Ein anderer ist der Apparat von C. L. Strube in Buckau, welcher in vielen Hunderten von Exemplaren auch bereits an Eisenbahnlocomotiven Verwendung findet. Diesen Apparat zeigt Fig. 82, S. 140. Auch der Petzoldt'sche u. Neuhaus'sche Apparat gelten als gut.

Fig. 81.



Wir können uns hier mit den Details der Construction nicht befassen, sondern wollen nur erwähnen, dass den meisten Erfolg nur

Fig. 82.



diejenigen Apparate erzielt haben, welche lediglich ohne Zuthun von Wasser und Dampf die Funken in grossen Behältern fangen und daselbst ruhig ausgehen lassen. Das Löschen mit Dampf und Wasser ist unpraktisch und gelingt nur sehr unvollkommen.

Die von Weinlig im Jahre 1877/78 in Magdeburg ausgeführten grossen Versuche mit allen möglichen Funkenlöschern bilden noch heute die einzige Unterlage zur Beurtheilung der Funkenfänger, auch ist die Weinlig'sche Classification und Kritik als vollkommen zutreffend anerkannt. Wir müssen denjenigen auf die technische Literatur verweisen, welcher sich näher informiren will.*)

Die grossartige Verwendung von fahrbaren Locomobilen in allen Zweigen der Landwirthschaft, z. B. zum Dreschen, Pflügen, Wasserpumpen sowie zum Strassenbau, Transport schwerer Massen u. s. w. hat es zu Wege gebracht, dass die Kesselconstructionen ebenso wie diejenigen der Dampfmaschinen bis in kleinste Kleinigkeiten hinein durchdacht sind.

Vorzügliches Material muss um Gewicht zu sparen benutzt werden; da der Raum knapp ist und die Bedienung leicht sein soll, so muss Alles solide und handlich sein; da die Locomobilen den Einwirkungen der Witterung, der Stösse und Erschütterungen beim Transporte und beim Betriebe mehr als andere Kessel ausgesetzt sind, so muss auf makellose Arbeit

und Solidität vor allen Dingen gesehen werden.

*) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. Jahrgang 1884.

Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine. Jahrgang 1878.

Allen diesen Forderungen werden unsere grossen deutschen Firmen, R. Wolf in Buckau, J. D. Garrett in Buckau, Lanz in Mannheim, Pauksch in Landsberg u. s. w. und die bekannten englischen Firmen, welche den Bau von Locomobilen in grossartigem Maasse als Specialität betreiben, im vollsten Maasse gerecht.

Die fahrbare Locomobile aus guter Quelle steht, was Construction und Ausführung verlangt, auf der Höhe der Vollendung und lässt den Dampfmaschinen Nichts nach.

Der gebräuchliche Druck ist jetzt schon 7 Atmosphären. Die Kessel erhalten doppelte, ja dreifache Nietnaht. Die Röhren werden eingewalzt und gebördelt, ja Firmen wie R. Wolf in Buckau versehen die Heizrohre vorne mit ganz feinem Gewinde und schrauben sie ausserdem noch in die Stirnwand. Die Dampfmaschinen sind meist einfache Maschinen, deren Cylinder (wie bei R. Wolf in Buckau) im Dampfraume liegen. Die Expansion wird vom Regulator beherrscht. Der Gang der Maschine ist ruhig und regelmässig. Die Dampfessel geben etwa 7fache Verdampfung und die Maschinen erfordern per effective Pferdestärke die garantierte Dampfmenge von 14 bis 15 Kil. per Stunde, also die garantierte Kohlenmenge von 2 Kil. Kohle pro Stunde per Pferd.*)

Fahrbare Locomobilen baut man in allen Grössen von 4—30 Pferdestärken, *bei Dampffluglocomotiven bis 40 Pferdestärken.

Im Allgemeinen wird pro Pferdestärke 1,4—1,5^m Heizfläche und 0,04—0,06^m Rostfläche gerechnet, bei englischen Locomobilen findet man 1,5—1,8^m Heizfläche, bei 0,06—0,08^m Rostfläche.

§ 6. Transportable Kessel.

(Locomobilen.)

Von den fahrbaren Locomobilen unterscheidet sich der „transportable“ Kessel nicht allein durch den Wegfall der Räder, sondern auch durch die Dimensionen. Die fahrbare Locomobile lebt, so zu sagen, von der Hand in den Mund, sie muss der leichten Beweglichkeit halber so kleinen Dampf- und Wasserraum haben, wie möglich, damit der Hauptkessel nicht zu breit und nicht zu lang wird. Der Heizer muss die Feuerung mit stetem Fleisse bedienen.

Das ist anders bei den Locomobilen auf Tragfüssen, d. i. bei den „transportablen“ Kesseln. Der Hauptkessel kann grösseren Durchmesser und grössere Länge erhalten, so dass Dampf- und Wasserraum im praktischen Verhältniss zur Dampfproduction stehen, auch

*) Vergleiche die Versuche mit Locomobilen auf den Ausstellungen in Magdeburg, Braunschweig und Berlin, welche in der Zeitschrift des Verbandes der Dampfessel- Ueberwachungsvereine, Jahrgang 1880 und 1884 veröffentlicht sind.

Auch wegen Versuchen mit Fowler's Dampffluglocomotiven siehe vorhin genannte Zeitschrift, Jahrgang 1882.

die Feuerung kann grösser gemacht werden, und so ist ein Betrieb ebenso bequem zu leiten, wie bei eingemauerten Kesseln.

Die deutsche Statistik hat keinen Unterschied zwischen fahrbaren und transportablen Kesseln gemacht, sie bezeichnet sie allgemein als „bewegliche“ Kessel und als spezifisches Erkennungszeichen gilt: „dass Maschine und Kessel ein Ganzes bilden, zu dessen Aufstellung es eines Mauerwerks nicht bedarf.“

Die deutsche Kesselgesetzgebung giebt aber nur den fahrbaren Locomobilen Vorrechte vor den anderen Kesseln, um ihnen den Charakter der Beweglichkeit von einem Orte zum andern zu bewahren. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob Kessel und Maschine in Form und Grösse ganz dieselben sind, denn vor dem Gesetze wird eine Locomobile sofort als „stationärer“ Kessel angesehen, wenn er zu einem stationären Betriebszwecke aufgestellt ist, und dabei giebt es selbst dann kein Vorrecht, wenn auch der Kessel auf Rädern steht.

Wir glauben, dass die Gesetzgebung sich nicht lange mehr auf diesem Standpunkte wird erhalten können, vielmehr wird sie gewisse Beschränkungen, welche die Leichtigkeit der Anschaffung und die Veränderlichkeit der Aufstellung behindern, sicherlich bald fallen lassen, was sie unserer Ansicht nach bei dem heutigen Stande des Revisionswesens ohne Sorgen thun kann.

Die Locomobile, besonders die transportable Maschine, ist entschieden ein Product der Neuzeit und eine nothwendige Folge des Geschäfts- und Gewerbslebens.

Für das launenhafte, vielgestaltige und hastige Geschäft der Jetztzeit muss eine leicht bewegliche, transportable Dampfkraft vorhanden sein.

Transportable Dampfmaschinen stehen beim Publikum in hoher Gunst, namentlich seit der Zeit, als intelligente, thatkräftige Ingenieure und Fabrikanten die Herstellung derselben zu einer Specialität machten. Proportional mit dem Aufschwunge der Gaskraftmaschinen haben sich die transportablen Maschinen entwickelt und Ausführung und Construction, Dimensionen und Formen haben sich in beispielloser kurzer Zeit zu hoher technischer Vollendung erhoben.

Man baut transportable Maschinen auf Lager, stehend und liegend, von jeder beliebigen Stärke von 1 bis 100 Pferdestärken, als einfache, als Zwillingsmaschinen, als Expansionsmaschinen, als Receiver-Compound-Maschinen, mit und ohne Condensation. Man stellt sie auf hölzerne und eiserne Böcke, Tragfüsse, Schleifen und Schlitten oder auf Eisenbahnschienen.

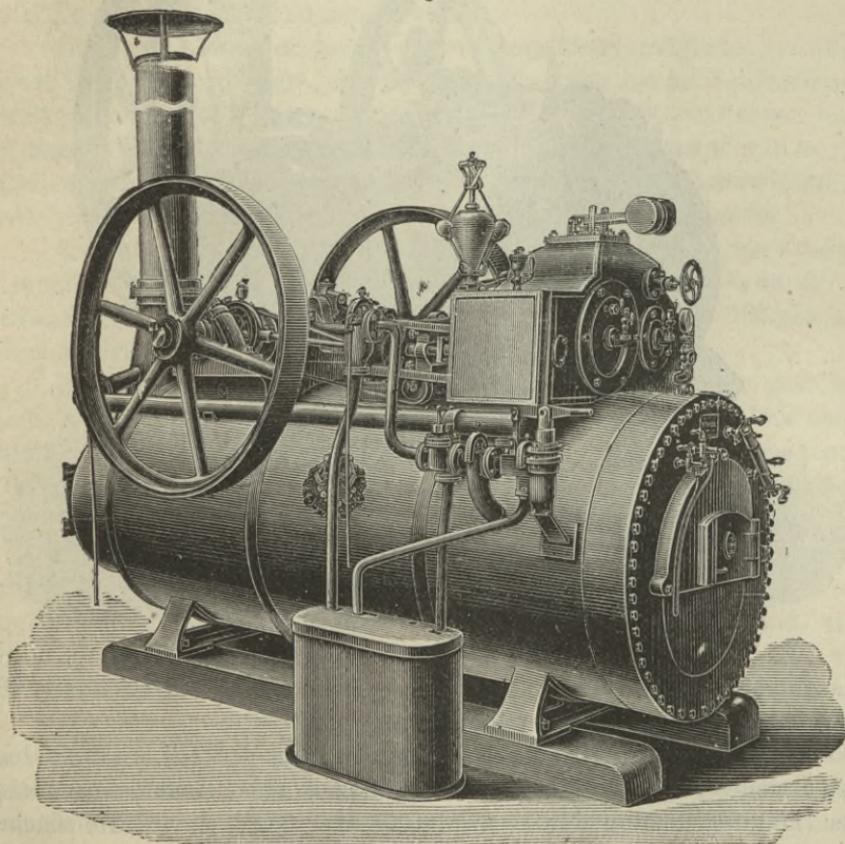
Ein grosses Verdienst, vollendet schöne transportable Maschinen herzustellen, ist dem Commerzienrath R. Wolf in Buckau unbestritten zuzuschreiben.

Wir haben schon unter den Kesseln mit mässigem Wasserraum der stehenden Quersiederkessel, der stehenden Heizröhrenkessel und

der liegenden Feuerbüchskessel Erwähnung gethan und wollen nur noch in untenstehender Fig. 83 eine Wolf'sche Compound-Loconobile auf Tragfüßen bringen, deren ausziehbarer Heizröhrenkessel auf Taf. 11, Fig. 3 und 4 im Längs- und Querschnitt dargestellt ist. Beide Dampfeylinder liegen im Dampfraume des Kessels.

Während bei den liegenden Kesseln die Dampfmaschinen auf dem Rücken derselben befestigt sind, pflegt man bei stehenden Kesseln eine grössere eiserne Grundplatte zu wählen, auf welcher neben dem Kessel und in der Regel in fester Verbindung mit ihm eine stehende Dampfmaschine aufgebaut ist.

Fig. 83.



Die Specialität des Baues von transportablen Dampfmaschinen hat sich zum Nutzen der Industrie seit Jahren so ausgebildet, dass man Maschinen, elegant lackirt, mit Concessionsurkunde, bis auf Oelnapf und Feuerschaufel complet kaufen kann, wobei die uns hauptsächlich bekannten Firmen wie Wolf und Garrett keine Maschine aus der Fabrik fortlassen, welche nicht behufs Brems- und Indicator-Versuchs $\frac{1}{2}$ —1 Tag vorher geheizt und justirt ist.

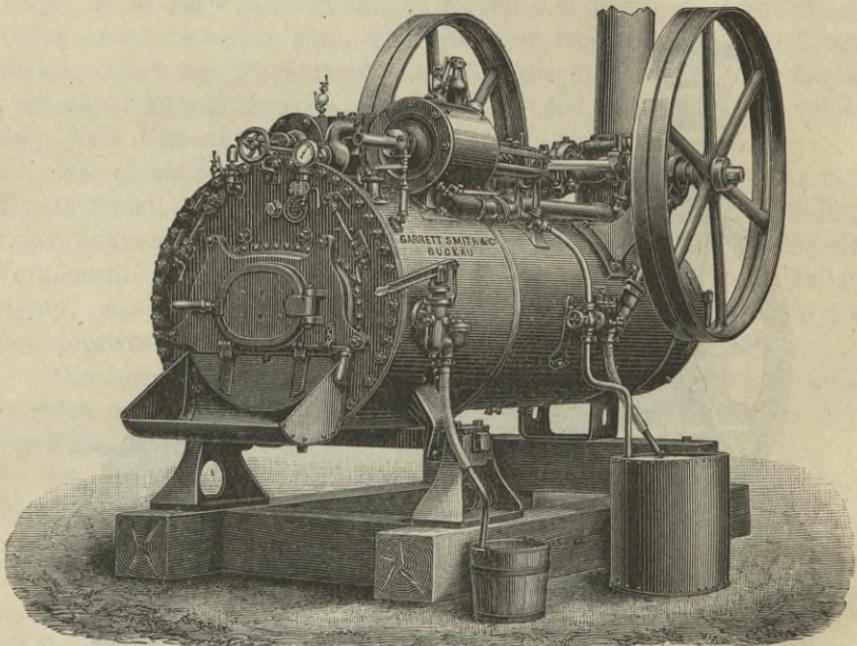
Als Höhe des gebräuchlichen Dampfdruckes kann man jetzt

schon 7 Atmosphären annehmen, doch haben wir auch schon 8 Atm. wiederholt in Anwendung gefunden.

Je höher der Druck, je grösser und länger die Kessel, desto nothwendiger ist die Erwärmung der unteren Wasserpartie durch besondere Heizapparate, sonst werden die Kessel undicht. Wir kommen bei den Schiffskesseln darauf zurück.

In Fig. 84 bringen wir die Zeichnung einer Maschine von J. D. Garrett in Buckau mit ausziehbarem Rohrsystem. Die Dampfeylinder liegen nicht im Dampfraume des Kessels.

Fig. 84.



Bei den ausziehbaren Kesseln mit Compound-Receiver-Maschinen finden wir, dass per Pferdestärke 1—1,2^m Heizfläche und 0,03—0,04^m Rostfläche genommen werden.

Garantirt wird ein Kohlenverbrauch von 1,6 Kil. Steinkohlen per Stunde per effective Pferdestärke, bei einer Inanspruchnahme der Dampfproduction von 10 bis 12 Kil. per Quadratmeter Heizfläche per Stunde und einer 7 bis 7¹/₂ fachen Verdampfung.

Wir bemerken übrigens, dass sowohl Wolf als Garrett, als Fowler und andere Fabrikanten ihre fahrbaren Kessel ebenfalls vielfach mit Compound-Maschinen versehen.

§ 7. Der Schiffskessel.

Von den Schiffskesseln verlangt man, dass sie in möglichst geringem Raume möglichst viel Heizfläche enthalten, und zwar ist man hier nicht wie beim Locomotivbau nach nur einer Richtung, sondern

nach beiden horizontalen Raumdimensionen beschränkt, und nur die Höhe ist für gewöhnlich in das Belieben des Constructeurs gestellt, insofern in den meisten Fällen Kessel von jeder beliebigen wünschenswerthen Höhe anstandslos im Schiff untergebracht werden können.

Die Horizontaldimensionen des Kessels dagegen müssen, namentlich im Wasserspiegel, klein sein, damit bei den fortwährenden Veränderungen, welche das Schiff in seiner Lage vornimmt, die obere Heizfläche nicht vom Wasser entblösst werde.

Mauerwerk ist, gerade wie bei den Locomotiven und Locomobilen, bei den Schiffskesseln nur in ganz beschränktem Maasse zulässig; in der Regel also sind alle Heizcanäle ausschliesslich durch die Kesselwandungen zu begrenzen.

Muss man schon von jedem guten Dampfkessel möglichst trockenen Dampf verlangen, so muss man das von einem Schiffskessel, welcher mit Seewasser gespeist wird, um so mehr, als dieses Seewasser Salze enthält, welche durch nassen Dampf mit in die Cylinder gerissen werden, und den Ruin dieser dann ausserordentlich rasch herbeiführen. Man nennt dies Schäumen des Wassers.

Deshalb sind fast alle Schiffskessel mit Apparaten zum Dampftrocknen ausgerüstet, und zwar sucht man den Dampf dadurch zu trocknen, dass man ihm in sog. Ueberhitzern noch Wärme aus den in den Schornstein abziehenden Heizgasen zuführt.

Ueberhitzer nennt man diese Gefässe, weil man für gewöhnlich in ihnen den Dampf nicht allein trocknet, sondern wirklich überhitzt, d. h. also ihm eine höhere als seinem Druck entsprechende Temperatur ertheilt, und das geschieht hauptsächlich, um sicher zu sein, dass der Dampf wirklich ganz trocken ist.

Treibt man aber die Ueberhitzung des Dampfes zu weit, so ruinirt man wiederum die Maschine: dann verbrennen alle organischen Substanzen, namentlich also alle Packungen und alle Schmiermittel; die Theile arbeiten trocken aufeinander und ein rascher Ruin ist die Folge.

Deshalb ist ein Mittel erwünscht, durch welches der Maschinist die Grade der Dampfüberhitzung jederzeit in der Hand hat, und ein solches Mittel besteht in einer Einrichtung, welche gestattet, den überhitzten Dampf mit nicht überhitztem in beliebigem Verhältnisse zu mischen. (Gemischter Dampf.)

In den eigentlichen Dampfüberhitzern kann man eine besondere Explosionsgefahr nicht erblicken. Viel gefährlicher sind die Kessel selbst deshalb, weil auf Schiffen von jeher üblich und von den Behörden gestattet ist, auch einen Theil des Dampfraumes zu heizen dadurch, dass man die Heizgase durch oder um den Dampfraum leitet, ehe sie in den Schornstein gelangen.

Erwägt man nun, dass die Heizgase sehr häufig noch mit einer Temperatur in den Schornstein gelangen, welche diesen da, wo die

Heizgase an seine Wandungen anstossen, glühend werden lässt, so begreift man, dass diese Methode nicht ganz ohne Bedenken ist.

Die Hauptgefahr ist (bei Niederdruckkesseln) nicht einmal in der durch die Erhitzung herbeigeführten Festigkeitsverminderung der Bleche zu sehen, als in den ungleichmässigen Spannungen, welche in Folge der ungleichmässigen Erwärmung in den Kesselblechen eintritt.

In letzterer Beziehung ist die Ueberhitzung ebener Platten minder gefährlich, denn eine ebene Platte ist viel elastischer als eine cylindrische, und kann die Volumänderungen, welche in Folge ungleichmässiger Erhitzung eintreten müssen, durch Ausbeulungen viel freier ausführen als diese; auch ist keine besondere Gefahr in der ungleichmässigen Erhitzung einer cylindrischen Wandung zu sehen, wenn die Fläche (der Wasserspiegel), welche die stärker erhitzten Bleche von den minder stark erhitzten scheidet, ganz oder annähernd normal gerichtet ist zur geometrischen Axe des Cylinders (wie bei den durch den Dampfraum geführten Schornsteinen); dagegen ist es sehr bedenklich, wenn diese Fläche ganz oder annähernd parallel läuft zur geometrischen Axe des Cylinders: denn in diesem Falle entstehen in Folge der verschiedenen Längenausdehnung (der geheizten Bleche des Dampfraumes einerseits und des Wasserraumes andererseits) ganz bedeutende Spannungen im Material, und zwar längs einer Linie, welche parallel läuft zur geometrischen Axe des Kessels, also im ohnehin gefährdetsten Durchschnitt des Kessels.

Diese Spannungen sind für sehr explosionsgefährlich und für die Ursache mancher Explosionen in der Neuzeit anzusehen, welche durch Einführung der Heizung des Dampfraumes einen grossen Fehler begangen hat.*)

Was im Uebrigen die Bauart der Schiffskessel betrifft, so werden alle drei Kesselarten, welche wir oben kennen lernten, nämlich Kessel mit grossem, mit kleinem und mit mässigem Wasserraume zu Schiffskesseln verwandt.

Da nun, wie wir oben gesehen haben, für gewöhnlich die Wandungen der Heizcanäle ausschliesslich durch die Kesselwandungen gebildet werden sollen, so folgt, dass die Schiffskessel mit grossem Wasserraum keine anderen sein können als Flammrohrkessel.

Da aber ein Flammrohr von kreisrundem Querschnitt wenig Zugquerschnitt und noch weniger Heizfläche besitzt im Verhältniss zu dem Raum, den es einnimmt, und da auf Raumausnutzung hier ja so ausserordentlich viel ankommt, so ersetzt man gewöhnlich den kreisrunden Querschnitt des Flammrohres durch den rechteckigen

*) S. z. B. gemeinschaftliche Explosion zweier Fairbairn-Kessel im Engineering 1874, April bis Juni, pag. 298, 313, 336, 337, 397, 408; und Engineer 1874, März bis Juni, pag. 116, 275, 292 und 391.

oder einen diesem angenäherten; und da ferner unsere Schiffskessel ja sehr kurz sein müssen, verhältnissmässig breit und ziemlich hoch aber sein dürfen, so können wir Heizfläche von genügender Grösse nur dadurch schaffen, dass wir unsere Flammrohre von nahezu rechteckigem Querschnitt im Kessel vielfach hin und her oder auf und nieder führen, so dass die Heizcanäle zu einem wahren Labyrinth werden.

Deshalb nennen wir diese Kessel, deren Heizfläche ausschliesslich aus Flammrohren von nahezu rechteckigem Querschnitt besteht (nach dem Vorgange Redtenbacher's) Labyrinthkessel.

Ein solches Labyrinth ordnet sich nun am Einfachsten an, und in demselben ist in gegebenem Volumen die grösste Heizfläche unterzubringen, wenn die äussere Begrenzung des Labyrinthes eine parallelepipedische ist, und deshalb erhalten die Labyrinthkessel gewöhnlich eine äussere Form, welche im Wesentlichen die einer vierkantigen Kiste ist, und verdienen dann den Namen „kistenförmige Kessel.“*)

Diese ebenwandige Kiste muss nun natürlich, um dem Dampfdruck widerstehen zu können, durch eine ausserordentlich grosse Anzahl Anker versteift werden. Indessen, das kann bei einem Labyrinthkessel nicht als grosser Nachtheil empfunden werden, da die Wandungen des Labyrinthes ja auch eben sind und einer grossen Anzahl von Ankern bedürfen.

Anderen Kesseln dagegen, als Labyrinthkesseln, z. B. Röhrenkesseln, ebenfalls die kistenförmige Gestalt zu geben, ist eine grosse Verirrung, denn der Grund, dass ein kistenförmiger Kessel den Raum im Schiff am besten ausnutze, ist nicht stichhaltig; da man an einen Cylinderkessel die (nicht zu entbehrenden) Kohlenräume ebenso dicht wie an einem kistenförmigen Kessel anschliessen, und dergestalt jeden, von den wie immer gestalteten Kesseln nicht ausgefüllten Raum ausnutzen kann.

Die cylindrischen Kessel sind aber den kistenförmigen bedeutend vorzuziehen:

1. weil sie bedeutend leichter ausfallen, — und das bedarf nach Obigem wohl keiner Begründung; und
2. weil sie trotz ihres geringeren Gewichtes bedeutend sicherer sind.

Dem nicht erfahrenen Ingenieur könnte nun scheinen, dass ein kistenförmiger Kessel ebenso sicher hergestellt werden könne wie ein cylindrischer: brauche man doch, um eine beliebige Sicherheit zu

*) Der Name „Koffer-Kessel“, welchen man diesen Kesseln auch wohl beilegt, ist weniger glücklich gewählt, da die Form eines gewöhnlichen Koffers denn doch eine andere und mehr der Form des Watt'schen Koffer-Kessels ähnlich ist, an welche Form auch wohl die meisten Ingenieure bei der Bezeichnung „Koffer-Kessel“ denken werden.

erzielen, nur eine genügende Anzahl Anker von hinreichendem Querschnitt durchzuziehen! — allein das ist ein Irrthum, denn:

- a) ist überhaupt nicht möglich, mehrere Anker so anzuziehen, dass alle gleichmässig beansprucht werden,
- b) strecken sich die Anker ungleichmässig im Betriebe, so dass die Beanspruchung der Anker sich dem sicheren Urtheile entzieht, und
- c) ist der Bruch eines oder mehrerer Anker, welcher häufig stattfindet und die Haltbarkeit des Kessels aufs Aeusserste gefährden kann, in vielen Fällen während des Betriebes gar nicht wahrnehmbar;

3. aber sind cylindrische Kessel den kistenförmigen noch deshalb bedeutend vorzuziehen, weil sie ungleich leichter zu reinigen und zu repariren sind, da in einem kistenförmigen Kessel jede Bewegung und jede Arbeit durch die vielen Anker aufs Aeusserste erschwert wird.

Nachdem wir so im Allgemeinen die Hauptmomente, welche bei Construction der Schiffskessel zu berücksichtigen sind, besprochen haben, und nachdem wir alle Elemente, aus denen diese Kessel bestehen, aus dem Obigen bereits kennen, werden wenige Worte genügen, um die in den Zeichnungen dargestellten, heute üblichen Haupttypen von Schiffskesseln zu erklären und ihren relativen Werth darzuthun.

Auf Darstellung eines Labyrinthkessels haben wir verzichtet, einestheils, weil ein Beispiel doch nicht die ausserordentliche Verschiedenheit der Formen dieser Kessel zeigen würde, und zweitens, weil diese Kessel mit Recht immer seltener angewandt werden. Einen gewöhnlichen Cylinderkessel, entnommen der Zeitschrift „The Engineer“, Juni 1875, zeigt Taf. 17.

Der Kessel besteht aus einem cylindrischen Mantel von 4^m115 Durchmesser, in welchem drei Flammrohre von 0^m97 Durchmesser und 189 Feuerröhren von 95^{mm} Durchmesser eingebaut sind.

Die Roste werden auf gewöhnliche Weise vorn in die Flammrohre eingebaut, und die auf ihnen entwickelten Heizgase ziehen nach hinten in die Feuerkammer *F*, von dort durch die Röhren nach vorn in die Rauchkammer *R*, und von dort nach oben in den Schornstein.

Die Feuerröhren selbst dienen hier nicht zur Verankerung der Rohrplatten, vielmehr sind zu diesem Zwecke besondere Anker von 37^{mm} Durchmesser einzuziehen.

Diese Methode macht das Bördeln oder Verstemmen der Röhren überflüssig, und gestattet, dieselben behufs leichten Ein- und Ausbaus an jedem Ende mit einer nach derselben Richtung schwach verjüngten abgedrehten Kegelfläche zu versehen, mit welcher die Röhren

einfach in die conisch ausgefraisten Löcher der Röhrenplatten hineingedrückt und dann eingewalzt werden.

Die Decke der Feuerkammer ist mit Deckbarren versteift, und die übrigen Verankerungen sind aus der Zeichnung genau ersichtlich.

An Heizfläche besitzt der Kessel

a) In den 189 Röhren	126 ^m 4,
b) „ „ 3 Flammröhren	20 ^m 8,
c) „ der Feuerkiste	21 ^m 8,
	Zusammen 169 ^m .

Einen ganz ähnlichen Schiffskessel, erbaut von Herrn W. Theis in Palermo für die Dampfer „Scilla“ und „Carridi“^{*)}, zeigt Taf. 18.

Derselbe hat eine ovale Form erhalten, welche aus zwei halbcylindrischen und zwei ebenen Flächen zusammengesetzt ist.

Letztere, um widerstandsfähig zu sein, müssen natürlich mit einander verankert werden; dagegen ist die beim vorigen Kessel vorhandene Feuerkammer-Deckenversteifung durch Ankerbarren hier dadurch entbehrlich gemacht, dass für jedes Flammrohr eine besondere Feuerkammer angeordnet, und diese durch halbcylindrische Decke und Boden geschlossen wurde.

Einen kistenförmigen Röhrenkessel, und zwar den des Dampfers „Salamis and Helicon“^{**)} zeigt in Ansicht, Quer- u. Längsschnitt Taf. 19.

Eine häufig angewandte Modification dieser Form besteht darin, dass man den unteren Boden $a-b$ der Kiste, und ebenso die Boden $c-d$ der Flammrohre ganz fehlen lässt und dafür die Wasserschenkel unten, wie bei α und α punktirt angedeutet ist, schliesst. (Fig. 2.)

Man spart dadurch bedeutend an Gewicht und verliert nichts an Heizfläche; trotzdem möchten wir diese Modification nicht empfehlen, weil durch dieselbe der nicht geheizte Schlamm sack so sehr verkleinert wird, dass unter Umständen eine Ausfüllung der Wassersäcke mit Schlamm und Kesselsteinsplittern bis an die Decke der Flammrohre möglich erscheint; eine Möglichkeit, welche im Interesse der Kesselerhaltung natürlich eine sehr unliebsame ist.

Dieser Kessel zeigt auch einen, in der Rauchkammer angeordneten Ueberhitzer. Derselbe besteht aus einer Dampfeintrittskammer E , und einer Dampfaustrittskammer A (Fig. 2), welche beide durch Heizröhren miteinander verbunden sind.

Der Dampf, aus dem vierkantigen Dampfdom mittelst des Dampfrohres D entnommen, tritt also bei E in den Ueberhitzer ein, durchzieht die Heizröhren, welche von den Heizgasen umspült werden, gelangt in die Kammer A und verlässt mit dieser zugleich den Kessel.

Die Absperrventile V_1 und V_2 (s. Fig. 1 und 3) gestatten, den Ueberhitzer ganz abzusperrern, also ausser Thätigkeit zu setzen, so

*) S. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1875, S. 353.

***) Entnommen aus „The Engineer, 1872, Jan. 26.“

dass man dann also nur mit gesättigtem Dampfe arbeitet, oder ein Reguliren dieser Ventile und gleichzeitig des Ventils V_3 gestattet, überhitzten und gesättigten Dampf in beliebigem Verhältnisse zu mischen.

In neuerer Zeit hat man auch versucht, Kessel mit kleinem Wasserraum auf Schiffen zu verwenden. Man will bei dieser Anwendung vielfachen Schwierigkeiten begegnet sein, welche indessen mit der Zeit gewiss beseitigt werden.

Ein solcher und zwar der auf Taf. 20 dargestellte Albankessel ist bereits oben beschrieben.

Es ist nicht zu leugnen, dass es etwas Bestechendes hat, wenn man auf Dampfschiffen bestrebt ist, solche Kessel zur Anwendung zu bringen, bei welchen eine etwaige Explosion nur geringe Folgen hat. Unzweifelhaft ist dies ein Vorzug der Wasserröhrenkessel und dieser muss schliesslich die mit dem sonstigen Betriebe verbundenen Schwächen überwiegen.

Auf Dampfschiffen ist die Gefahr einer Explosion doppelt zu schätzen, weil Menschen und Eigenthum auf engem Raume zusammengedrängt sind und weil die Explosion des Dampfkessels in der Regel auch den Schiffskörper verletzen und die Ueberlebenden dem Wassertode überliefern wird.

Rechnet man hinzu, dass die Anwendung eines hohen Dampfdruckes wegen der besseren Ausnutzung in der Dampfmaschine nothwendig und die Frage des Platzes für Kessel, Maschine und Kohlen eine äusserst wichtige ist, dann kann man sich nicht der Einsicht verschliessen, dass man nur dringend wünschen kann, dass die eng-röhriigen Wasserröhrenkessel bald so ausgebildet sein mögen, dass ihre allseitige Anwendung auf Dampfschiffen möglich wird.

Dampfkessel für Flussschiffe.

Wir bringen auf Taf. 21 einen Dampfkessel, wie er von der weit und breit bekannten Firma Gebr. Sachsenberg in Rosslau a. d. Elbe für die Dampfschiffe auf der Elbe und auf dem Rheine vielfach verwendet ist. Die Dimensionen sind natürlich kleiner, als diejenigen für grosse Seedampfer, aber sonst ist die Construction die gleiche oder fast die gleiche. Der Hauptkessel ist cylindrisch. Zu beachten ist die solide Versteifung der Feuerbüchse und der Stirnwände.

Ganz besonders wollen wir auf den Heizapparat aufmerksam machen, welcher dazu dient, die untere Partie des Kesselwassers unter den Flammrohren zu erhitzen. Das Wasser bleibt hier kalt und wird es nicht erhitzt, so bleiben die Kessel unten niemals dicht und gehen baldigem Verschleisse entgegen. Der Heizapparat besteht aus mehreren hin- und hergeleiteten kupfernen Röhren von 70—80^{mm} Weite, welche untereinander verbunden sind. Am höchsten Ende

sitzen 2 kleine Röhren, welche links und rechts um die Feuerbüchse herum nach oben in den Dampfraum reichen. Hier tritt der heisse Dampf ein und heizt die unten liegenden Rohre und somit die untere Wasserpartie, während am tiefsten Punkte andere Röhren das Condenswasser aus dem Kessel heraus in das Freie führen. Die Röhren sind hier mit Ventilen verschlossen, müssen aber beim Anheizen (das ist sehr wichtig) ganz geöffnet sein, damit sofort beim ersten Feueranmachen schon jedes Bischen erwärmte Luft oder entstandener Dampf zur Anheizung der unteren Wasserpartie voll verwendbar wird. Der Kessel arbeitet mit 7 Atmosphären Spannung.

Die gleiche Einrichtung der Anwärmung hat R. Wolf in Buckau bei seinen transportablen Kesseln, welche über 1^m6 Durchmesser haben und mit 7 Atmosphären Druck arbeiten, ebenfalls eingeführt, nur wählt derselbe, weil bequemer anzubringen, statt der Heizröhren eine hohle lange Wärmplatte aus Blech, welche linsenförmigen Querschnitt hat.

Die Schiffskessel, wie sie Gebr. Sachsenberg für hohen Druck ausführen, haben doppelt genietete Rundnähte und dreifach genietete Langnähte. Die Röhren sind eingewalzt. Soviel Verfasser bekannt ist, verfertigen sie die Kessel auch für noch höheren Dampfdruck, wodurch sie in Verbindung mit Dreicylinder-Dampfmaschinen eine ganze vorzügliche Construction bilden.

Bei den mittelgrossen Flussschiffen genügt in der Regel 1 Kessel, bei grossen werden 2 angewendet, welche in der Längsaxe des Schiffes aufgestellt werden, und wenn 2 vorhanden sind, gewöhnlich so, dass auf jeder Seite der Maschine je 1 Kessel steht.

Bei grossen Seeschiffen stehen die Kessel gewöhnlich quer Schiffes und einander gegenüber.

In beiden Fällen ist es wichtig, auf die solide Lagerung der Kessel Acht zu geben. Der Schiffskörper biegt sich und wenn der Kessel diesen Bewegungen folgen muss, so treten Verbiegungen auf, welche unabweislich Undichtigkeiten in denjenigen Nähten hervorrufen müssen, welche dadurch in Anspruch genommen werden.

Man muss bei wiederholt auftretenden Undichtigkeiten in den unteren Nähten der Kesselmäntel sowohl überhaupt, wie namentlich bei Schiffskesseln zunächst die Solidität der Lagerung untersuchen.

Verfasser ist es immer unverständlich gewesen, dass man in solchen Fällen, wo es sich um Kessel mit grossem Durchmesser oder grosser Länge handelt, nicht auch auf die Biegungsverhältnisse, also auch ihren Widerstand gegen Kräfte von aussen und gegen Kräfte der Belastung Rücksicht nimmt, sondern den Kessel in der Hauptsache nur auf seine Widerstandsfähigkeit gegen Kräfte von innen construirt. Undichtigkeiten und Verbiegungen entstehen aber sehr oft durch schwache Lagerung und schwache Dimensionirung gegen das Eigengewicht und gegen die Wasserfüllung.

Bei Locomobilen verstärkt man die Kessel im Innern schon seit Jahren durch T-Eisen oder sonst wie, wenn man eine Maschine darauf befestigen will. Ein gleiches Princip muss man bei grossen und langen Kesseln ebenfalls befolgen, was man bei statischen Bauwerken und bei Maschinenconstructions längst gethan hat.

Bei kleinen Dampfschiffen, welche auf Flüssen und Landseen, wie an den Mündungen der Flüsse auf See fahren, nimmt man in der Regel stehende Kessel, nämlich stehende Röhrenkessel mit Feuerbüchse oder stehende Feuerbüchskessel mit Quersiedern, wie wir sie unter den Kesseln mit mässigem Wasserraum beschrieben haben. Die Zahl der Constructions ist eine sehr grosse, jedoch sind die beschriebenen immerhin als Haupttypen anzusehen.

Bei Dimensionirung der Schiffskessel ist mehr wie bei anderen Kesseln darauf zu achten, dass man einen gehörig grossen Dampf- und Speiseraum bekommt, weil das Schwanken des Schiffes und die durch Winddruck oder andere Belastung oft erfolgende dauernde schräge Lage desselben eine Erhöhung des festgesetzten tiefsten Wasserstandes erfordert, welche in Deutschland gesetzlich bestimmt ist.

Schliesslich wollen wir hier noch einmal erwähnen, dass man bei Schiffskesseln vielfach der grösseren Sicherheit wegen bei hohem Dampfdrucke Wellrohre statt der glatten Rohre anwendet. Auf einigen Dampfern der Elbe hat Verfasser die Donneley-Rostfeuerung angetroffen, welche zum Segen der Landschaft eine fast rauchlose Verbrennung ergiebt. Wir haben einen Schiffskessel mit Wellrohr und Donneley-Rost in Fig. 52, S. 112 gezeichnet, wie er z. B. von der Schiffswerft Uebigau bei Dresden ausgeführt wird.

Wahl eines Kesselsystems.

Wir haben uns im Vorigen bemüht, bei jedem Dampfkesselsystem die hauptsächlichsten Vorzüge und ihre Schwächen namhaft zu machen, aber sobald die Frage an Jemand herantritt, nun für einen besonderen Fall ein passendes System von Dampfkesseln auszuwählen, da wird in der Regel die Antwort trotz alledem schwer.

Es giebt allgemein genommen kein bestes System! Eines passt nicht für alle! Diese beiden Grundsätze wolle man beachten und sich wohlweise hüten, der Reclame, die sich heutzutage geschickt in jedes Gewand zu kleiden vermag, die sich heute mit wissenschaftlichen Auseinandersetzungen über die theoretischen Vorzüge eines Systems und morgen mit Büchern voll Attesten über die praktischen Erfolge desselben breit macht, irgend wie Gehör zu schenken.

Diese Reclame mit ihrem Unwesen in Traktätchen, Büchern und Attesten ist eine wahre Landplage, und wir können nicht genug rathen, sie mit grosser Vorsicht zu betrachten und den Betheuerungen so

lange Misstrauen entgegenzubringen, bis ein erfahrener Sachverständiger sein Urtheil abgegeben hat.

Bei der Anlage eines Kessels giebt es so viel zu erwägen und Vorzüge und Nachtheile der einzelnen Systeme in so sorgfältiger Weise gegen einander abzumessen, dass man gut thut, es nicht auf die geringen Kosten für einen sachverständigen Rathgeber anzusehen. Dass es dabei sehr auf die Unpartheilichkeit ankommt, ist selbstredend, denn das alte Sprichwort hat noch immer Recht: Ein jeder lobt das Seine.

Die Kesselanlage bildet den Grundpfeiler eines guten Fabrikbetriebes, sie muss vor allen Dingen erstens vollständige Sicherheit bieten, zweitens einen ungestörten langjährigen Betrieb verbürgen und drittens möglichst billigen Dampf erzeugen.

Die Sicherheit des Betriebes hängt in der Hauptsache von der richtigen Wahl der Dimensionen und Blechstärken, sowie von der Construction des Kessels ab, sodann ist die Verwendung guter Materialien nöthig.

Seitdem der internationale Verband der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine sowohl über die anzuwendenden Minimalblechstärken, als auch über die Art der Vernietung, sowie über die nothwendige Qualität der Materialien, und über die anzuwendenden Prüfungsmethoden Vorschriften herausgegeben hat, welche jetzt allgemein anerkannt und gebräuchlich sind, da erscheint es nicht nöthig, noch besondere Fingerzeige zu geben. Sie sind fast in jedem Ingenieurhandbuch zu finden, wie im § 8, S. 194 des 1. Theiles.

Der langjährige ungestörte Betrieb einer Kesselanlage, welcher für das Gedeihen einer Fabrik von ausserordentlichem Werthe ist, wird am besten erzielt, wenn man zur Ausführung des Baues eines Kessels eine tüchtige und zuverlässige Kesselfabrik wählt, welche auf der Höhe der Zeit steht und nicht eine solche, welche empirisch und schablonenmässig ihre Kessel mit den einfachsten Mitteln zusammenschlagen (so ist der vulgäre Ausdruck für mittelmässige Arbeit) genöthigt ist, um bei dem von ihr offerirten billigen Preise noch etwas verdienen zu können.

Nach Verfassers langjährigen Erfahrungen ist nicht accurat ausgeführte Arbeit bei Weitem die unangenehmste Quelle von Betriebsstörungen und Reparaturen, da letztere stets viel Zeit erfordern.

Ausser diesem Factor ist es wichtig, für die Betriebsverhältnisse der Fabrik und der Kesselanlage das praktischste System auszuwählen und die richtige Grösse des Kessels zu bemessen. Mit anderen Worten, man muss die örtlichen Verhältnisse, den Betrieb der Anlage und die Bedürfnissfrage emsig studiren, und System und Grösse genau dem Bedürfnisse und dem Betriebe entsprechend aussuchen. Dies ist aller Orten verschieden, und vom Studirtische aus können solche Fragen nicht ohne Weiteres ent-

schieden werden. Unmöglich kann man verlangen, dass sich die örtlichen und Betriebsverhältnisse dem zufällig gewählten Kesselsystem anpassen, vielmehr ist es umgekehrt der Fall.

Merkwürdig ist es, dass gerade in der Beurtheilung dieser beiden schwierigen Fragen so viele Leute sich einbilden, vollkommen sachverständig zu sein!

Die dritte wichtige Frage behandelt die Erzeugung des möglichst billigsten Dampfes. Hier kommt wiederum die richtige Grösse des Kessels und die rationelle Bewartung, sowie die richtige Wahl des Brennstoffes und der Feuerung in Betracht. Aber auch das Anlagekapital spielt durch seine Verzinsung und Amortisation eine wichtige Rolle.

Ist die Kesselanlage zu klein (was leider sehr oft zu finden ist), so muss sie forcirt werden, und dann ist billiger Dampf selbst mit dem besten Heizer nicht zu erzeugen.

Was die rationelle Bewartung anlangt, so bleibt nichts anderes übrig, als sich nach einem tüchtigen und zuverlässigen Heizer umzusehen. Es ist dies noch immer ein wunder Punkt im Dampfbetriebe, denn Fachschulen oder Fortbildungsschulen für Heizer und für solche Leute, die sich zum Heizer ausbilden wollen, giebt es nicht und so lange ein methodischer Unterricht und nachfolgende praktische Schulung als Lehrling fehlt, so lange bleiben die Heizer reine Empiriker.

Hoffentlich bringen die Bestrebungen der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine, welche sich durch Errichtung von Abendschulen, durch praktische Heizercurse, durch Anstellung von Wanderlehrheizern u. s. w. sehr um die Ausbildung der Heizer bemühen, Besserung der Verhältnisse hervor. Wir hoffen auch, dass je liberaler die Kesselgesetzgebung wird, desto eher wird der Staat zum Erlass eines Heizergesetzes gelangen müssen.*)

Das Anlagekapital spielt bei der Erzeugung billigen Dampfes in der Regel eine wichtige Rolle. Man thut gut, sich mehr und mehr an den Gedanken zu gewöhnen, dass man den Preis pro 100 Kil. erzeugten Dampfes ermittelt und dass man die gänzlich unmotivirte Heranziehung der Verwendung des Dampfes unterlässt. Die Kesselanlage kann nichts weiter thun als eben „Dampf“ erzeugen und es ist lächerlich allgemein zu sagen, die indicirte, nominelle oder effective oder elektrische Pferdestärke u. s. w. gebraucht so und so viel Kohlen, wenn nicht alle Verhältnisse vollkommen gleichartig sind, was natürlich unmöglich ist.

Der Kessel gebraucht Kohlen um „Dampf“, die Maschine gebraucht Dampf um „Kraft“ zu erzeugen, der Fabrikbetrieb gebraucht

*) Wir verweisen auf den Artikel in der Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel - Ueberwachungsvereine Januarnummer 1888 „Ueber Heizerunterricht.“

„Kraft“ zum Betriebe der Arbeitsmaschinen und „Dampf“ zu Kochzwecken, aber Kohle gebraucht er nicht direct dazu.

Es ist zur klaren Erkennung der Erzeugungs- und Verbrauchskosten durchaus nothwendig diese Begriffe ganz auseinander zu halten. Dazu dient es am besten, die Erzeugungskosten des Dampfes zu ermitteln, und dabei kommt das Anlagekapital in Rechnung, welches eng mit der Wahl des Systems zusammenhängt.

Rentabilitäts-Berechnungen können natürlich mit Genauigkeit nur von Fall zu Fall angestellt werden, weil allerorten die maassgebenden Verhältnisse verschieden sind, aber wir wollen im Nachstehenden doch nicht unterlassen einige Fingerzeige zu geben.

Die Kosten der Dampferzeugung kann man in 2 Klassen eitheilen, erstens in „stehende Kosten“, welche Kesselkörper, Mauerwerk, Garnitur und Kesselhaus umfassen und Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, sowie Kosten für Instandhaltung oder Erneuerung betreffen und in „bewegliche Kosten“, welche die eigentlichen Betriebsunkosten bilden und die Ausgaben für Kohlen, Arbeitslöhne und allgemeine Unkosten umfassen.

Wir wollen ein Bild in Zahlen geben, und zwar ist es angenommen für mittelgrosse Dampfanlagen.

1. Stehende Kosten

- a) für Zinsen des Anlagekapitals etwa 4 0/0,
- b) für Amortisation des Anlagekapitals: (fester Theil).
 - für Kessel und Garnitur etwa 4 0/0,
 - für Mauerwerk und Kesselhaus etwa 1 1/2 0/0,
- c) für Erneuerung (Instandhaltung): (beweglicher Theil der Amortisation).

	bei mässigem Betriebe	bei flottem Betriebe	bei forcirtem Betriebe
bei Flammrohrkesseln	1 1/2—2 0/0	2 1/2—3 0/0	4 1/2—5 0/0
bei { Walzenkesseln Doppelkesseln }	2—2 1/2 0/0	3—3 1/2 0/0	5—6 0/0
bei Bouilleurkesseln	2—2 1/2 0/0	3—4 0/0	5—6 0/0
bei Batterieesseln	1 1/2—2 1/2 0/0	2 1/2—3 1/2 0/0	4 1/2—5 0/0
bei { Heizröhrenkesseln mit Feuerbüchse . und mit Unterkesseln }	2—3 0/0	3—4 0/0	5 1/2—6 0/0
bei Wasserröhrenkesseln	2—3 0/0	3 1/3—4 1/2 0/0	6—7 0/0
bei { Dupuisesseln, combinirten Flamm- rohr- und Röhrenkesseln }	2—2 1/2 0/0	3—4 0/0	6—6 1/2 0/0
bei { combinirten Flammrohrkesseln mit Vorwärmern }	1 1/2—2 0/0	2—3 0/0	4—4 1/2 0/0

Im Allgemeinen werden sich die stehenden Kosten zwischen 1 1/2—4 Pfennige per 100 Kil. erzeugten Dampfes bewegen. Selbstredend können diese Zahlen keinen positiven Anhalt geben, da der Einfluss des Speisewassers und die Art des Brennmaterials und verschiedener anderer Factoren allemal berücksichtigt werden müssen.

Die Dampferzeugung ist dabei per Quadratmeter Heizfläche und Stunde etwa nach folgender Tabelle anzunehmen:

	bei mässigem Betriebe	bei flottem Betriebe	bei forcirtem Betriebe
Flammrohrkessel	15—18 Kil.	19—22 Kil.	24—30 Kil.
Doppelkessel	12—14 „	14—16 „	18—20 „
Bouilleurkessel	12—15 „	16—19 „	22—25 „
Batterieessel mit Tenbrinkfeuerung	10—12 „	13—17 „	20—22 „
Heizröhrenkessel mit Feuerbüchse	8—10 „	11—14 „	17—20 „
Wasserröhrenkessel	9—12 „	12—16 „	18—22 „
Dupuisessel, combinirte Flammrohr- und Röhrenkessel	} 10—12 „	} 13—17 „	} 19—22 „
Combinirte Flammrohrkessel mit Vorwärmern			
	} 12—14 „	} 15—18 „	} 19—24 „

Auch diese Zahlen sollen ebenso wie die Zahlen der vorigen Tabelle nur Anhaltspunkte geben, indem sie anregen, bei der Wahl des Kesselsystems auch das Verhältniss der Kosten der Dampferzeugung zwischen Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals zu derjenigen Dampferzeugung per Quadratmeter Heizfläche gehörig zu berücksichtigen, welche man von jedem Kesselsystem erwarten kann. Durchschnittlich wird man gut thun, immer den Kessel so gross zu nehmen, dass er bei mässigem Betriebe ausreicht, aber das setzt auch voraus, dass man ziemlich genau den Dampfverbrauch kennt. Man kann recht wohl, wenn letzteres nicht der Fall ist, in den Fehler verfallen, die Heizfläche zu gross zu wählen, das heisst, man kann überflüssige Heizflächen anlegen, welche zu theuer sind für den Effect, welchen sie geben. Am leichtesten und am alleröftesten geschieht dies bei Heizröhrenkesseln und deren Combinationen. Es lassen sich mühelos grosse Heizflächen erzielen. Der Kessel wird aber nur theurer dadurch und der Nutzeffect steigt fast gar nicht.

2. Bewegliche Kosten.

a) Arbeitslohn für Heizer und Kohlenkarrer. Derselbe ist nicht füglich tabellarisch nach den Kesselsystemen darzustellen.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass bei allen Röhrenkesseln und deren Combinationen und bei allen Kesseln mit mässigem und geringem Wasserraum mehr Arbeit für Bewartung der Feuerung und für Fegen der Röhren aufgewendet werden muss, als bei den anderen Systemen.

Bei Treppenrostfeuerungen ist der Arbeitslohn erheblich geringer und bei Gasfeuerungen am allergeringsten.

Hierfür lassen sich Zahlen nur in weiten Grenzen angeben.

Im Allgemeinen wird heutzutage der Arbeitslohn bei kleinen Anlagen zwischen 7—12 Pfennigen, bei mittleren zwischen 3—6 und bei grossen Anlagen zwischen 0,8 bis 2½ Pfgn. für jede 100 Kil. erzeugten Dampfes schwanken.

- b) Kosten des Wassers. Diese sind sehr verschieden, da in den Städten das Wasser aus der Centralwasserleitung und auf dem Lande aus Flüssen, Seen und Brunnen entnommen zu werden pflegt.

Wir haben gefunden, dass die Kosten zwischen 0,5 bis 1 Pfg. für jede 100 Kil. erzeugten Dampfes liegen.

- c) Kleine Betriebsunkosten. Man kann sie auf 0,01 bis 0,1 für jede 100 Kil. erzeugten Dampfes schätzen. Sie können in der Regel vernachlässigt werden.
- d) Kosten für Brennmaterial. Dieser Betrag ist der schwankendste aber der erheblichste von allen Ausgaben. Er hängt von der örtlichen Lage und von der Feuerungsanlage ab. Auch die Kosten der Anfuhr der Kohlen sind dabei zu berücksichtigen.

Im Allgemeinen kommen auf jede 100 Kil. erzeugten Dampfes 15 bis 30 Pfennige.

Da die Ausnutzung des Brennmaterials mehr von der Güte und von der Bewartung der Feuerungsanlage, sowie von der Grösse und Reinheit der Heizflächen abhängt und nur innerhalb geringer Grenzen vom Kesselsystem, so müssen wir uns darauf beschränken, den Einfluss des Betriebes, d. h. der Quantität der Dampferzeugung zu kennzeichnen.

Man kann rechnen, dass bei mässigem 68—75 %, bei flottem 58—65 % und bei forcirtem Betriebe 50—56 % Ausnutzung des Brennmaterial-Heizwerthes erzielt werden. Bislang sind Effecte von 80 % nur als Ausnahmen zu betrachten. Hierbei ist gleiche Heizung vorausgesetzt.

Aus solchen Gesichtspunkten heraus kann man die Rentabilität einer Kesselanlage berechnen und ein sachverständiger Ingenieur wird bei sinngemässer Anwendung leicht von Fall zu Fall die richtigen Zahlen zu finden wissen.

Bei der Wahl eines Kesselsystems kommen natürlich auch folgende wichtige Factoren in Betracht:

1. der Ort der Aufstellung und der disponible Platz,
2. die Art des Betriebes, ob Tagbetrieb oder Tag- u. Nachtbetrieb,
3. die Beschaffenheit des Speisewassers, die Kosten der Reinigung desselben,
4. die Höhe des anzuwendenden Betriebsdruckes,
5. Art des Brennstoffes und der dafür passenden Feuerung u. s. w.

Wir haben unsere Ansichten in dieser Beziehung schon bei der Beschreibung der einzelnen Systeme ausgesprochen und können uns darauf berufen.

Nachträglich bemerken wir, dass wir der Einfachheit wegen den Betrieb nur in 3 Arten (mässig, flott und forcirt) eingetheilt

haben und den Kohlenverbrauch per Quadratmeter Rostfläche und Stunde etwa wie folgt annehmen:

Bei mässigem Betriebe 60—70 Kil. Steinkohle, 160—200 Kil. Braunkohle.

Bei flottem Betriebe 90—100 „ „ 230—260 „ „

Bei forcirtem Betriebe 150—180 „ „ 350—450 „ „

wobei folgende Tabelle zu beachten ist:

Es verbrennen per qm Heizfläche per Stunde	bei mässigem Betriebe	bei flottem Betriebe	bei forcirtem Betriebe
Flammrohrkessel	2 Kil. Kohle	3 Kil. Kohle	5 Kil. Kohle
Doppelkessel	1,5 „ „	2,2 „ „	3,3 „ „
Bouilleurkessel	1,75 „ „	2,5 „ „	4,2 „ „
Batterieessel mit Tenbrinkfeuerung	1,5 „ „	2,3 „ „	3,6 „ „
Heizröhrenkessel mit Feuerbüchse .	1 „ „	2 „ „	3,1 „ „
Wasserröhrenkessel	1,5 „ „	2,2 „ „	3,6 „ „
Dupuisessel, combinirte Flammrohr- u. Röhrenkessel	1,5 „ „	2,3 „ „	3,6 „ „
Combinirte Flammrohrkessel mit Vorwärmern	1,6 „ „	2,4 „ „	4 „ „

Dabei ist zur Erzielung gleichen Heizwerthes, wenn Steinkohle gleich 1 gesetzt wird, von böhmischen Braunkohlen 1,7, von deutschen Braunkohlen (Ligniten) 2,6 faches Gewicht zu nehmen.

Alle diese Annahmen genügen, um die Rentabilität der Anlage zu berechnen, wenn man im vorkommenden Falle die Bedürfnisse der zu beschaffenden Kesselanlage gehörig studirt und die ermittelten Zahlen etwa in der oben angegebenen Weise verwendet.

Um die Leistungsfähigkeit (Wirkungsgrad) eines Kesselsystems oder einer Feuerung exact zu ermitteln, dazu müssen ganz genaue wissenschaftliche Versuche angestellt werden, welche bislang gänzlich fehlen.

Man verwechsle diese ja nicht mit den alltäglichen Verdampfversuchen, wie wir sie in jeder technischen Zeitschrift in Menge abgedruckt finden.

Diese Versuche können nicht die Grundlage einer wissenschaftlichen Kritik bilden, sie sind, wie sie Herr Professor Lüders ganz richtig betitelt, nur „Heizer- oder Heiz-Versuche“, das heisst, sie geben ein Bild davon, wie die untersuchte Anlage geheizt worden ist, und die ermittelten Resultate dürfen niemals direct auf eine gleiche anderswo arbeitende Anlage übertragen werden.

Nichtsdestoweniger haben die Versuche immerhin einen nicht zu unterschätzenden Vergleichswerth für die Praxis, wenn sie über lange Zeit ausgedehnt und sehr accurat ausgeführt werden, und wenn daraus die richtigen Schlussfolgerungen gezogen werden.

Letzteres ist dringend nöthig, damit der richtige Zusammenhang der ermittelten Zahlen mit der mehr oder minder glücklich gelungenen Heizung klar gelegt wird.

Unter diesem Vorbehalt verweisen wir auf folgende Veröffentlichungen:

1. Verdampfversuche auf der Ausstellung in Halle 1881 mit werthvollen Analysen von Braunkohlen (Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine 1882. Nr. Juli, Aug. und September).
2. Versuche mit verschiedenen Kohlen bei Locomotiven (Ebendasselbst 1881. März-Nummer).
3. Versuche mit Einflammrohrkessel und Zweiflammrohrkessel mit künstlichem Zuge (Ebendas. 1881. Sept.-Nummer).
4. Versuche über Festigkeit der Wellrohre (Ebendasselbst 1880. Sept.-Nummer).
5. Versuche mit Zweiflammrohrkessel und Steinmüllerkessel (Ebendas. 1880. Dec.-Nummer).
6. Treppenrost u. Planrost (Ebendas. 1879. Febr.-Nummer).
7. Versuche mit Tenbrink-Feuerung (Ebd. 1879. Aug.-Nummer).
8. Desgl. (Ebendas. 1882. April-Nummer).
9. Versuche mit Batteriekessel und Tenbrink-Feuerung (Ebend. 1887. Juni-Nummer).
10. Heizversuche der Versuchsstation München (Ebendas. 1879. Dec.-Nummer).
11. Versuche mit Zweiflammrohrkessel und Tenbrink-Feuerung (Ebendas. 1882. April-Nummer).
12. Normen „zur Untersuchung der Dampfkessel und Dampfmaschinen“ (Ebendas. 1884. Sept.-Nummer).
13. Kritik der Arbeitsweise der Wasserröhrenkessel von Vogt (Ebendas. 1883. Sept.-Nummer).
14. Rauchen der Schornsteine von C. Haage (Ebendas. 1883. November-Nummer).
15. Ueber rauchlose Feuerungen von Strupler (Ebendas. 1885. Juli-Nummer).
16. Ueber Wettheizversuche (Ebendas. 1885. Nov.-Nummer).
17. Ueber Versuche mit Locomobilen (Ebendas. 1880. August-Nummer und 1884. Febr.-Nummer).
18. Versuch mit Gegenstrom und Zweiflammrohrkessel (Ebendas. 1884. Febr.-Nummer).
19. Dampfplflug-Locomotiv-Concurrenz (Ebendas. 1882. Februar-April-Nummer).
20. Versuch mit Dupuiskessel (Ebendas. 1886. Januar-Nummer).
21. Versuche an Kesselanlagen von 12 Zuckerfabriken, welche jede eine Woche lang bei Tag und Nacht ausgeführt sind. Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb. 1876.
22. Zusammenstellung von 55 Verdampf-Versuchen (Zeitschrift der Wiener Dampfkessel-Untersuchungs- u. Versicherungsgesellschaft. April-Nummer 1885).
23. Tenbrink-Feuerung, IX. Geschäftsbericht 1879 des Münchener Vereins vom Director Gyssling.

ZWEITER ABSCHNITT.

Die Kesselgarnitur.

Man unterscheidet gewöhnlich grobe und feine Kesselgarnitur.

Zu jener rechnet man den ganzen Feuerapparat, also Roste nebst Zubehör und Rauchschieber, ferner Ankerplatten, Anker u. s. w.

Zu dieser dagegen zählt man alle Ventile, Hähne, Zeiger und Apparate (Anzeiger z. B. von Dampfdruck oder Wasserstand u. s. w.), welche entweder zur regelmässigen und rationellen Bedienung des Kessels oder zur möglichsten Sicherheit gegen Explosion nöthig sind.

Von der groben Garnitur ist im Obigen genügend gehandelt worden, hier also haben wir es nur mit der feinen Garnitur, der Garnitur im engeren Sinne zu thun.

In allen Staaten, in denen Gesetze über die Anlage von Dampfkesseln erlassen sind, hat man Bestimmungen erlassen, welche die Anbringung gewisser Sicherheitsvorrichtungen (Gegenstände aus der feinen Garnitur) gesetzlich vorschreiben.

§ 1. Das Speiseventil.

Das Speiseventil ist ein selbstthätiges Ventil, welches sich unter dem Drucke des Speisewassers öffnet, und unter dem des Kesselwassers schliesst. Es gehört in Deutschland zu den gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen.

Es gestattet allem Wasser den Eintritt in den Kessel, nicht aber den Austritt aus demselben, verhindert also, dass der Kesseldampf das Kesselwasser beim Abstellen der Speisevorrichtung in den Vorwärmer oder in einen Kessel von etwas geringerem Dampfdruck durch die gemeinschaftliche Speiserohrleitung drücke, und das ist der Zweck des Speiseventils.

Um das Speisen reguliren zu können, muss man aber ferner auch das Speiserohr willkürlich abschliessen und öffnen können, und das erreicht man dadurch, entweder dass man ein zweites Ventil (ein Absperrventil) oder einen Hahn in das Speiserohr einschaltet, oder dass man das Speiseventil einfach mit einer Druckschraube armirt, vermittelt welcher man den Ventilteller fest auf seinen Sitz drücken kann, während natürlich beim Aufschrauben die Druckschraube dem Teller sich zu heben nur gestattet, ohne eine Hebung zu erzwingen.

Diese Anordnung ist die billigste, deshalb leider recht gebräuchlich. Mit ihr lässt sich zwar arbeiten, aber fehlerfrei ist sie nicht. Klemmt sich nämlich der Ventilteller ein Mal fest, so bleibt gar nichts Anderes übrig, als den Kessel abzublaseu, und wird die Stopfbüchse der Druckschraube ein Mal undicht, ohne dass man die Undichtheit derselben durch Nachziehen der Stopfbüchsschrauben beseitigen kann, so muss man sich die Leckage ruhig so lange gefallen lassen, bis der Kessel ausser Betrieb gesetzt und abgeblasen werden kann.

Vorzuziehen ist daher, den Abschluss des Speiserohres durch ein besonderes Absperrventil (bei kleinem Durchmesser des Speiserohres ist ein Hahn anwendbar) zu bewirken.

Will man aus dieser Anordnung aber allen Nutzen ziehen, so muss man sie auch richtig treffen, d. h. man muss das Absperrventil zwischen Kessel und Speiseventil, und nicht, wie so oft umgekehrt geschieht, das Speiseventil zwischen Kessel und Absperrventil einschalten, und das Absperrventil so vor den Kessel schrauben, dass das Kesselwasser nicht auf dem Ventilteller liegt, sondern unter denselben drückt.

Nur durch diese Anordnung kann man allen Zufälligkeiten begegnen.

Setzt sich nämlich der Teller des Speiseventils fest, so hat man einfach das Absperrventil zu schliessen und kann nun das Speiseventil öffnen und reinigen oder repariren; und wird die Stopfbüchse des Absperrventils undicht, so braucht man das letztere ebenfalls nur zu schliessen, um die Packung erneuern zu können.

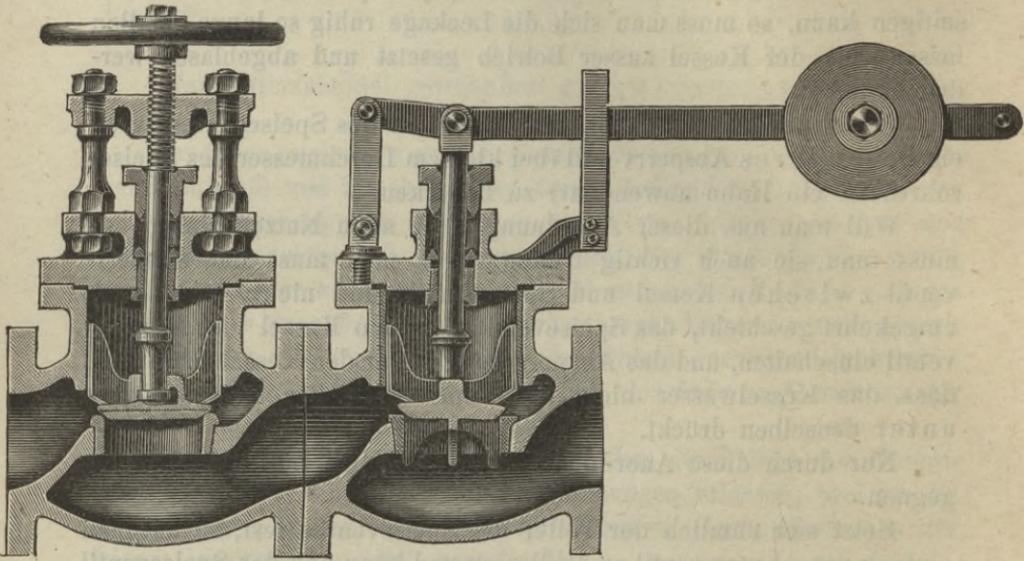
In unserer Zeichnung Fig. 85, S. 162 hat das Speiseventil eine Belastung mittels sogenannten Sicherheitshebels. Ist statt dieser Druckstange eine Druckschraube vorhanden, so ist dafür zu sorgen, dass letztere beim etwaigen unvorsichtigen Herausdrehen nicht herausfliegen kann. Man setzt einen Stellring mit durchgebohrtem Stifte oder einen festen Bund auf die Stange, damit das Schraubengewinde nicht aus der Mutter herausgedreht werden kann. Der Kesseldruck kann sonst die Stange herausschleudern und dadurch Unheil anrichten, weil ein kochender Wasserstrahl herausspritzt.

Die Anordnung unserer Zeichnung Fig. 85, S. 162 hat grosse Vorzüge und Annehmlichkeiten vor der Druckschraube voraus. Die Skizze ist aus dem Preiscourant von L. A. Dehne in Halle entnommen.

Das Speiseventil ist gerade wie ein Sicherheitsventil belastet. Am Ende des Sicherheitshebels sitzt eine Kette, welche über Rollen zum Stande des Heizers oder Speisemeisters hingeführt wird. Hier hat die Kette einen Handgriff und ein kurzes Stück Flacheisen, welches mit mehreren Löchern übereinander versehen ist. Am Kessel oder an der Wand sitzt ein Stift, welcher zu den vorhin genannten Löchern passt. Soll das Speiseventil eines Kessels behufs dessen Speisung

gelüftet werden, so zieht man an der Kette und hakt das Eisen auf den Stift. Man kann dabei die Speisung vortrefflich reguliren, da man die Hubhöhe beliebig klein und gross stellen und dadurch die Durchgangsöffnung beliebig klein und gross machen kann.

Fig. 85.



Sollten durch irgend ein Versehen einmal sämtliche Speiseventile einer Kesselanlage geschlossen sein und nun die Speisepumpe in Gang gesetzt werden, so heben sich die Sicherheitshebel und lassen das Wasser in irgend welche Kessel, während sonst sicherlich ein Bruch entstehen würde.

Die Belastung des Sicherheitshebels richtet man so ein, dass unter allen Umständen die Reibung der Druckstange in der Stopfbüchse überwunden wird.

Wir rathen übrigens bei jeder Speisevorrichtung die Vorsicht anzuwenden, in der Speiserohrleitung möglichst nahe an der Kesselanlage noch ein kleines mit Feder belastetes Sicherheitsventil anzubringen, welches etwa 1 Atmosphäre stärker belastet ist als der Kesseldruck beträgt.

Bei einem guten Speiseventile soll die Druckstange von gutem Rothguss hergestellt sein.

Die Sitzfläche eines Speiseventiles muss konisch oder kugelförmig sein und mindestens 3^{mm} Breite der Sitzfläche haben. In der Regel giebt man 5—6^{mm} Breite. Nimmt man, namentlich bei hohem Druck, die Sitzflächen schmal, so schlagen sich die Flächen zu bald entzwei.

Die Grösse (Durchmesser) eines Speiseventiles nehme man niemals so klein als die etwaige Berechnung ergibt.

Den Hub des Ventiles wähle man niemals höher als 5—8^{mm}. Durch kleinen Hub vermindert man das heftige Niederschlagen und dadurch den sonst unausbleiblichen starken Verschleiss, auch ist man dann viel sicherer gegen das Festklemmen des Ventiles geschützt. Der Wasserstrahl durchströmt die freie Oeffnung mit grosser Geschwindigkeit und reisst bei hohem Hube das Ventil leicht zur Seite, so dass es festsitzen bleibt.

Nach der Grösse der Heizfläche kann man die Weite des Speiseventiles niemals bestimmen, sondern nur nach der Dampferzeugung.

Wir haben seit vielen Jahren immer nach folgender Tabelle gerechnet:

für etwa 2000 Kil. stündliche Dampfproduction erhält das Speiseventil 75 ^{mm} Weite									
"	"	1680	"	"	"	"	70	"	"
"	"	1200	"	"	"	"	65	"	"
"	"	900	"	"	"	"	55	"	"
"	"	700	"	"	"	"	50	"	"
"	"	500	"	"	"	"	45	"	"
"	"	300	"	"	"	"	40	"	"
"	"	200	"	"	"	"	35	"	"

Mit diesen Dimensionen sind wir stets gut gefahren und wir haben immer williges Gehör gefunden, wenn wir auseinandergesetzt haben, dass gerade das Speiseventil dasjenige Ventil sei, welches als das wichtigste gelte und welches am meisten dem Verschleisse und allerhand Störungen ausgesetzt werde.

In den seltensten Fällen ist es durchführbar, das Speisewasser direct durch das Speiseventil in das Kessellinnere zu leiten. Vielmehr ist es immer gut (wir müssen die Wasserröhrenkessel hierbei ausschliessen, weil bei ihnen die Speisung allemal in ein Vertheilungsröhr hinein geht), ein Einhängeröhr von Kupfer zu benutzen, um das Wasser weit in das Kesselwasser zu führen, wo es sich bald mischen und erwärmen kann, und wo die ausscheidenden Luftblasen durch die Strömung rasch in den Dampfraum gelangen können.

Jedenfalls muss ängstlich vermieden werden, kaltes Speisewasser so in den Kessel zu führen, dass es sofort stark erhitze Blechplatten trifft, weil dadurch die benachbarten Parteen unfehlbar undicht werden.

Es lässt sich nicht füglich allgemein angeben, an welchem Punkte das Speisewasser am rationellsten eingeführt werden muss, weil das zu sehr vom Systeme des Kessels abhängt, jedoch muss man sich die Sache sorgsam überlegen und darf dabei auf andere Factoren keine grosse Rücksicht nehmen. Eine grundsätzliche Ausnahme machen hierbei die Gegenstromkessel, und Kessel mit Vorwärmern. Bei ihnen wird das Wasser an der kältesten Stelle eingeführt.

Zwischen Speiseventil und Kessel verkleinere man die Entfernung bis auf das äusserste Maass. Das Ventil soll nach der deutschen Gesetzgebung am Kessel sitzen und wir halten es nur für zulässig, dass man die zur kürzesten Verbindung der beiden unbedingt nöthigen

Rohre (Absperrventil, Stutzen, Krümmer u. s. w.) dazwischen anbringt, wobei noch ausserdem verlangt werden muss, dass alle diese Theile kräftig in den Flantschen und in den Wandstärken construiert und dass die bearbeiteten Flantschen genau gerade sind und parallel zu einander sitzen.

§ 2. Die Abblasevorrichtung.

Das Abblaserohr dient dazu, um das Wasser theilweise oder ganz aus dem Kessel zu entfernen.

Zu dem Ende muss dasselbe natürlich beliebig geöffnet oder geschlossen werden können, und diesen Verschluss bewirkt man entweder durch ein Ventil, oder besser und gewöhnlich durch einen Hahn, den Abblashahn.

Besser ist ein Hahn, der natürlich nur metallene Arbeitsflächen haben darf, damit er nicht festrostet, in diesem Falle deshalb, weil seine Uebelstände noch leichter zu ertragen sind als die des Ventils.

Er wird nämlich durch das schlammige Wasser, welches Unreinigkeiten zwischen die arbeitenden Flächen einführt, sehr bald undicht und leckt dann — aber immerhin so wenig, dass bei verständiger Einrichtung keine Uebelstände damit verknüpft sind —, während sich zwischen Teller und Sitz eines Abblaseventils leicht ein grösserer Körper, ein Kesselsteinsplitter u. s. w. festsetzt, der dann den Schluss des Abblaserohres unmöglich und das Abblasen des ganzen Kessels nöthig macht.

Das Abblaserohr soll natürlich möglichst an dem tiefsten Punkte des Kessels münden, damit man beim Abblasen den letzten Tropfen Wasser entfernen und bei partiellem Abblasen das schmutzigste Wasser herausschaffen kann.

Ferner soll das Rohr von seiner Kesselmündung aus, wenn möglich, stetig fallen und nirgends steigen, damit man den Kessel und sein Mauerwerk möglichst erkalten lassen kann und zum Hinausschaffen des Wassers keines Dampfdruckes bedarf.

Endlich soll der Abblasehahn möglichst unmittelbar auf die Kesselwandung geschraubt sein. Ist das aber nicht möglich, so sorge man wenigstens dafür, dass das Rohrstück zwischen Hahn und Kessel nicht im Heizcanale und auch nicht in heissem Mauerwerk liege, weil sonst der Schlamm leicht im Rohre festbrennt und dasselbe schliesslich ganz verstopft. Das Rohrstück muss auch frei im Mauerwerke liegen, damit es beim Ausdehnen des Kessels und Mauerwerks nicht abbricht. Da trotzdem das Rohr sich etwas biegen und vor allen Dingen, da es die Erschütterungen, welche durch das Abblasen entstehen, aushalten muss, so soll man das Rohr niemals von Gusseisen, sondern stets von Kupfer, allenfalls von Schmiedeeisen machen.

Um den Uebelstand der Verstopfung zu vermeiden, ist daher,

wenn der Abblasehahn nicht direct auf der Kesselwandung sitzt, rathsam, täglich den Hahn zu öffnen und kurze Zeit hindurch abzublasen.

Besser noch ist, wenn man das Abblaserohr durch das Speisewasser offen hält, das Abblaserohr also gleichzeitig als Speiserohr benutzt.

In diesem Falle verzweigt man an geeigneter Stelle das gemeinschaftliche Abblase- und Speiserohr durch ein Dreiflantsstück, und befestigt an dem einen Flantsch nun den Abblasehahn und am anderen das Speiseventil. Vom Speiseventil führt das Einhängerohr das Wasser nach unten.

Diese Anordnung trifft man sehr oft, weil sich in Folge derselben der meiste Schlamm da ansammelt, von wo man ihn durch Abblasen am leichtesten wieder entfernen kann, nämlich vor der Oeffnung des gemeinschaftlichen Abblase- und Speiserohres, aber sie hat ihre Nachteile, wenn das Speiseventil oben auf dem Kessel sitzt.

Am allerbesten ist es aber, wenn man das Abblaserohr von innen verschliesst, worauf wir noch zurückkommen.

Zum Abblashahn wähle man stets einen sogenannten Stopfbüchsenhahn Fig. 86, welchen wir einem Muster der Firma Dreyer, Rosenkranz und Droop in Hannover entnommen haben. Ein solcher Hahn lässt sich gut dicht halten und wenn man ihn unten mit einer Druckschraube versieht, so kann er sich ruhig einmal festsetzen, da man ihn jederzeit durch Anziehen der Druckschraube etwas lüften und wieder beweglich machen kann.

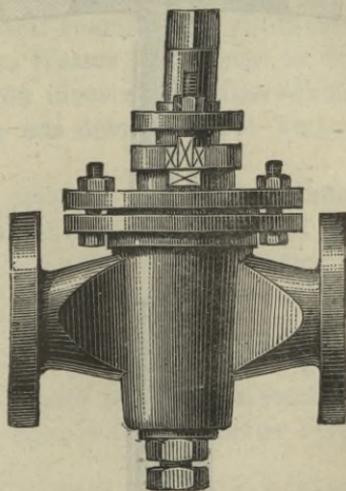
Was die Weite der Abblashähne anlangt, so nimmt man sie stets etwas kleiner als diejenige der Speiseventile.

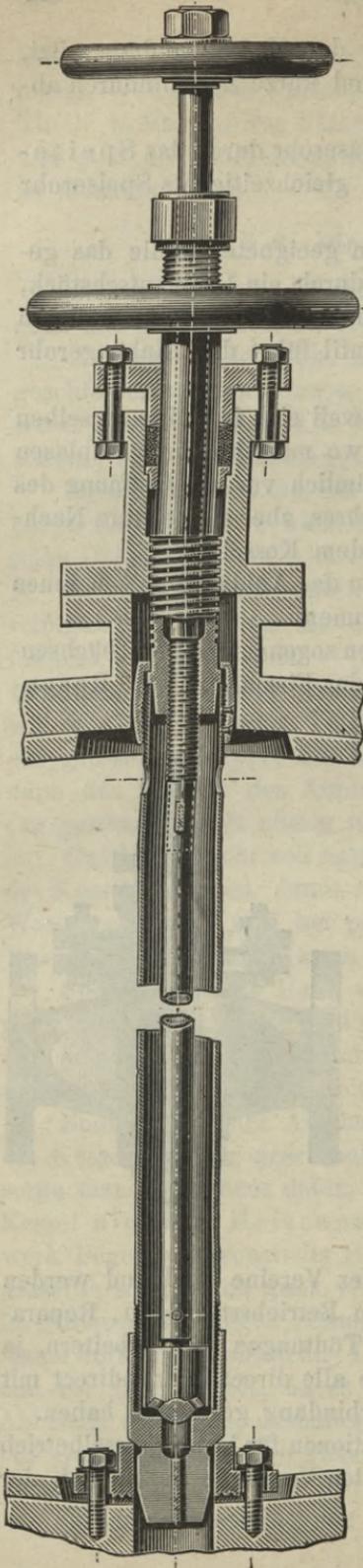
Das Abblasen eines Dampfkessels ist stets eine Arbeit, welche mit grosser Vorsicht, niemals Nachts oder beim Schichtwechsel und stets unter Aufsicht eines Oberheizers oder Maschinenmeisters ausgeführt werden soll.

In fast allen Geschäftsberichten der Vereine sind und werden vielfache Fälle mitgetheilt, bei welchen Betriebsstörungen, Reparaturen der Kessel, Beschädigungen und Tödtungen von Arbeitern, ja Explosionen vorgekommen sind, welche alle direct oder indirect mit dem Abblasen der Dampfkessel in Verbindung gestanden haben.

In den „Betriebsregeln“ und Instructionen für Dampfkesselbetrieb ist das Abblasen als einer der wichtigsten Vorgänge bezeichnet, der zur allergrössten Vorsicht mahnt.

Fig. 86.





Bei grösseren Anlagen liegen oft die Abblashähne in einem dunklen Canale, da ist ein Bruch eines Rohres meistens mit Lebensgefahr für den betreffenden Arbeiter verknüpft.

Es könnte eine grosse Zahl grösserer und kleinerer Unfälle namhaft gemacht werden, welche in Folge der Mangelhaftigkeit der bei uns bestehenden Einrichtungen zum Abblasen der Kessel entstanden sind und zwar in der Regel:

a) bei Verstopfung der Abblaseröhren,

b) beim Bruche von Abblaseröhren in Folge Erschütterungen, schlechten Materials und Frostes,

c) beim Herausfliegen oder Undichtwerden der Verpackungen der Abblaseröhren,

d) bei Verwechslungen der Abblaseröhren oder Ventile durch den Heizer.

In Folge dessen setzen sich Schlamm und Kesselstein leicht in den Abblaseröhren fest und damit beginnen die Gefahren und Plagen beim Abblasen.

Ist solch ein Rohr zugesetzt und verstopft, so helfen keine Manöver; es muss das Abblaseventil oder der Hahn gelöst oder eine Flantschverschraubung gelockert werden, um mit scharfen Drähten und Stangen den Dreck zu durchstossen.

Das ist gefährlich, denn wenn sich der Dreckpflock plötzlich löst, so stürzt das heisse Wasser heraus und selten gelingt es, den Hahn oder den Flantsch zu schliessen. Die Mannschaft muss vor dem ausströmenden heissen Wasser davonlaufen und kann froh sein, wenn sie unverbrannt davon kommt.

Zwar haben wir deshalb seit

Jahren begonnen die Speisung der Kessel von oben zu besorgen und mit der Abblasevorrichtung so zu combiniren, dass das Speisewasser das Abblaserohr stets rein erhält.

Aber dies hat trotz aller Vorzüge, die namentlich in der Uebersichtlichkeit und leichten Controle besteht, auch seine grossen Schattenseiten.

Das Speiserohr darf nicht tief in den Kessel hineingehen, sonst trifft der kalte Wasserstrahl die erhitzten Kesselplatten und macht die benachbarten Nähte undicht.

Der Kessel kann nicht wasserleer gemacht werden, weil das Einlaufrohr nicht tief genug geht.

Will man ihn leer haben, so muss er ausgeschöpft werden und beim nachherigen Auswaschen kann man Schmutz und Wasser nicht gut loswerden.

Trotz aller Erkenntniss der Gefahren ist man deshalb immer wieder zum Abblasen von unten gekommen, wenigstens hat man ausser der oben angebrachten combinirten Abblase- und Speisevorrichtung unten am Kessel doch noch ein extra Rohr mit Verschluss angebracht, um auch den Kessel entleeren zu können.

Auch beim Reinigen der Kessel sind grosse und vielfache Unglücksfälle entstanden, dadurch, dass bei mehreren im Betriebe befindlichen Kesseln Leute in dem einen kalt gelegten Kessel beschäftigt waren ihn zu reinigen und verbrannten, weil unabsichtlich ein anderer Kessel abgeblasen wurde und das heisse Wasser und Dampf in den Kessel eintraten. Die Leute konnten von innen die Abblaseöffnung nicht schliessen und nicht rasch genug aus dem Mannloch herausklettern.

Würde man eine Vorrichtung haben, wodurch die Abblaseöffnung von innen im Kessel geschützt und von aussen geöffnet und geschlossen werden kann, so wäre Sicherheit auf alle Fälle geschaffen und die Erkennung des Bedürfnisses hat dem Director Weinlig Veranlassung zur Construction der nebenstehend gezeichneten „**Sicherheits-Abblasevorrichtung**“ gegeben. (D. R.-P. No. 34386.) Fig. 87.

Die Construction ist einfach und lässt sich bei jedem Kessel anbringen, freilich je nach dem System des Kessels in veränderter Form.

Sie hat den Zweck:

a) das Oeffnen und Schliessen oben auf dem Kessel besorgen und controliren zu können,

b) das Abblaserohr jeden Augenblick mitten im Betriebe durch einen Dampfstrahl von Schmutz und Dreck reinigen zu können, um Verstopfungen überhaupt zu vermeiden,

c) die Abblaseöffnung schliessen zu können, wenn man sich im Innern des Kessels befindet,

d) das Abblasen des Dampfes und Wassers recht langsam vornehmen zu können.

Die Vorrichtung besteht in folgendem: eine Platte von Rothguss wird inwendig im Kessel auf dem Abblasestutzen aufgeschraubt. Sie dient als Sitz eines grösseren Ventilkegels (50—80^{mm}) von Rothguss, welcher an einem Rohre sitzt und durch Drehung des Rohres geöffnet und geschlossen wird. Dieser Ventilkegel hat in der Mitte eine Bohrung (10—15^{mm}), welche durch ein kleines Ventil geöffnet und geschlossen wird. Dies kleine Ventil sitzt an einer Stange, welche im Innern des Rohres sich befindet.

Rohr und Stange gehen oben durch den Kesselmantel (durch Stopfbüchse gedichtet) hindurch und tragen 2 Handräder. Das grosse sitzt auf dem Rohre und mit ihm bewegt man das grosse Ventil, das kleine ist für das kleinere Ventil bestimmt.

Innerhalb des Kessels im Dampfraume hat das Rohr mehrere Löcher für den Dampfeintritt.

Oeffnet man das kleine Ventil durch Drehung des kleinen Handrades, so strömt der Dampf durch die vorhingenannten Löcher in das Rohr und tritt unten durch das grosse Ventil in das Abblaserohr, und der Dampfstrahl reinigt das Rohr. Ja sollte das Rohr verstopft sein, so kann ohne Gefahr unten am Abblaserohr eine Flantschverschraubung gelöst und der Dreckpflock fortgestossen werden, denn der kleine Dampfstrahl kann ein Unheil nicht anrichten.

Soll der Kessel ganz abgeblasen werden, so öffnet man das grosse Ventil.

§ 3. Das Dampfventil.

Die Dampfantnahme aus dem Kessel geschieht nur selten durch einen Hahn, gewöhnlich vielmehr durch ein Absperrventil, das sogenannte Dampfventil.

Ein Hahn ist deshalb zu verwerfen, weil er zu plötzlich geöffnet werden kann, und weil er niemals dicht zu erhalten ist.

Das Dampfventil befestigt man natürlich möglichst auf dem Theile des Kessels, unter welchem man möglichst ruhiges Wasser, also möglichst trocknen Dampf glaubt voraussetzen zu können, und wenn ein solcher Raum im Kessel nicht existirt, so muss man sich ihn schaffen, indem man auf dem Kessel einen Dampfdom befestigt.

Das Dampfventil kann man nun so auf dem Kessel befestigen, entweder dass der Dampf auf den Ventilteller oder unter denselben drückt.

Beide Methoden sind gebräuchlich, und jede hat ihre Vor- und Nachtheile. Die erstere Methode ist unpraktisch, weil der Dampfdruck auf der Stopfbüchse liegt und diese somit nicht anders verpackt werden kann, als wenn der Kessel ausser Betrieb ist. Die zweite Methode gestattet eine jederzeitige Erneuerung der Stopfbüchsenver-

packung. Das ist bequem und beseitigt das Leckwasser, und deshalb findet sie die meiste Anwendung.

Arbeitet ein Kessel stets allein, so dass er mit einem zweiten gar nicht in Verbindung gesetzt werden kann, so ist allenfalls die erstere Methode zulässig, weil nach Abschluss des Ventils der Dampfdruck dann den dichten Schluss begünstigt und Dampfverlusten vorbeugt.

Steht der Kessel dagegen mit anderen in Verbindung, so ist die zweite Methode zu empfehlen.

Hier sind nämlich die Verhältnisse maassgebend, unter denen ein Kessel gereinigt und reparirt werden kann, während die Nachbarkessel im Betriebe sind.

Ist nun das Dampfventil so angeordnet, dass der Dampf des eigenen Kessels unter den Ventilteller drückt, so drückt der Dampf der anderen Kessel auf den Ventilteller, wenn dieser Kessel abgeblasen und in Reinigung begriffen ist.

Das letztere ist aber dem dichten Schlusse des Ventils am günstigsten, und dieser dichte Schluss ist hier besonders deshalb nöthig, damit nicht eindringender Dampf die im Kessel befindlichen Arbeiter bei ihrer ohnehin mühevollen Arbeit belästige.

Diese Methode ist aber auch zur Sicherheit der im Kessel befindlichen Arbeiter die beste, weil ein Ventil, auf welchem der Dampf liegt, nicht so leicht geöffnet werden kann als ein solches, unter welches der Dampf drückt.

Bosheit, Dummheit oder Unvorsichtigkeit, oder eine Mischung aus allen dreien hat nämlich in einzelnen Fällen das Dampfventil eines in Reinigung begriffenen Kessels geöffnet, und dadurch den im Kessel befindlichen Arbeitern einen kläglichen Tod bereitet.

Bekannt ist, dass die Gefahr entsteht, einen Kessel von Wasser zu entleeren, wenn man einen neu angefeuerten Kessel zu früh oder zu spät mit einem bereits im Betriebe befindlichen verbindet.

Der richtige Zeitpunkt aber ist zuweilen schwer zu erkennen, denn die Manometer zeigen sehr häufig falsch und die Sicherheitsventile arbeiten nicht selten schlecht.

Ist nun der neue anzufuernde Kessel mit einem Dampfventil von solcher Construction versehen, dass der Ventilteller einen gewissen Spielraum auf der Druckstange hat, z. B. 10—12^{mm}, in Folge dessen man die letztere ruhig circa 10^{mm} in die Höhe schrauben kann, während der Teller auf seinem Sitze liegen bleibt, so kann man von vornherein die Ventilstange hochschrauben; im richtigen Augenblick, d. h. wenn der Druck in beiden Kesseln gleich gross ist, hebt sich dann der Ventilteller, und der Kessel stellt sich also selbstthätig an. Dann öffnet man das Ventil vollständig.

Wie immer aber auch die Construction des Dampfventils sein

mag, man kann für dessen Dichtigkeit nie bürgen und ist deshalb häufig gezwungen, den zu reinigenden Kessel ausserdem noch durch eine Blindflantsche von der Dampfleitung abzusperren, eine Maassregel, welche auch zur Verhütung von Unglück stets zu empfehlen ist, wenn die Dampfventile willkürlich geöffnet werden können.

Wendet man dagegen ein Dampfventil an, dessen Teller nur durch den Dampfdruck des eigenen Kessels gehoben werden kann, so erzielt man einen vollkommenen Abschluss des Kessels von der Dampfleitung einfacher und rascher dadurch, dass man an dieses Ventil noch ein zweites Dampfventil gewöhnlicher Construction reiht, eine Anordnung, welche ich sehr bewährt gefunden habe und bestens empfehlen will.

Fig. 88.

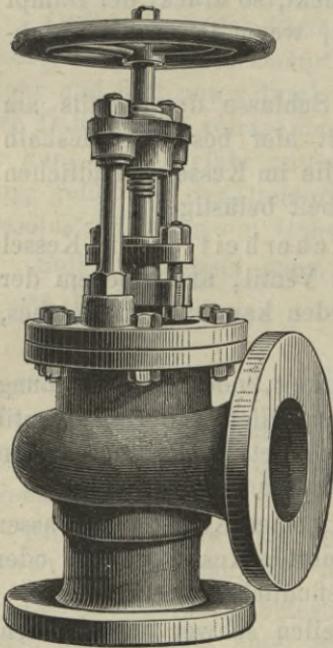
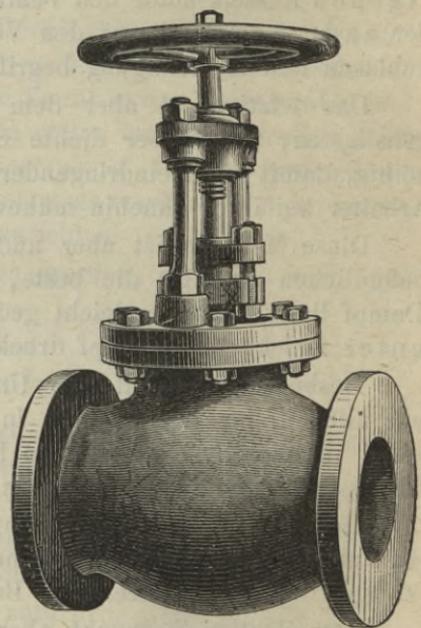


Fig. 89.



Die geringen Mehrkosten wird ein verständiger Kesselbesitzer nicht so leicht scheuen, sie sind aber auf ein Minimum zu reduciren, wenn man bei Neuanschaffungen beide Ventile in einem einzigen Ventilgehäuse vereinigt.

In den Fig. 88 u. 89 geben wir die Zeichnung der Absperrventilmuster der weltbekannten Firma Schäffer & Budenberg in Buckau.

Hiervon ist Fig. 89 ein sogenanntes Durchgangsventil und Fig. 88 ein Eckventil.

Die Absperrventile sind stets in kräftigen Dimensionen zu construiren. Die Schraubenspindel soll mit flachgängigem Gewinde versehen und die Schraubenmutter von Rothguss hergestellt sein. Die

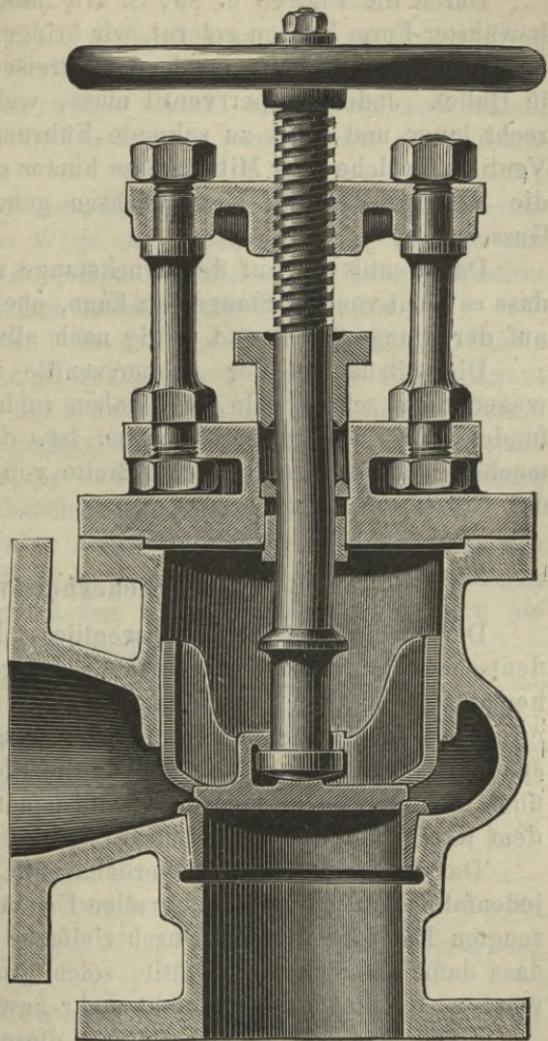
Länge der Säulen, welche das Querstück mit der Mutter tragen, muss so gross sein, dass man die Stopfbüchse bequem verpacken kann, ohne das Ventil auseinander zu nehmen. Am sichersten ist es, das Querstück aus Schmiedeeisen zu machen, weil Guss-eisen zu leicht brechen kann. Wählt man Guss-eisen, so muss es weich und zäh und in sehr kräftigen Dimensionen gehalten sein. Ueberhaupt ist sehr darauf zu achten, dass grosse Ab-sperrventile und solche für hohen Dampfdruck starke Flanschverbindungen und eine genügende Zahl kräftiger Verbindungsschrauben erhalten.

Da man das Ab-sperrventil selten am höchsten Punkte der Dampfleitung anbringen kann, so sammelt sich beim Stillstande Wasser aus dem condensirten Dampfe, welches abgeleitet werden muss, bevor beim Wiederbeginne des Betriebes das Ventil geöffnet wird. Geschieht das nicht, so schleudert der Dampf das Wasser vor sich her und zertrümmert gewöhnlich dabei etwas. Man sorge also dafür, Ablasshähnen und Rohr anzubringen, um das auf dem Ventilteller stehende Wasser fortschaffen zu können.

Ueber die Grösse der Dampfventile haben sich feste Gebräuche unseres Wissens nicht herausgebildet, und es kann dies bei der Mannigfaltigkeit der Verbrauchszwecke für Dampf auch nicht gut geschehen.

Wählt man den Durchmesser zu klein für den Zweck, so ruiniert der durchströmende Dampf gar bald Ventil und Sitz, ist er zu gross oder unnütz gross genommen, so liegt immerhin eine grössere Ge-

Fig. 90.



fahr darin, wenn ein solches Ventil nach Stillstandspausen hastig geöffnet wird.

In der Regel nimmt man die Weite des Sicherheitsventiles als Minimum und giebt dem Dampfventile 20 % grössere Weite.

Durch die Fig. 88 u. 89, S. 170 haben wir Absperrventile von bewährter Form kennen gelernt, wir bringen nun in Fig. 90, S. 171 ein Ventil im Durchschnitt (nach dem Preiscurant von A. L. Dehne in Halle). Jedes Absperrventil muss, weil es viel gebraucht wird, recht lange und nicht zu schmale Führungen haben und bei guten Ventilen, welche über Mittelgrösse hinaus gehen, verlangen wir, dass die Führungsstege in Metallbüchsen gehen und nicht in blankem Gusseisen.

Das Ventil soll auf der Druckstange recht solide befestigt sein, dass es nicht von der Stange fort kann, aber es muss sich dabei doch auf der Stange leicht und willig nach allen Seiten drehen lassen.

Die Sitzflächen der Absperrventile müssen des Verschleisses wegen nicht schmal sein, wir haben in langjähriger Erfahrung gefunden, dass es am praktischsten ist, das Ventil kugelförmig zu machen und der Sitzfläche eine Breite von 4, 5, 6 und 7^{mm} je nach der Grösse des Ventiles zu geben.

§ 4. Das Sicherheitsventil.

Der Zweck des Sicherheitsventiles, dessen Beschaffung in der deutschen Dampfkesselgesetzgebung vorgeschrieben ist, gilt wohl heutzutage bei allen Fachmännern als ein zweitheiliger. Zuerst soll es als Warnungsmittel den Eintritt der festgesetzten höchsten Dampfspannung anzeigen, sodann soll es die Sicherheit bieten, dass aller über die festgesetzte höchste Dampfspannung erzeugter Dampf aus dem Kessel herausgelassen wird.

Das letzte kann das Sicherheitsventil nur theilweise erreichen, jedenfalls kann es nicht unter allen Umständen allen übermässig erzeugten Dampf abführen. Durch vielfache Versuche ist es erwiesen, dass dann die Sicherheitsventile solch grosse Dimensionen erhalten würden, welche praktisch nicht mehr anwendbar sind.

Sieht man von der Erfüllung dieses idealen Wunsches bez. Zweckes ab, so ist und bleibt dem Sicherheitsventile der Vorzug unbenommen, unter allen Umständen den Eintritt der zulässigen Dampfspannung zu melden und der fernere Vorzug, dass (abgesehen von den Wasserrohrkesseln) ein rapides Steigen der Dampfspannung nicht eintreten kann, weil durch das Ventil immerhin ein grosser Theil des übermässig erzeugten Dampfes abgeführt wird.

Wir setzen allerdings voraus, dass ein Kessel, so lange Feuer auf dem Roste sich befindet, nicht ohne Aufsicht ist. Die letztere hat Mittel und Wege genug, um durch Dämpfung des Zuges, Oeffnen

der Feuerthür, Speisen des Kessels der übermässigen Dampfentwicklung vorzubeugen bez. sie bald zu reduciren.

Um die Frage zu beantworten, wie gross das Sicherheitsventil eines Dampfkessels sein muss, hat man verschiedene theoretische Untersuchungen angestellt.

Dieselben sind werthlos, weil die Basis, auf welcher sie sich erheben, nicht genügend fundirt ist, — mit anderen Worten, weil die Experimente in nothwendiger Anzahl und Genauigkeit fehlen, welche allein die Zahlen liefern können, mit denen die Theorie rechnet.

Wir sind daher angewiesen, den Durchmesser der Sicherheitsventile auf empirischem Wege zu bestimmen, und machen uns die Sache sehr leicht dadurch, dass wir die uns geläufigen Bestimmungen der alten preussischen Gesetzgebung beibehalten.

Wir thun das, nicht weil diesem Gesetz eine wissenschaftliche Untersuchung zu Grunde liegt, sondern weil uns kein Fall bekannt geworden ist, in welchem der Durchmesser der nach diesem Gesetz ausgeführten Ventile nicht genügt hätte, während wir andererseits die getroffenen Bestimmungen für den Kesselbesitzer oder Lieferanten als keineswegs drückend bezeichnen können.

Diese Bestimmungen aber setzen das grösste Verhältniss von Heizfläche zu Ventilfläche, d. h. zur freien Durchlassöffnung des Ventils für die verschiedenen Kesselspannungen, letztere als Atmosphärenüberdruck bezeichnet, wie folgt fest:

Kesselüberdruck in Atmosphären bis	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	7
Querschnitt des Ventils in mm pro 1 m^2 Heizfläche	338	255	207	174	154	135	121	106	96	89	82	70
Man nimmt die Weite der Durchgangsöffnung des Ventilsitzes in mm pro 1 m^2 Heizfläche.	440	—	260	—	190	—	150	—	120	—	100	90

Was die Construction der Sicherheitsventile anbetrifft, so verwerfen wir zuerst alle direct belasteten und alle mehrsitzigen (z. B. Doppelsitz-) Ventile.

Wir empfehlen vielmehr offene Ventile (deren Hebel und Gewicht also nicht in einem Kasten eingeschlossen sind) mit Hebelbelastung.

Der Hebel selbst drehe sich da, wo er mit dem Gehäuse, und da, wo er mit dem Ventil verbunden ist, um Schneiden, wie man sie an Waagebalken anwendet, und diese Schneiden müssen mit dem Schwerpunkt des Gewichtes genau in der nämlichen horizontalen Ebene liegen.

Er sei ferner gegen Seitenverschiebung geschützt durch Führung in einer Gabel, welche zugleich seinen Hub begrenzt, so dass das Ventil nicht zu hoch gehoben und sich festklemmen, oder gar herausgeschleudert werden kann. Die Gabel muss aber genau gearbeitet und montirt und circa 2^{mm} weiter sein als der Hebel dick ist, damit dieser sich nicht darin festklemme.

Der Hebel sei endlich mit dem Ventilteller so verbunden, dass der Teller sich heben muss, wenn man den Hebel hebt, dass man aber dennoch den Teller frei um die geometrische Axe des Ventils auf dem Sitze drehen kann.

Das erstere gestattet, einen durch Schmutz, Rost u. s. w. im Sitze festgeklemmten Ventilteller wieder frei, das Ventil also wieder wirksam zu machen, und die letztere Einrichtung setzt den Kesselwärter in den Stand, das Ventil durch Drehung von etwaigen Unreinigkeiten, welche sich zwischen die Sitzflächen gesetzt haben, zu befreien, das Ventil also im Betriebe und unter Druck zu dichten, vorausgesetzt, dass der Ventilteller so construirt ist, dass man ihn mit einem zu dem Ende vorhandenen Schlüssel (nach Art der Schraubenschlüssel) anfassen und drehen kann.

Was das eigentliche Ventil selbst betrifft, so sind zuerst breite Dichtungsflächen zu vermeiden.

Der Grund hierfür ist folgender:

Wie alle menschliche Arbeit sind auch die Dichtungsflächen eines Sicherheitsventils keineswegs mathematisch genau. Im Laufe des Betriebes aber verschlechtern sie sich fortwährend durch Unreinigkeiten, welche zwischen die Dichtungsflächen gerathen und sie verderben.

Um trotzdem einen dichten Schluss zu erhalten, bedarf es eines specifischen Druckes zwischen den Dichtungsflächen, welcher gross genug ist, das Material so zu comprimiren, dass nicht allein die vorstehenden Unebenheiten sich berühren, sondern dass eine Berührung mindestens in einer rings um die Ventilöffnung laufenden in sich zurückkehrenden continuirlichen Linie stattfindet.

Der aus diesem specifischen Druck resultirende absolute Druck wird nun natürlich desto grösser, je grösser die Dichtungsfläche ist, und da dieser Druck von dem Belastungsgewicht mit überwunden werden muss, so leuchtet ein, dass ein Ventil desto früher abblasen wird, je grösser seine Dichtungsfläche ist.

Diesem Uebelstande können wir durch Vergrösserung des Belastungsgewichtes nicht entgegenwirken, denn einmal kennen wir nicht den specifischen Druck, welcher zwischen Ventilteller und Ventilsitz herrschen muss, und wenn wir ihn für ein bestimmtes Ventil durch ein Experiment ermitteln, so ist dieser Werth auf ein zweites Ventil, ja auf dasselbe Ventil nach einiger Zeit nicht mehr anwendbar, weil wir dann mit Dichtungsflächen anderer Qualität zu thun haben.

Demnach bleibt gar Nichts übrig, als das Uebel, also den absoluten Druck zwischen Ventilteller und Ventilsitz möglichst klein zu machen, und das ist nur dadurch zu erreichen, dass wir die Dichtungsfläche möglichst klein machen.

Am kleinsten wird sie, wenn wir entweder dem Ventilteller oder dem Ventilsitz eine kreisförmige Schneide geben, und diese gegen eine breitere Fläche des anderen Theiles drücken lassen.

Diese Methode, gewöhnlich so ausgeführt, dass die Schneide sich am Teller befindet und auf eine Ebene des Sitzes drückt, oder so, dass sie durch die rechtwinklige gewöhnliche Kante des Ventilsitzes gebildet wird, welche gegen eine kegelförmige Fläche des Tellers drückt, diese Methode giebt gute Resultate, wenn Teller und Sitz aus harter Bronze gefertigt werden.

Wir empfehlen sie aber trotzdem, und zwar deshalb nicht, weil eine im Laufe der Zeit dennoch stattfindende Beschädigung nur auf der Drehbank zu beseitigen ist, während durch das von den Kesselwärtern gewöhnlich geübte Aufschleifen das Ventil nur noch mehr verdorben und unbrauchbar gemacht wird.

Wir empfehlen deshalb Dichtungsflächen, welche der Kesselwärter selbst durch Nachschleifen repariren kann, und da conische Dichtungsflächen deshalb nicht zu empfehlen sind, weil sie leicht ein Festsitzen des Ventils herbeiführen, so können dies keine anderen sein, als ebene Dichtungsflächen.

Die Breite der Dichtungsflächen nehme man constant (also unabhängig vom Ventildurchmesser) etwa 2^{mm}, eine Grösse, welche sich im Laufe der Zeit aus der Praxis als zweckmässig entwickelt hat.

Ein Ventil, welches gut schliessen soll, muss selbstverständlich auch gut geführt werden.

Unter allen Umständen ist nothwendig, dass der Teller beim Aufschleifen sich in der nämlichen Führung bewege, in der er sich beim Betriebe bewegen soll; ferner ist, da die Führung eine leichte sein muss, um das Spiel nicht zu erschweren, nothwendig, dass sich die Führung möglichst nahe an den Ventilsitz anschliesse, und endlich ist obere Führung besser als untere, während doppelte, d. h. gleichzeitig obere und untere, möglichst lange Führung besser ist als jede andere.

Auf die Aufstellung des Ventils ist die grösste Sorgfalt zu verwenden, und namentlich darauf zu sehen, dass der Ventilsitz genau horizontal liege und der Hebel sich genau in einer verticalen Ebene bewege.

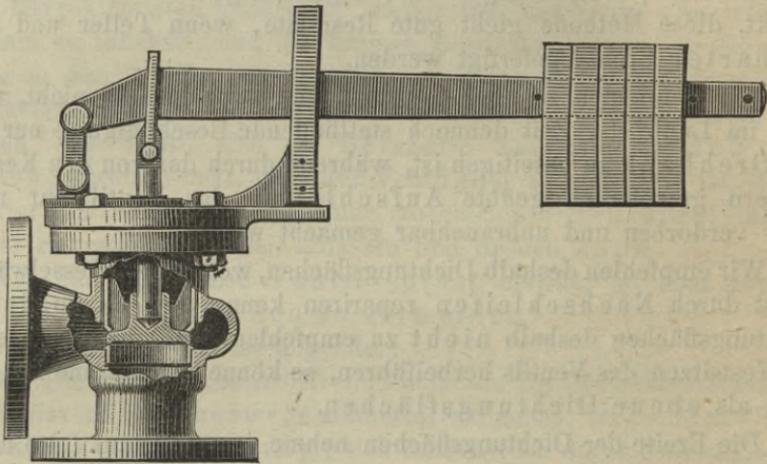
Der Dampf, welcher beim Abblasen den Sicherheitsventilen entweicht, kann, wenn er ins Kesselhaus ausströmt, nicht allein beschwerlich werden, weil er namentlich nicht weit zu sehen gestattet, sondern er ist auch häufig Ursache, dass die Kesselwärter,

welche an den Ventilen zu thun, sie zu lüften u. s. w. haben, mehr oder weniger erheblich verbrüht werden.

Deshalb empfehlen wir, das Sicherheitsventil in ein gusseisernes Ventilgehäuse einzuschliessen, aus welchem nur die Ventilstange oder der Druckstift, welcher Ventilteller und Hebel mit einander verkuppelt, durch eine Metallhülse hervortritt, während ein zu dem Zwecke angebrachtes Rohr den Dampf aus dem Ventilgehäuse ins Freie leitet.

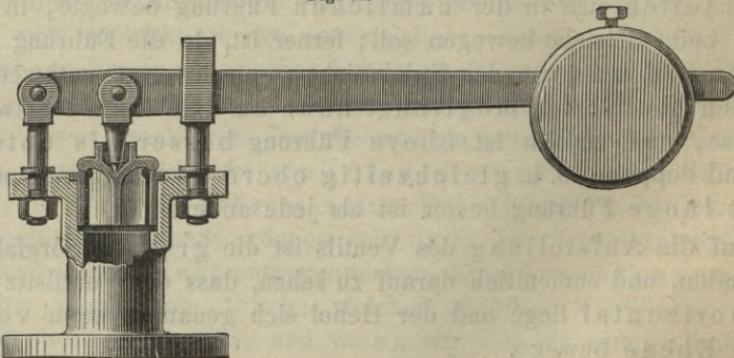
Die beste und altbewährte Construction des Sichertventiles ist in Fig. 91 dargestellt.

Fig. 91.



Dasselbe ist nach dem Muster (ebenso wie das nachfolgende in Fig. 92) der weltbekannten Firma Schäffer & Budenberg in Buckau gezeichnet. Das hat sogenannte obere Führung des Ventiles

Fig. 92.



durch 4 Flügel, welche etwa 10^{mm} Breite haben. Die Führung ist lang und in einer Metallausfütterung des gusseisernen Gehäuses. Die Druckstange hat oben eine Metallführung im Deckel und unten ist

eine etwas abgestumpfte conische Spitze angedreht und nicht angefeilt. An den Charnieren der Drehpunkte des Hebels und der Gegenlenker sind dünne Messingscheiben dazwischen gelegt. Der Dampfdurchgang ist nicht durch Ventilstege verengt.

Bei Locomobilen wendet man meistens sogenannte offene Sicherheitsventile an, und zwar am besten in der Form wie Fig. 92 zeigt. Die Construction ist einfach und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Bei Locomotiven wendet man fast ausnahmslos statt der Hebelbelastung eine Belastung durch sogenannte Federwaagen an und zwar weil bei den Erschütterungen und Stößen während des Fahrens der Hebel mit Gewicht auf- und abtanzen und die gedichtete Ventilsitzfläche bald zerschlagen sein würde.

Wir erwähnten vorhin, dass man im Allgemeinen richtig handeln würde, wenn man die Grösse der Sicherheitsventile nach der früheren preussischen gesetzlichen Vorschrift berechnete.

Wir haben nun aus der Zahl von fast 1000 im Betriebe befindlichen Dampfkesseln verschiedener Construction diejenigen Ventilgrössen ermittelt, welche die verschiedenen Fabrikanten aus allen Gegenden Deutschlands freiwillig genommen haben und Folgendes gefunden.

1. Bei fahrbaren Locomobilen mit 6—7 Atm. Betriebsdruck ergab sich die Weite pro m^2 Heizfläche zwischen . . . 60—70 mm^2 Ventilfläche
2. Bei Locomotiven mit 10—12 Atm. Betriebsdruck ergab sich die Weite pro m^2 Heizfläche zwischen . . . 33—40 „ „
3. Bei sog. transportablen Kesseln mit 5—7 Atm. Betriebsdruck ergab sich die Weite pro m^2 Heizfläche zwischen . . . 68—72 „ „
4. Bei stehenden Kesseln mit $5\frac{1}{2}$ —8 Atm. Betriebsdruck ergab sich die Weite pro m^2 Heizfläche zwischen . . . 80—88 „ „
5. Bei Wasserröhrenkesseln mit 8—12 Atm. Betriebsdruck ergab sich die Weite pro m^2 Heizfläche zwischen . . . 55—65 „ „
6. Bei combinirten grossen Kesseln mit $5\frac{1}{2}$ —6 Atm. Betriebsdruck ergab sich die Weite pro m^2 Heizfläche zwischen . . . 80—90 „ „
7. Bei Grosswasserraumkesseln mit 5—7 Atm. Betriebsdruck ergab sich die Weite pro m^2 Heizfläche zwischen . . . 95—120 „ „

Wir haben nach unsern Erfahrungen übereinstimmend mit den praktischen Ausführungen von Kesselanlagen aus der Fabrik von anerkannt tüchtigen Constructeuren folgende Dimensionen bewährt gefunden, wobei lichte Weite den lichten Durchmesser des Ventils bedeutet:

Es haben:									
1. fahrbare Locomobilen bei 2 gleiche Ventile von . . .		6	8	12	15	18	22	m^2 Heizfläche	
		25	27	30	35	40	45	mm^2 lichter Weite	
2. Transportable Kessel bei 2 gleiche Ventile von . . .		10	15	20	30	40	45	60	70
		30	35	45	50	60	65	75	80
								m^2 Heizfläche	
								mm^2 lichter Weite	

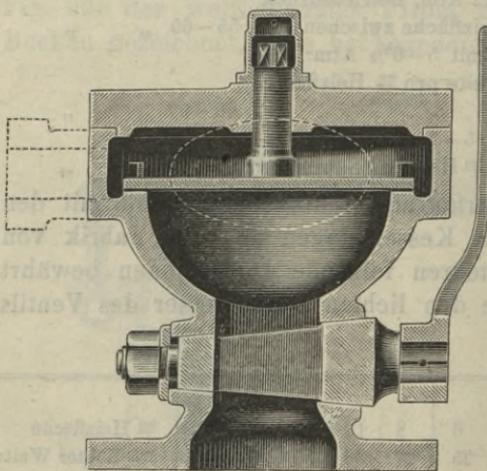
3. stehende Kessel bei . . .	3	6	8	12	17	20		$\frac{mm}{mm}$ Heizfläche			
2 gleiche Ventile von . . .	25	27	30	35	40	45		$\frac{mm}{mm}$ lichter Weite			
4. Wasserröhrenkessel bei . . .	15	35	45	60	80	90	100	120	150	180	$\frac{mm}{mm}$ Heizfläche
2 gleiche Ventile von . . .	40	60	65	70	75	80	90	100	110	125	$\frac{mm}{mm}$ lichter Weite
5. Grosse combinirte Kessel bei . . .	80	100	130	150	180	200		$\frac{mm}{mm}$ Heizfläche			
Gallowaykessel u. s. w.											
entweder 1 Ventil von . . .	95	105	120	130	135	145		$\frac{mm}{mm}$ lichter Weite			
oder 2 gleiche Ventile von . . .	—	—	95	100	105	110		desgl.			
6. Grosswasserraumkessel von . . .	10	20	30	50	65	70	80	95		$\frac{mm}{mm}$ Heizfläche	
entweder 1 Ventil von . . .	35	50	60	80	95	100	110	120		$\frac{mm}{mm}$ lichter Weite	
oder 2 gleiche Ventile bei . . .	—	—	—	70	80	90	95				

Diese Dimensionen von Ventilen empfehlen wir zur Anwendung und zwar bei den jetzt gebräuchlichen Dampfspannungen ad 1—3 von 6—7 Atm., ad 4 von 8—10 Atm., ad 5 von 5—6 Atm., ad 6 von 5—6 Atm.

Der Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb hat diese Ventilgrößen seit Jahren in der Praxis anwenden lassen.

Unter allen Umständen reden wir aber der Anbringung von 2 gleichgrossen Sicherheitsventilen das Wort. Uns sind 2 Ventile unter allen Umständen lieber als 1, selbst bei gleichem Querschnitte. In der Regel macht man aber bei Anwendung von 2 Ventilen jedes derselben grösser als die Hälfte des Querschnittes eines Ventiles und zwar etwa 20 %.

Fig. 93.



Zum Schlusse wollen wir noch eines Sicherheitsventiles, vom Patentinhaber „Sicherheitsverschluss“ genannt, Erwähnung thun. Die Construction ist neu und ganz ausserordentlich einfach, wie Fig. 93 zeigt. Sie kann bei Wasserröhrenkesseln, für welche sie zuerst construirt ist, gewiss gute Dienste leisten. Im praktischen Betriebe haben wir dieselbe noch nicht beobachten können, wohl aber bei Experimenten und dabei

hat sie sich ganz zuverlässig gezeigt.

In der einfachsten Form zeigt Fig. 93 den Sicherheitsverschluss, darnach besteht derselbe aus einem gusseisernen Gehäuse von halb-

kugelförmiger Gestalt mit 2 Abzweigungen, von denen die eine nach unten führt, und dazu dient, den Dampf einzulassen, und von denen die zweite an der Seite sitzt (punktirt gezeichnet), um den Dampf herauszulassen. Dampfeinlass und Dampfauslass werden getrennt durch eine dünne Stahlplatte, welche in der Mittelaxe der Halbkugel sitzt. Diese Stahlplatte wird durch eine Druckschraube fest auf ihren Sitz niedergedrückt und zwischen Platte und Sitz, behufs Dichthaltens eine Asbestpappscheibe (ringförmig) zwischengelegt.

In diesem Zustande wird der Verschluss mit dem Dampfraume des Kessels in Verbindung gebracht. Steigt der Dampfdruck zu hoch, und zwar etwa 2 Atmosphären über den festgesetzten höchsten, so zerreisst die Asbestplatte und die in constanter Grösse frei bleibende Oeffnung giebt dem überschüssigen Dampfe Gelegenheit ins Freie zu entweichen. Zum Einbringen einer neuen Asbestplatte schliesst man den Hahn und nimmt den Deckel ab.

Bei Wasserrohrkesseln halten wir den Verschluss verwendbar, doch muss eine längere Praxis erst beweisen, ob die Asbestringe zuverlässig genug hergestellt werden können, und ob sie im Betriebe sich vollständig haltbar zeigen. Bei den Explosionsversuchen, welche die Herren Huldshinsky Söhne in Gleiwitz 1886 haben anstellen lassen, sollen sich diese Schmidt'schen Verschlüsse vortrefflich bewährt haben.

§ 5. Das Manometer.

Das Manometer ist bekanntlich ein Instrument, welches den im Kessel herrschenden Dampfdruck anzeigt, und zwar giebt es in seiner gebräuchlichen Anordnung gewöhnlich die Höhe des Dampf-Überdruckes an.

Von den vielen Manometern, welche erfunden sind, haben sich praktisch bewährt nur zwei Sorten, und das sind die offenen Quecksilbermanometer und die Federmanometer.

Die ersteren sind die zuverlässigsten, und wenn sie auch verschiedene Uebelstände haben, so muss man doch stets zu ihnen zurückkehren, wenn man andere Manometer prüfen oder anfertigen will.

Die Uebelstände, mit denen die offenen Quecksilbermanometer behaftet sind, sind die folgenden:

Die Manometerröhre besteht entweder aus Glas oder Eisen.

Im ersteren Falle ist sie leicht zerbrechlich; schlimmer aber ist, dass das Quecksilber, auch wenn man es durch eine aufgegosse Schicht von Oel oder besser Glycerin möglichst zu schützen sucht, dennoch oxydirt; dass Staub in die Röhre eindringt, und dass aus beiden Gründen die Röhre blind und mit einer Menge von horizontalen Ringen gezeichnet wird, welche, einen früheren Stand der Quecksilbersäule bezeichnend, mit dem augenblicklichen leicht ver-

wechselt werden können und überhaupt die Beobachtung des Manometers höchst schwierig und deshalb unsicher machen.

Besteht aber die Manometerröhre aus Eisen, so ist der Stand der Quecksilbersäule nur an dem Stand eines Zeigers zu erkennen, welcher an einer Schnur hängt, die über eine Rolle läuft und an einem eisernen Schwimmer befestigt ist.

Die Eisenröhre wird nun natürlich allemal vorher ausgebohrt, theils um sie glatt zu machen, damit also der Schwimmer nicht irgendwo hängen bleibe, theils um ihren Querschnitt überall gleich gross zu machen.

Beide Resultate der Arbeit verschlechtern sich aber sehr bald, namentlich wird die Innenwand der Röhre durch Rost und Schmutz bald rau und giebt hierdurch Veranlassung, dass der Schwimmer hängen bleibt und der Zeiger falsch zeigt.

Im Uebrigen kann man die Quecksilbermanometer noch in Gefässmanometer und Hebermanometer eintheilen.

Die Gefässmanometer sind, weil der Querschnitt des kurzen Gefässes leicht überall constant hergestellt werden und genau gemessen werden kann, am leichtesten nur durch Berechnung genau herzustellen und werden deshalb als anfängliche oder Normalmanometer benutzt, nach denen alle anderen Manometer adjustirt werden.

Für den Kesselbetrieb dagegen sind sie nur dann zu empfehlen, wenn die Dampfspannung eine niedrige ist, weil andernfalls die Höhe der Manometer die Beobachtung und Aufstellung unbequem und die Anschaffung kostspielig macht.

Um diese Uebelstände zu vermeiden, namentlich aber, um durch eine kurze Scala die Beobachtung zu erleichtern, wendet man für den Kesselbetrieb gewöhnlich Heber- oder Schenkelmanometer an.

Macht man nun beide Schenkel von gleichem Querschnitt, so wird die Länge der Scala ca. nur halb so gross als beim Gefässmanometer; dadurch aber, dass man dem Schenkel, dessen Quecksilberspiegel den Druck auf der Scala anzeigen soll, einen grösseren Querschnitt giebt als dem anderen, kann man die Scala auf jedes gewünschte Maass verkürzen.

Die Hebermanometer kann man ferner so anordnen, entweder dass der Dampf auf die Quecksilbersäule drückt, welche den Druck anzeigt, und dann muss diese Säule natürlich in ein Glasrohr gefasst sein, oder dass der Dampf auf die andere Quecksilbersäule drückt, so dass wir nunmehr folgende Arten von Quecksilbermanometer unterscheiden können, welche alle angewandt werden:

1. Gefässmanometer:

A. mit Glasrohr,

B. mit Eisenrohr und Schwimmer.

2. Hebermanometer:

- A. mit unverkürzter Scala (der Querschnitt der beiden Schenkel ist gleich gross),
- a) mit Glasrohr,
 - b) mit Eisenrohr und Schwimmer.
- B. mit verkürzter Scala (der Querschnitt des Schenkels, dessen Quecksilberspiegel den Druck anzeigt, ist am grössten).
- a) der Dampf drückt auf den die Pressung anzeigenden Quecksilberspiegel, die Scala befindet sich also am Fallrohr, und letzteres besteht aus Glas;
 - b) mit verkürzter Scala und oben offenem Steigrohr, letzteres hat also den grössten Querschnitt und besteht entweder
 - α) aus Glas oder
 - β) aus Schmiedeeisen.

Von den vielen anderen Constructionen, nach denen man Quecksilbermanometer ausgeführt hat, ohne dass dieselben sich jedoch bewährt haben, sollen als die bekannteren nur hier das Differentialmanometer und das Manometer mit oben geschlossener Glasröhre erwähnt werden.

In letztere ist eine gewisse Quantität Luft eingeschlossen, welche durch den steigenden Quecksilberspiegel comprimirt wird und durch ihre Compression dem Dampfdruck das Gleichgewicht hält; ersteres dagegen besteht aus einer Verbindung einer grösseren Anzahl Hebermanometer, deren Schenkel mit Flüssigkeiten verschiedenen specifischen Gewichtes (z. B. Quecksilber und Wasser oder Quecksilber und Glycerin u. s. w.) gefüllt sind.

Bequemer als die Quecksilbermanometer, billiger in der Anschaffung als diese und allein anwendbar an beweglichen Dampfkesseln (Locomotiven, Schiffskesseln u. s. w.), sind die Federmanometer.

Wie schon der Name andeutet, besteht das, diesen Manometern zu Grunde liegende Princip darin, dem Dampfdruck durch die Kraft einer Metallfeder das Gleichgewicht zu halten, welche letztere zugleich den Zeiger in Bewegung setzt.

Dieses Princip kann man natürlich auf ausserordentlich verschiedene Weise realisiren; in der Praxis sich bewährt und ausgedehnte Anwendung gefunden haben indess nur zwei Constructionen, und zwar die von Bourdon und von Schäffer & Budenberg in Buckau.

Im Bourdon'schen Federmanometer besteht die Feder aus einer gebogenen Röhre, in welcher der Dampf drückt.

Diese Röhre hat entweder kreisrunden Querschnitt und

beschreibt alsdann eine grössere Anzahl Umgänge, oder sie hat ovalen Querschnitt und beschreibt alsdann nur circa einen Umgang.

Letzterer genügt in diesem Falle deshalb, weil der ovale Querschnitt die Feder empfindlicher macht als der runde; denn der Dampfdruck sucht den ovalen Querschnitt dem kreisförmigen zu nähern, und das kann nur geschehen, wenn der Krümmungsradius der Feder sich vergrössert.

In dieser Vergrösserung des Krümmungsradius, welche natürlich gleichzeitig auch eine Bewegung des Federendes in tangentialer Richtung bedingt, liegt nun die Möglichkeit, die Dampfpressung zu erkennen, entweder indem man das Ende der federnden Röhre direct als Zeiger benutzt, oder die Bewegung des Federendes durch Hebel oder Zahnsegment u. s. w. auf einen Zeiger überträgt.

Im Schäffer'schen Federmanometer dagegen besteht die Feder aus einer kreisförmigen Platte, gegen welche der Dampfdruck wirkt.

Diese Platte ist mit ihrem Rande eingeklemmt, und hat einen wellenförmigen Querschnitt, welcher für jeden durch den Mittelpunkt der Platte gedachten Schnitt constant bleibt, so dass also die einzelnen Wellen kreisförmig sind, in sich selbst zurückkehren und centrisch zu einander angeordnet sind.

Die Bewegung des Mittelpunktes dieser Platte wird vergrössert auf einen Zeiger übertragen, welcher den Dampfdruck anzeigt.

Das Bourdon'sche Manometer hat vor dem Schäffer'schen den Vortheil voraus, dass die directe Bewegung der Feder bei jenem grösser ist als bei diesem, dass daher das Umsetzungsverhältniss auf den Zeiger dort kleiner sein darf als hier, und dass also die aus Verschleiss, todtem Gange u. s. w. hervorgehenden Ungenauigkeiten bei jenem geringer sind als bei diesem.

Das Schäffer'sche Manometer dagegen hat den Vortheil, dass es billiger herzustellen und zu repariren ist als ein Bourdon'sches, da die gewellte Platte sehr viel weniger kostet als die gebogene Röhre von ovalem Querschnitt.

Einer Reparatur müssen aber die Federmanometer sehr häufig unterworfen werden, weil sie nach einiger Zeit des Gebrauches regelmässig falsch zeigen, was auf der nicht zu beseitigenden Eigenschaft der Materie beruht, wonach jede Feder mit der Zeit erlahmt.

Im Uebrigen ist wohl klar, dass ein Federmanometer nur dann richtig zeigen kann, wenn es rein ist, wenn also die Feder weder von Schlamm u. s. w., noch von Kesselstein bedeckt ist.

Ferner leuchtet ein, dass auch die Temperatur der Feder auf den Zeiger einwirken muss, und da nun die Manometer unter kaltem Druck abjustirt werden, so folgt, dass sie so anzubringen sind, dass die Feder nicht mit Dampf, sondern mit möglichst kaltem und reinem Wasser in Berührung steht.

Beides erreicht man dadurch, dass man (z. B. durch Biegung des Zuleitungsrohres) unter der Feder einen Wassersack bildet in welchem das nämliche Wasser stets vorhanden bleibt, und dass man dies Wasser nicht aus dem Wasserraum, sondern aus dem Dampfraum des Kessels entnimmt, dasselbe also durch Condensation bildet.

Eine neuerdings beliebte und empfehlenswerthe, weil einfache Anbringung besteht darin, dass man auf das gusseiserne Gestell des Wasserstandsglases einen Hahn schraubt, auf diesem ein Kupferrohr mit Wassersack anbringt, und auf dem Kupferrohr das Manometer befestigt.

§ 6. Apparate zur Erkennung des Wasserstandes.

Die Höhe des Wasserstandes im Kessel übt nicht nur, wie wir sehen werden, einen grossen Einfluss aus auf die Sicherheit, sondern wie wir gesehen haben, auch auf Oeconomie und Präcision des Betriebes.

Hieraus aber folgt, dass man die Höhe des Wasserstandes vor allen Dingen jederzeit mit Zuverlässigkeit zu erkennen im Stande sein muss, und die Apparate, welche dies möglich machen, sollen Gegenstand der Behandlung dieses Abschnittes sein.

A. Probirhahn und Probirventil.

Der einfachste Apparat zur Erkennung des Wasserstandes ist der Probirhahn, d. i. ein Hahn, welcher entweder direct oder vermittelt eines Rohres mit dem Kessel verbunden ist.

Die grossen Tugenden, welche diesem Apparat vor allen anderen eigen sind, und welche ihm für alle Zeiten den ersten Rang unter ihnen sichern, bestehen in seiner unübertrefflichen Einfachheit und der absoluten Zuverlässigkeit, mit welcher er den Wasserstand des Kessels innerhalb gewisser Grenzen zu erkennen gestattet, während alle anderen complicirten Apparate den Beobachter mehr oder minder arg täuschen können.

Man hat zwar gerade dem Probirhahn vorgeworfen, dass er, namentlich bei hohem Dampfdruck, den ungeübten Beobachter leicht täusche, da letzterer nicht im Stande sei, einen Dampfstrahl von einem Wasserstrahl zu unterscheiden, dessen Wasser sich beim Auspritzen grossentheils sofort in Dampf verwandle, und dass der Beobachter deshalb, wenn er mit Sicherheit die Materie des Strahles erkennen wolle, genöthigt sei, den letzteren gegen eine Mauer oder ein vorgehaltenes Brett zu dirigiren.

Dieser Vorwurf ist indess nur theilweise begründet; denn wenn man auch zugeben muss, dass selbst ein geübter Beobachter unter Umständen zweifelhaft sein kann, ob ein Strahl aus Wasser oder

Dampf besteht, so hört doch alle Unsicherheit selbst für den Neuling auf, sobald er Gelegenheit hat, den Strahl mit einem anderen zu vergleichen, von dem er weiss, dass er aus Dampf besteht.

Diese Gelegenheit soll aber immer gegeben sein, d. h. der Probirhähne sollen mehrere, und zwar mindestens zwei, besser aber drei, vorhanden und in verschiedenen Höhen dergestalt angeordnet sein, dass der untere Hahn im erlaubten tiefsten, der obere aber im gestatteten höchsten Wasserniveau mündet, so dass sich also der Wasserspiegel nur zwischen beiden Hahnmündungen bewegen darf.

Eine Untugend des Probirhahnes dagegen ist die, dass er zwar angiebt, ob der Wasserspiegel über oder unter seiner Mündung, nicht aber, wie hoch oder tief er darüber oder darunter steht.

Um letzteres durch Probirhähne einigermaassen genau ermitteln zu können, müsste man ihrer eine so grosse Anzahl anbringen, dass ihre Handhabung viel zu unbequem würde.

Man hat den nämlichen Zweck zwar auch durch nur einen Probirhahn erreicht, indem man seine Mündung im Kessel in verschiedenen Höhen verstellbar machte (z. B. indem man den Hahn um seine geometrische Axe drehbar in einer Stopfbüchse der Kesselwandung befestigte und die Hahnmündung im Kessel durch ein gebogenes Kupferrohr verlängerte), in diesem Falle wird aber die Handhabung nicht allein unbequem, sondern der Apparat verliert dann mit seiner Einfachheit auch seine absolute Zuverlässigkeit, und tritt also dann an Brauchbarkeit hinter andere weit bequemere Apparate zurück, welche ihm an Zuverlässigkeit nicht nachstehen.

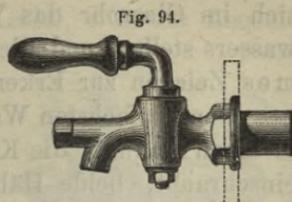
Da die Hähne durch den Schlamm u. s. w. des Kesselwassers, welches sich zwischen die Dichtungsflächen drängt, sehr leiden und deshalb häufig undicht sind, so hat man sie in neuerer Zeit und mit bestem Erfolge durch Probirventile ersetzt, welche auf verschiedene Weise construirt werden können, für den Betrieb am bequemsten aber so eingerichtet sind, dass sie sich durch den Druck im Kessel selbstthätig schliessen und durch den auf einen grösseren Knopf ausgeübten Druck der Hand geöffnet werden müssen.

Was im Uebrigen die Construction dieser Apparate betrifft, so scheue man alle kleinen und schwachen Dimensionen, die wohl für Laboratorien, nicht aber für die Praxis und die schwielige Hand des Kesselwärters passen, und achte weiter darauf, dass die Apparate vermittelst eines geraden Drahtes während des Betriebes von einer Verstopfung müssen befreit werden können.

In Fig. 94 bringen wir das Schäffer & Budenberg'sche Muster eines Probirhahnes. Der Hahn hat, wie man sieht, recht langes Gehäuse und kräftigen Griff mit Holzbekleidung. Das lange Gehäuse ist überaus wichtig für das Dichthalten und für die Dauerhaftigkeit, denn ein solcher Hahn muss oft nachgeschliffen werden.

Die sogenannten „Kugelhähne“, das heisst Hähne, bei denen das Gehäuse kugelförmig, statt konisch gestaltet ist, haben für die Praxis gar keinen Werth, weil sie nicht dauerhaft und nicht dicht zu halten sind.

Beim Oeffnen des Hahnes spritzt das Wasser aus dem nach unten gebogenen Schnabel heraus. Der in der Längsaxe, über dem Schnabel angebrachte Ansatz trägt vorne eine Schraube, bei deren Losnehmen man durch den Hahn in gerader Richtung hindurchstossen kann.

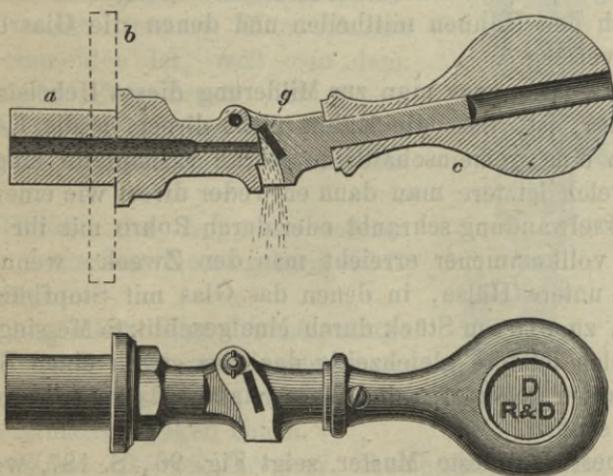


Von den Probirventilen ist das in Fig. 95 gezeichnete amerikanische von Dreyer, Rosenkranz und Droop in Hannover das beste.

Das Gewicht *c*, welches sich um einen Charnierbolzen drehen lässt, verschliesst die Oeffnung des Rohres *a* durch Niederpressen der Gummiplatte *b*.

Das Ventil ist äusserst einfach. Bei kleinen Kesseln und Locomobilen bringt man in der Regel ein Wasserstandsglas und 2 Probihähne (oder Probirventile) an.

Fig. 95.



Man kann sie mit Gewindezapfen *a* in die gerade Kesselwand schrauben, oder mit Flansch *b* (punktirt) und Schrauben. Letzteres ist etwas theurer, aber bei Weitem praktischer als ersteres. Die Gewindezapfen werden leicht undicht, wenn sie lose eingeschraubt sind, aber dann lassen sie sich wieder losnehmen. Sind sie fest eingeschraubt, so brechen sie beim gewaltsamen Losnehmen leicht ab.

B. Der Wasserstandsglas-Apparat.

Verbindet man das eine Ende einer Glasröhre mit dem Dampf-raum, das andere aber mit dem Wasserraum eines Kessels, so wird sich im Glasrohr das Wasser offenbar in das Niveau des Kesselwassers stellen, und dieses Niveau bildet also ein äusserst bequemes Zeichen zur Erkennung des Wasserstandes.

Den einfachsten Wasserstandsglasapparat erhält man, wenn man je einen Hahn in die Kesselwandung des Dampf- und Wasserraumes einschraubt, beide Hähne mit Hülsen versieht, und in diesen ein gemeinschaftliches Glasrohr mit Stopfbüchsen befestigt.

Der untere Hahn muss dann in der Verlängerung der Glasröhre noch einen dritten Hahn, den sogenannten Ablasshahn, enthalten, welcher dazu dient, das Wasser aus der Glasröhre nach Schluss der beiden anderen Hähne zu entfernen und zu probiren, ob nach Wiederöffnen eines derselben dieser Hahn auch wirklich mit dem Kessel communicire, das Verbindungsrohr also nicht verstopft sei.

Solch einen primitiven Wasserstandsglasapparat sollte indess heute kein Maschinenbauer mehr anwenden und kein Käufer acceptiren, denn die geringe Ersparniss an Anschaffungskosten, welche man mit ihm erzielt gegenüber anderen besseren Constructionen, gleicht sich sehr bald durch das häufige Zerspringen der Glasröhren aus, herbeigeführt namentlich durch die Bewegungen der Kesselwand, welche sich den Hähnen mittheilen und denen die Glasröhre nicht zu folgen vermag.

Das Mindeste, was man zur Milderung dieses Uebelstandes verlangen muss, ist, dass die Hähne nicht direct in die Kesselwand, sondern in eine gemeinschaftliche starke Eisenplatte eingeschraubt werden, welche letztere man dann entweder direct wie einen Flansch auf die Kesselwandung schraubt oder durch Rohre mit ihr verbindet.

Noch vollkommener erreicht man den Zweck, wenn man die obere und untere Hülse, in denen das Glas mit Stopfbüchsen verdichtet ist, zu einem Stück durch eine geschlitzte Messinghülse verbindet, welche letztere gleichzeitig das Glas gegen einen Stoss und einigermaassen gegen den den Wasserstandsgläsern so verderblichen Luftzug schützt.

Das beste solideste Muster zeigt Fig. 96, S. 187, welches wir dem Preiscurante von Schäffer & Budenberg in Buckau entnommen haben.

Für diese Art Wasserstandsapparate ist es äusserst wichtig, dass sie kräftig gebaut und genau gegen die Kesselwandung angepasst sind. Sitzen die beiden Hahnköpfe nicht genau axial übereinander, ist die Schutzhülse nicht sehr kräftig, so dass sie bei kleinen Biegungen der Stirnwand die axiale Lage zu erhalten vermag, so springen die Gläser.

Das Glas darf niemals das Metall berühren, sondern muss nur seinen Halt in der Verpackung haben.

Letztere Art Wasserstandsgläser sind ihrer Leichtigkeit wegen bei gleichzeitiger Haltbarkeit zu empfehlen für alle kleineren Kessel, sowie für transportable oder mobile Kessel, z. B. für Locomotiven, Locomobilen u. s. w., grössere stationäre oder Schiffskessel dagegen sollte man nur mit nachstehend beschriebenen Apparate der solidesten Construction armiren.

Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem soliden hohlen gusseisernen Cylinder, welcher mittelst zweier Seitenstutzen von der nämlichen Weite mit dem Kessel direct oder mittelst zweier Rohre verbunden wird.

Dieser starre und fast unzerbrechliche Gusseisenkörper ist nun erst die Basis, auf welcher der eigentliche Wasserstandsglasapparat montirt wird, und zwar befestigt man auf diesem Cylinder regelmässig auch noch zwei Probirhähne oder noch einen zweiten Wasserstandsglasapparat, welcher letztere Sitte deshalb sehr zu empfehlen ist, weil man dann bei etwaigem Zerspringen des einen Glases bis zur Erneuerung desselben den Wasserstand am anderen Glase beobachten kann.

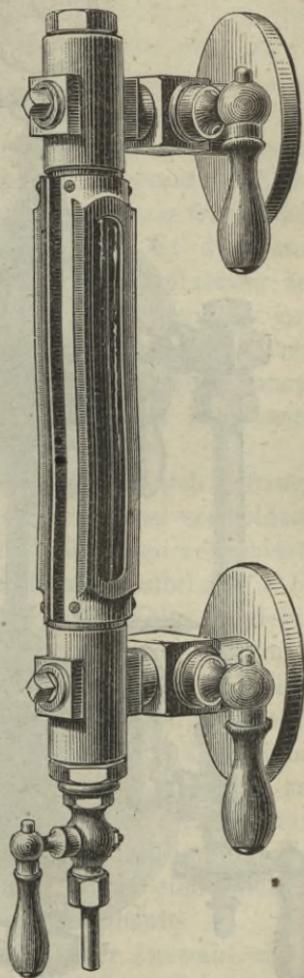
Die Stutzen des Apparates müssen nach der deutschen Gesetzgebung 90^{mm} Weite haben.

Fig. 97, S. 188 zeigt den heutzutage gebräuchlichsten Wasserstandsglasapparat mit 2 Gläsern links und rechts, wie ihn alle grösseren Armaturfabriken bauen.

Die Skizze ist von Dreyer, Rosenkranz und Droop in Hannover.

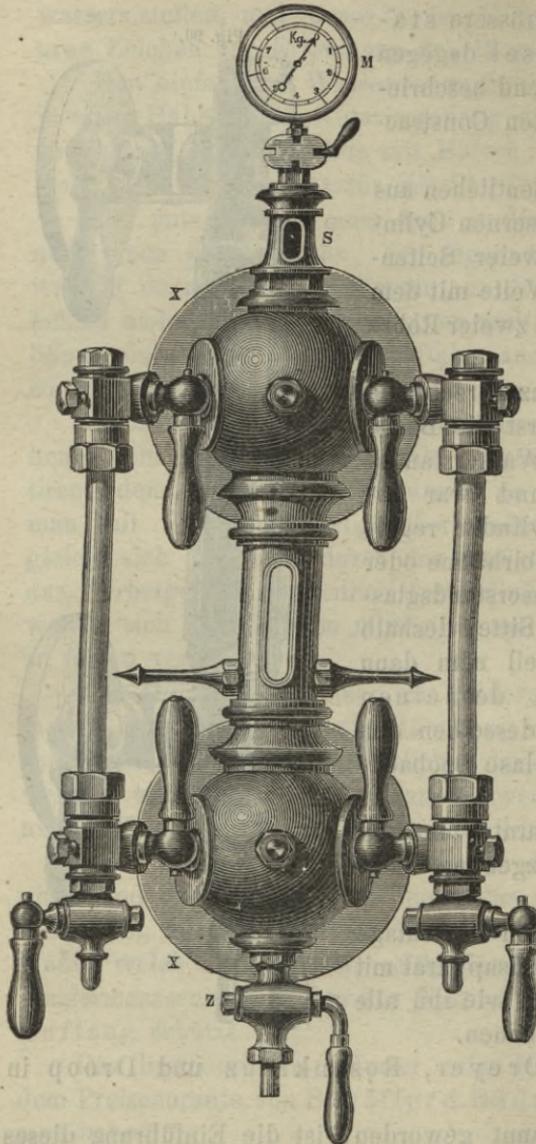
Soviel Verfasser bekannt geworden, ist die Einführung dieses Apparates besonders dem Herrn Rasmus in Magdeburg zu verdanken und zwar datirt sie unseres Wissens von 1871. Das Charakteristische der Construction besteht in der Trennung des hohlen gusseisernen Mittelkörpers in 2 Theile. Der obere bildet den Dampfraum, der untere den Wasserraum. Diese Trennung von Dampfraum und Wasserraum ist ausserordentlich wichtig, da eine Täuschung im

Fig. 96.



Wasserstande dadurch sehr verringert wird. Am unteren Wasser-
raum sitzt ein kräftiger Ablasshahn z von etwa 15^{mm} lichter Weite,
welcher zum Ablassen des Schmutzes aus dem Wasserraum dient.

Fig. 97.



Am oberen Dampf-
raum (ebenso am Wasserraum)
sind 2 Verschlusschrau-
ben angebracht, um beim
Lösen derselben mit ei-
ner Eisenstange durch-
stossen zu können.

Auf dem Dampf-
raum ist oben eine
kleine Säule s ange-
bracht, welche einen
Wassersack enthält und
den gesetzlich vorge-
schriebenen Controle-
Dreivegehahn und das
Manometer M trägt. Die
Hahnköpfe sind auf den
Gusskörper mit Flant-
schen und Einlege-
schrauben befestigt. Ge-
windezapfen sind durch-
aus verwerflich, da die
axiale Lage der Hahn-
köpfe dabei nur bei
äusserster Mühe erreicht
wird.

Die Flantschen x
schraubt man gegen die
Stirnwand derart, dass
man zwei niedrige mas-
sive Stützen aufnietet
und diese mittels Ein-
legeschrauben mit dem
Wasserstandsapparat
verbindet.

Die Flantschen müs-
sen sehr gut passen und

in einer Ebene liegen, sonst wird der Apparat mit Spannung ange-
schraubt und kann bei der Erwärmung und Durchbiegung der Stirn-
wand leicht zerbrechen.

Bei Vorfeuerungen muss man zur Verbindung des Wasserstands-
apparates mit dem Kessel längere Röhren einschalten. Sie müssen

90^{mm} Weite haben und werden der Haltbarkeit wegen am besten von Kupfer hergestellt, weil dieses bei den unausbleiblichen Biegungen und Dehnungen nicht bricht. Es ist wichtig zu beachten, dass in solchem Falle sämtliche Hähne weiter sein müssen als sonst und zwar weil bei kleinen Querschnitt der Schmutz in den langen Zuleitungsröhren gar nicht in Bewegung gesetzt wird, wenn man die Hähne öffnet. Eine lichte Weite von 13^{mm} ist für die Bohrung der Hahnköpfe nöthig und der Abblasehahn *s* am Wasserraum muss 20^{mm} Weite haben. Aber auch an dem Dampftraume muss man statt der Schrauben einen Abblasehahn von 13^{mm} Weite anbringen.

Die Anbringung der Verpackung zur Verdichtung der Wasserstandsgläser ist mit der grössten Sorgfalt auszuführen, damit das Verpackungsmaterial nicht neben dem Glase vorbei gequetscht wird, und so die freie Durchgangsöffnung verstopft. Letzteres ist durchaus nichts Seltenes und hat schon in unzähligen Fällen Veranlassung zu Reparaturen und selbst zu Explosionen in Folge Wassermangels gegeben, weil man den Stand des Wassers im Glase zwar sah, aber getäuscht wurde, weil in Folge Verstopfung der Durchgangsöffnung das Wasser nicht zurücklaufen konnte, als das Wasser im Kessel sank und ruhig im Glase stehen blieb.

Das Zerspringen der Gläser, sehr oft herbeigeführt durch Luftzug, kann man übrigens sehr leicht durch ganz dieselben Mittel vermeiden, durch welche man das Verlöschen eines Lichtes im Freien verhindert, dadurch nämlich, dass man das Glas in einer Laterne anbringt, d. h. mit einem zweiten Glaszylinder von grösserer Weite umgiebt.

Zweckmässig ist zu dem Zweck natürlich der Apparat von vornherein zu construiren, und dann wählt man zu den äusseren Glaszylindern wirkliche Lampenzylinder von ca. 5^z Durchmesser, während man bei erster Einführung dieser Methode, welche merkwürdiger Weise erst wenige Jahre alt ist, die alten vorhandenen Apparate zu benutzen strebte dadurch, dass man den äusseren Glaszylinder nur sehr wenig weiter nahm als den inneren, beide centrisch in einander gesteckt, an den Enden durch Messinghülsen zu einem einheitlichen Ganzen verband und als solches in den Apparat einbaute.

Im Uebrigen beachte man bei Construction oder Auswahl eines Wasserstandsglasapparates noch folgendes Wesentliche:

1. Das Dampfzuleitungsrohr muss von dem Wasserleitungsrohr abgeschlossen werden können, d. h. man muss im Stande sein, das Glas und mindestens einen Ausblasehahn entweder nur mit dem Dampftraum oder nur mit dem Wasserraum des Kessels zu verbinden, um sich zu überzeugen, dass weder das Dampf- noch das Wasserzuleitungsrohr verstopft ist.

Bei den zuerst beschriebenen einfachen Apparaten ist diese Bedingung stets erfüllt, bei den zuletzt beschriebenen dagegen mit solidem gusseisernen Rohr, an welches alle Apparate montirt sind,

muss man diesen Zweck dadurch erreichen, entweder dass man zwischen dem Apparat und jedem der beiden Rohre, welche den Apparat mit dem Kessel verbinden, noch je einen Hahn einschaltet, oder, was billiger und bedeutend besser ist, dadurch, dass man die obere und untere Hälfte des gusseisernen Cylinders, wie Fig. 97 zeigt, selbständig macht, indem man sie vollständig trennt.

2. Sämmtliche Röhren oder Communicationswege des Apparates müssen mit einem geraden Draht leicht durchfahren und event. von einer Verstopfung befreit werden können, und zu dem Ende ist überall da, wo die geometrische Axe eines Rohres oder Communicationsweges eine Wandung des Apparates schneidet, ein Loch anzubringen und durch eine kleine Messingschraube, besser durch einen Hahn zu verschliessen.

Alle Drei- oder gar Vierweghähne sind **unbedingt** zu verwerfen.

Die Mehrweghähne werden von allen erfahrenen Ingenieuren für jede Art der Anwendung verdammt, wie viel mehr also muss man sie vermeiden an einem Apparat, von welchem in so hohem Grade die Sicherheit des Betriebes abhängt, und um so mehr, wenn man bedenkt, wie viele Dampfkessel oft und plötzlich (z. B. in Folge von Krankheit oder Mobilmachung der Armee) in die Hände ganz unerfahrener Arbeiter gelangen, von denen man die richtige Handhabung nur der allereinfachsten Apparate erwarten darf.

Was die Aufstellung des Apparates betrifft, so ist zu empfehlen, ihn so anzubringen, nicht dass der festgesetzte tiefste Wasserstand des Kessels die Mitte des Glases trifft (wie das bei den allermeisten Apparaten der Fall ist), sondern dass ein Wasserstand, welcher die Heizfläche schon zu entblößen beginnt, noch sichtbar ist.

Diese Regel motivirt sich durch die Thatsache, dass man sehr häufig mit einem verschwundenen unbekanntem Wasserstande arbeitet in dem Glauben, dass das zwischen dem erkennbar niedrigsten Niveau und dem obersten Punkte der Heizfläche befindliche Wasser unmöglich schon verdampft sein, und dass deshalb noch keinerlei Gefahr drohen könne, — eine Praxis, die denn doch im höchsten Grade bedenklich ist.

Dass der erlaubte niedrigste Wasserstand (welcher 10^c über Oberkante der Heizcanäle liegen soll) mit einer leicht erkennbaren Marke zu bezeichnen ist, versteht sich von selbst und ist durch die Gesetzgebung vorgeschrieben.

Ferner muss bei der Aufstellung darauf gesehen werden, dass das Wasserzuleitungsrohr weder in einen Heizcanal, noch in heisses Mauerwerk zu liegen kommt. In beiden Fällen nämlich fängt das Wasser in diesem Rohre zu kochen, im Glase also zu wallen oder auch zu kochen an, und macht dadurch alle Beobachtung illusorisch.

Als grosse Tugend des Apparates lernten wir die Bequemlichkeit der Beobachtung kennen, als Untugend müssen wir die mangelhafte Zuverlässigkeit rügen, welche diesen Apparat den Probirhähnen weit hintenan stellt.

Die Unzuverlässigkeit aber hat ihren Grund in einer möglichen Undichtheit am Apparate, und von der grossen Wirkung einer solchen kann man sich sehr leicht überzeugen.

Man lockere z. B. etwas das Kükten des oberen Hahnes am Glase, so dass dieser Dampf ins Freie entweichen lässt, und man wird sehen, dass das Niveau im Glase sofort steigt, und zwar je nach dem Grade der Undichtheit des Hahnes möglicher Weise so bedeutend, dass ein Heizer, welcher den Wasserstand im Kessel für gleich hoch mit dem im Glase hält, im besten Glauben an seine treue Pflichterfüllung auf eine Explosion hinarbeiten kann.

Solche Undichtheiten kommen aber an den Hähnen sehr häufig vor, ohne dass der Heizer ihre Wirkung kennt; häufig aber weiss der Heizer gar nichts von einer stattfindenden Undichtheit, dann nämlich, wenn diese am Dampfzuleitungsrohr durch Mauerwerk verdeckt ist.

Gegen letztere Gefahr kann man sich ziemlich vollständig durch möglichst weite Verbindungsrohre zwischen Kessel und Apparat schützen (s. Dampfkesselgesetz); um dagegen gegen erstere gesichert zu sein, halte man mit Strenge darauf, dass sich am Apparat keine sichtbare Undichtheit finde.

Früher hat man auch Apparate angewandt, in denen die Glasröhre entweder durch Glasplatten oder dreiseitige Glasprismen ersetzt waren, und zwar deshalb, weil diese Platten und namentlich die Prismen, welche die Wassersäule des Apparates natürlich nach nur einer Seite begrenzten, haltbarer waren als Glasröhren.

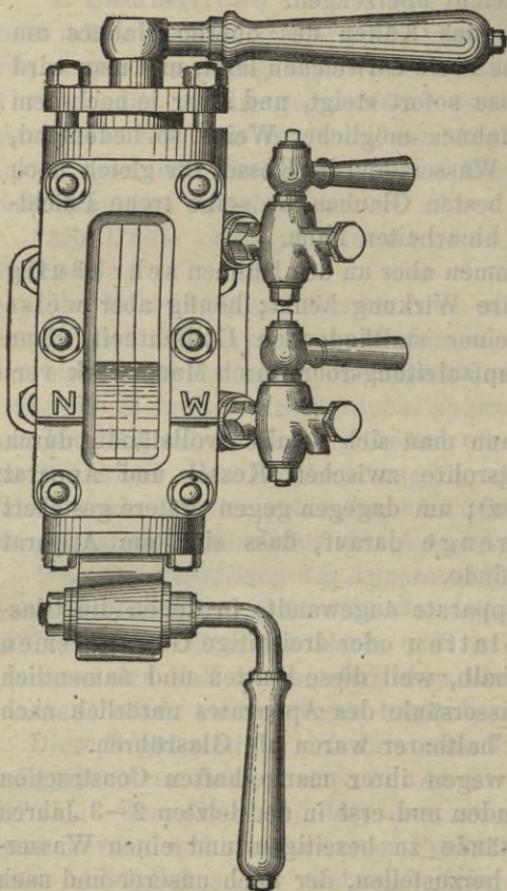
Diese Apparate haben wegen ihrer mangelhaften Construction keinen rechten Eingang gefunden und erst in den letzten 2—3 Jahren ist es gelungen, die Uebelstände zu beseitigen und einen Wasserstandsapparat mit Glasplatte herzustellen, der nach unserer und nach anderer Kesselbesitzer Erfahrung sehr gut und praktisch genannt werden muss und rasch verdienten Eingang findet.

Der Erfinder und Patentinhaber ist Ochwadt, und seinem Vertreter Richard Schwartzkopff in Berlin, welcher die Anfertigung übernommen hat, verdanken wir nachstehende Skizzen. (Fig. 98, 99, 100.)

Der Ochwadt'sche Wasserstandsapparat besteht aus einem Hahnkörper h , welcher vor einem entsprechenden Längsschlitz s des Kessels sitzt und nach vorne durch eine Hartglasplatte p verschlossen ist. Der Längsschlitz des Hahnkörpers (Fig. 100) mündet hinter der Glasplatte in eine erweiterte Kammer k , welche also mit dem Kesselinnern in völlig freier Verbindung steht, so dass hier stets ein absolut

richtiger Wasserstand beobachtet wird. Der Hahn *c* ist für gewöhnlich geöffnet und wird nur dann geschlossen, wenn die Glasplatte gereinigt werden soll, was nach Oeffnen des Abblasehahns mittels einer Bürste leicht zu bewerkstelligen ist. Der Haupthahn lässt sich durch eine Stopfbüchse gut dicht halten und kann bei schwerem

Fig. 98.



Gange durch eine Druckschraube *d* etwas gehoben werden. Die Glasplatte ist vorne und hinten mit einem

Gummirahmen versehen, welche als elastische Zwischenlage und zur Dichtung dienen. Die federnden Umlagescheiben sorgen für ein gleichmässiges Anziehen des Abschlussrahmens. Das Auswechseln einer Glasplatte kann während des Betriebes nach Schliessen des Haupthahns in etwa 6 Minuten gemacht werden.

Verstopfungen können bei der einen grossen Durchgangsöffnung nicht eintreten und wird dadurch ein grosser Uebelstand der alten Apparate beseitigt. Am gefährlichsten ist bei den

Wasserstandsgläsern gewöhnlicher Art die Verstopfung der unteren Zuleitung, wodurch das freie Zurückfliessen des Wassers nach dem Kessel verhindert

und durch Condensation des oben eintretenden Dampfes eine Erhöhung des Wasserstandes im Glase herbeigeführt wird, während derselbe im Kessel sinkt. Fast ebenso schlimm ist es, wenn der obere Hahn undicht wird, weil durch die entstehende Druckverminderung von oben das Wasser im Glase höher stehen muss, wie im Kessel. Schon ein Druckverlust von $\frac{1}{100}$ Atmosphäre genügt, um ein Falschzeigen von 100 mm im Glase hervorzurufen.

Alle diese Uebelstände können bei diesem Apparat nicht vorkommen. Um den Hahnkörper am Kessel zu befestigen, nietet man einen Stutzen an die Stirnwand des Kessels, dessen Querschnitt die in Deutschland vorgeschriebene freie Oeffnung von 60^{l₂} hat (etwa

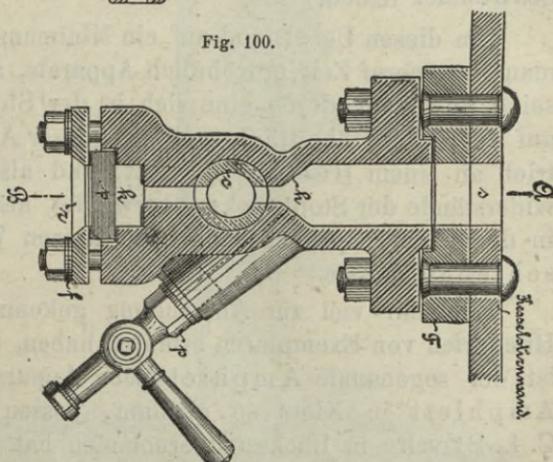
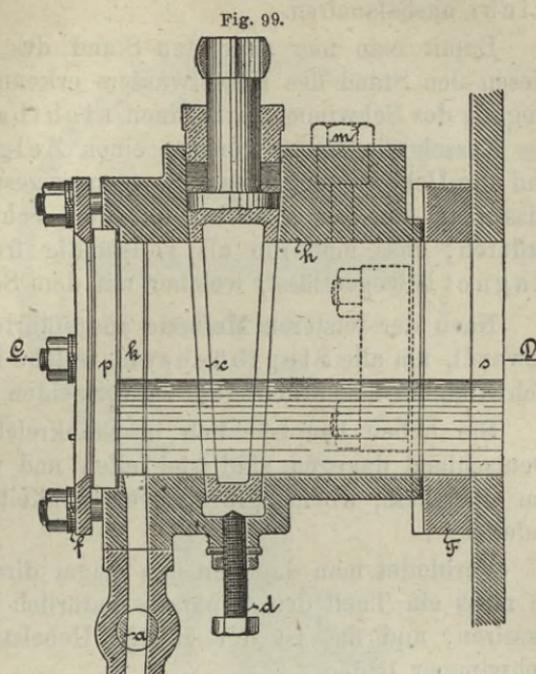
3^o Breite, 20^o Höhe). Auf diesen Stützen wird der Apparat geschraubt und aus der ganzen Construction ergibt sich der fernere Vortheil, dass die Anbringung des Apparates eine leichte, und von beschränkenden Factoren (wie z. B. bei anderen Wasserstandsapparaten) fast unabhängig ist.

Der Apparat hat, wie Fig. 98 zeigt, seitwärts 2 Probirhähne und so kann derselbe vollständig als vorschriftsmässiger Wasserstandsapparat gelten.

Wir haben seit fast 1 Jahre in unserem eigenen Betriebe (Versuchsstation des Magdeburger Dampfkessel-

Ueberwachungsvereins) einen solchen Apparat in fortwährender Thätigkeit und können bestätigen, dass sich derselbe in jeder Beziehung bewährt hat.

Die Glasplatte hat sich vollständig intact erhalten, sie ist aus Siemens'schem Hartglase, der Hahn *c* geht leicht und die Reinigung der Glasplatte mittels Bürste und etwas Soda in Wasser aufgelöst geht ohne jeden Anstand, nachdem Hahn *c* geschlossen und Hahn *a* geöffnet ist.



C. Der Schwimmer.

Der Schwimmer ist einer der ältesten Apparate zur Erkennung des Wasserstandes.

Er besteht entweder aus einem hohlen, gewöhnlich linsenförmigen Körper von dünnem Blech, welcher an und für sich schwimmt,

oder er besteht aus einem massiven Körper von Gusseisen oder Stein, und in diesem Falle muss man sein Gewicht durch ein Gegengewicht ausbalanciren.

Damit man nun aber den Stand des Schwimmers und durch diesen den Stand des Kesselwassers erkennen kann, muss jede Bewegung des Schwimmers auf einen sichtbaren, also ausserhalb des Kessels liegenden Körper, einen Zeiger, übertragen werden, und die Uebertragung dieser Bewegung geschieht entweder dadurch, dass man den Zeiger direct mit dem Schwimmer verbindet, oder dadurch, dass man ihn als vollständig freien Körper durch einen Magnet bewegen lässt, welcher mit dem Schwimmer verbunden ist.

Nach der letzteren Methode ausgeführte Apparate hat man angewandt, um alle Stopfbüchsen, welche leicht das freie Spiel des Schwimmers beeinträchtigen, zu vermeiden.

Sie haben hauptsächlich in Frankreich Eingang gefunden, in Deutschland dagegen sind sie selten und von uns nur angetroffen am Oberrhein, wo man ihre Zuverlässigkeit nicht rühmte und nicht tadelte.

Verbindet man dagegen den Zeiger direct mit dem Schwimmer, so muss ein Theil des Apparates natürlich eine Art Stopfbüchse passiren, und das ist der einzige Uebelstand, an welchem diese Schwimmer leiden.

Um diesen Uebelstand auf ein Minimum zu reduciren, verwendet man in neuerer Zeit gewöhnlich Apparate, an denen der Schwimmer seine Bewegung durch eine sich in der Stopfbüchse drehende Axe auf den Zeiger überträgt, weil bei dieser Art Transmission der Auftrieb an einem Hebelarm wirkt, und also leichter die Reibungswiderstände der Stopfbüchse überwindet, als wenn er dieselbe Stange in derselben Stopfbüchse um den ganzen Weg seines Spieles verschieben müsste.

Ein sehr viel zur Anwendung gekommener und, wie wir an Hunderten von Exemplaren erfahren haben, auch praktischer Apparat ist der sogenannte Amphlett'sche Apparat, von seinem Erfinder Amphlett in Kiew so genannt, dessen Herstellung die Firma C. L. Strube in Buckau übernommen hat.

Der Apparat besteht, wie Fig. 101 zeigt, aus einem grossen linsenförmigen Schwimmer, der an einer Stange befestigt ist, die durch ein gusseisernes Rohr geht und unten durch Winkelhebel mit 2 Dampfpfeifen, oben mit einem grossen Zeiger verbunden ist. Während beim Fallen und Steigen des Wasserstandes im Kessel der Schwimmer hoch und nieder geht, zeigt der Zeiger den Stand des Wassers an einer grossen Skala, welche weithin sichtbar ist, zugleich ertönt beim festgesetzten höchsten und tiefsten Wasserstande je eine Pfeife mit besonderem Tone.

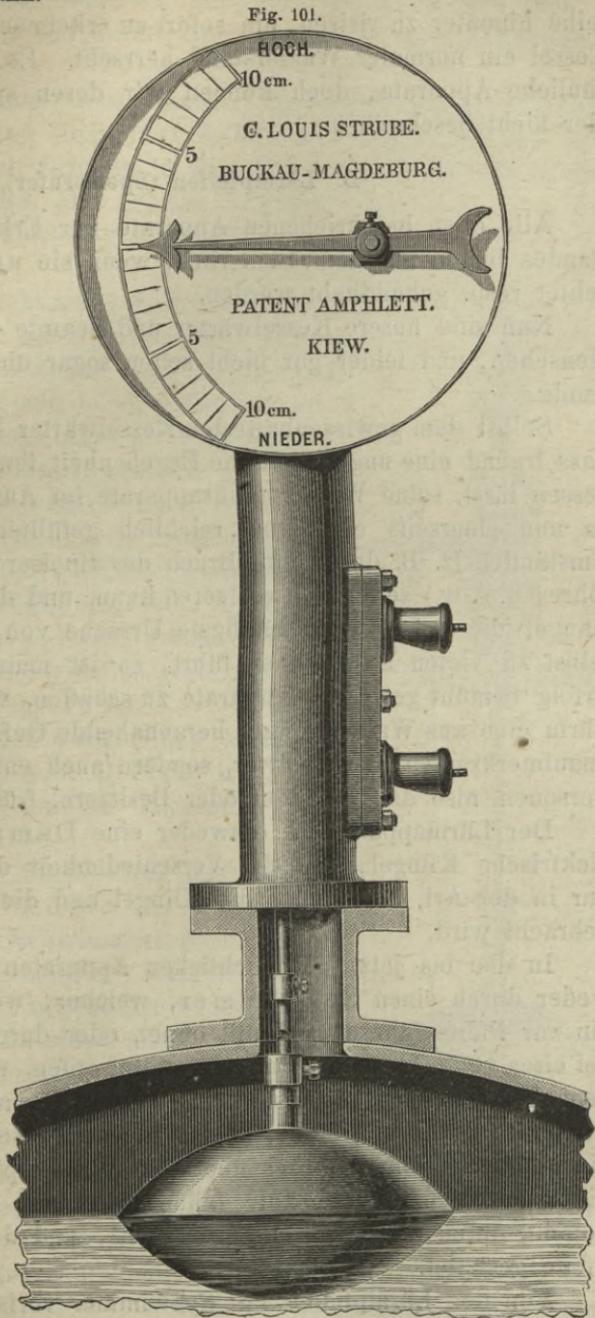
Neuerdings ist der Zeiger auch noch mit elektrischem Contact versehen, so dass der Stand des Wassers weit weg von dem Kessel signalisirt werden kann.

Nach unseren eigenen Beobachtungen ist der Apparat solide und brauchbar. Wir haben einen solchen Apparat fünf Jahre speciell beobachtet, innerhalb welcher Zeit derselbe niemals Störungen gezeigt oder Reparaturen veranlasst hat.

Mit den Wasserstandsglas-Apparaten verglichen, haben die Schwimmer den Nachtheil, dass sie sich möglicher Weise in der Stopfbüchse festklemmen und dann falsch zeigen, dagegen den Vortheil, dass ihr Stand von Weitem sichtbar ist, und dass sie durch Zugluft nicht so gefährdet sind als gewöhnliche Wasserstandsgläser.

Die letztere Eigenschaft macht sie sehr brauchbar zur Anwendung an Kesseln, welche im Freien oder nur nothdürftig unter Dach liegen, wie man solche Kessel in grosser Anzahl

auf den Eisenwerken antrifft; die erstere Eigenschaft dagegen macht sie sehr empfehlenswerth zur Anwendung in Kesselhäusern, in denen



eine grosse Anzahl Kessel nebeneinander, sozusagen in Reih und Glied liegen.

In letzterem Fall braucht der revidirende Beamte nur die Kesselreihe hinunter zu visiren, um sofort zu erkennen, ob und in welchem Kessel ein normaler Wasserstand herrscht. Es giebt übrigens viele ähnliche Apparate, doch können wir deren specielle Construction hier nicht beschreiben.

D. Lärmpfeifen (Speiserufer).

Alle oben beschriebenen Apparate zur Erkennung des Wasserstandes bieten nur dann Sicherheit, wenn sie unausgesetzt beobachtet resp. gehandhabt werden.

Nun sind unsere Kesselwärter und Beamte aber unvollkommene Menschen, und leider gar nicht selten sogar unwissend oder leichtsinnig.

Selbst dem gewissenhaftesten Kesselwärter kann aber begegnen, dass irgend eine ungewöhnliche Begebenheit ihn ausnahmsweise vergessen lässt, seine Wasserstandsapparate im Auge zu behalten; und da nun einerseits ein selbst reichlich gefüllter Kessel sich unter Umständen (z. B. durch den Bruch des Speiserohres oder Abblaserohres u. s. w.) sehr rasch entleeren kann, und da anderseits Wassermangel die bei Weitem häufigste Ursache von Reparaturen ist, ja selbst zu vielen Explosionen führt, so ist man mit Recht und mit Erfolg bemüht gewesen, Apparate zu schaffen, welche durch grossen Lärm eine aus Wassermangel herannahende Gefahr nicht allein dem unaufmerksamen Kesselwärter, sondern auch entfernter beschäftigten Personen, also den Beamten oder Besitzern, frühzeitig anzeigen.

Der Lärmapparat ist entweder eine Dampfpeife oder eine elektrische Klingel, und die Verschiedenheit der Apparate beruht nur in der Art, in welcher die Klingel und die Pfeife zum Lärmen gebracht wird.

In den bis jetzt gebräuchlichen Apparaten geschieht dies entweder durch einen Schwimmer, welcher, wenn er zu tief sinkt, ein zur Pfeife führendes Ventil öffnet, oder durch einen leicht (d. h. bei circa 100° C.) schmelzbaren Metallpfropfen, welcher bei genügendem Wasserstande stets mit (unter 100° C.) abgekühltem Kesselwasser in Berührung steht; bei zu tiefem Wasserstande aber (indem die Mündung seines Rohres über den Wasserspiegel tritt, und also die angezogene Wassersäule fallen lässt) mit Dampf in Contact kommt, durch diesen geschmolzen wird, und demselben Zutritt zur Pfeife gestattet.

Von den Lärmpfeifen mit Schwimmer verlangen wir, dass der Mechanismus möglichst einfach sei.

Wir verwerfen also die Lärmpfeifen, welche an den oben beschriebenen magnetischen Schwimmern angebracht sind, weil sie im

Dampfraum noch Hebel und Charniere enthalten, welche durch Verrosten bald untauglich werden, und erkennen allein denjenigen Schwimmerpfeifen Existenzberechtigung zu, an denen das Dampfventil ein Kugelventil und durch eine Stange mit dem Schwimmer fest verbunden ist.

Um die Einführung eines solchen sogenannten Speiserufers haben sich die Herren Schäffer & Budenberg in Buckau sehr verdient gemacht, wir bringen in Fig. 102 deren Construction, bemerken übrigens, dass alle grossen Armaturfabriken den Speiserufer in gleicher Construction anfertigen.

Der Apparat besteht aus dem Schwimmer *a*, der an einer Stange *e* hängt, diese geht frei in einem gusseisernen Stutzen *e*, welcher mit dem Flansch *g* auf einen auf den Kesselmantel angevieteten Stutzen verschraubt ist. Die Stange *e* trägt oben ein Kugelventil, welches die Oeffnung zur Dampfpeife *d* abschliesst. Sinkt der Schwimmer *a*, weil das Wasser unter den festgesetzten tiefsten Stand im Kessel gefallen ist, so öffnet das Kugelventil den Weg zur Pfeife und diese lärmt so lange, bis durch Speisen des Kessels der Schwimmer gestiegen und das Kugelventil geschlossen ist.

Durch den Händel *x* kann man jederzeit prüfen, ob der Apparat in Ordnung ist. Der Apparat ist einfach und in Tausenden von Exemplaren im Betriebe.

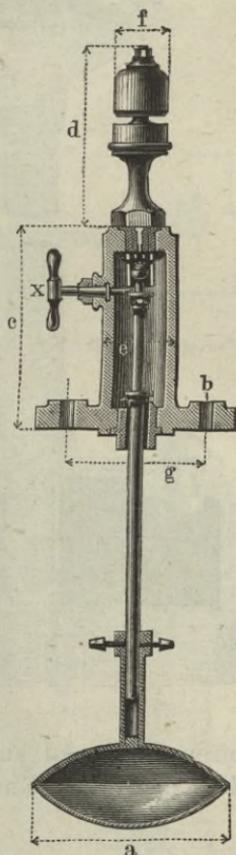
Solche Apparate functioniren ausgezeichnet, indem das Ventil durch die stetige geringe Bewegung des Schwimmers nicht allein vor Festklemmen geschützt, sondern auch wieder rein und dicht geschliffen wird, wenn sich fremde Körper zwischen Ventil und Sitz sollten eingeführt haben.

Wir verlangen von allen Schwimmerpfeifen, dass sie jederzeit auf ihre Wirksamkeit sollen geprüft werden können, und zu dem Ende ist nöthig, dass ein Händel angebracht sei, durch welchen man den Schwimmer niederdrücken und das Ventil öffnen kann.

Man hat nicht aufgehört immer neue Apparate zu construiren, welche wir unmöglich alle beschreiben können, wenn schon manche äusserst sinnreich sind.

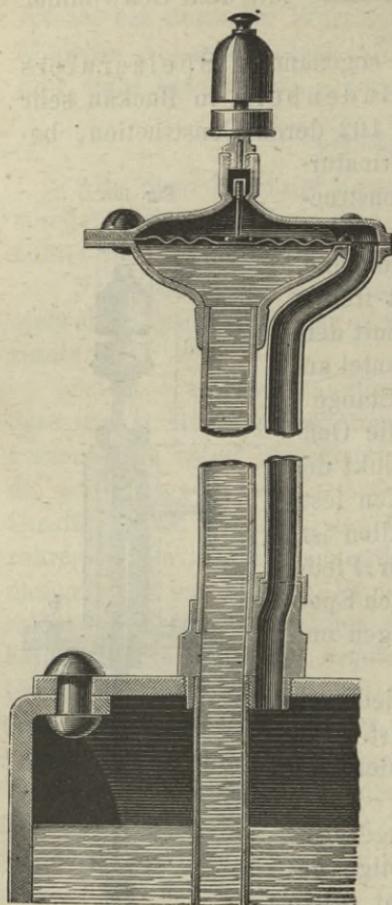
Jeder dieser Apparate hat seine Vorzüge und Nachtheile, keiner ist vollkommen.

Fig. 102.



Eines Apparats wollen wir wegen seiner besonderen Construction aber noch Erwähnung thun.

Fig. 103.



Dieser Apparat ist von einem Herrn Frank Millward in Cincinnati erfunden, und hat sich in Amerika und England rasch Eingang verschafft.

Er besteht im Wesentlichen aus einer gewellten federnden Metallplatte, genau von der Construction, wie sie in den Federmanometern von Schäffer & Budenberg vorkommt; eine Platte, welche, wenn keine äussere Kräfte auf sie einwirken, das zur Pfeife führende Dampfventil offen hält.

Im regelrechten Betriebe dagegen steht nur die obere Fläche der Platte mit Dampf, die untere dagegen mit Wasser in Berührung, und erst wenn der Wasserspiegel unter seinen festgesetzten Stand sinkt, tritt auch unter die Platte Dampf, entlastet also die Platte von der Wassersäule, welche unter ihr hing, hebt dadurch die Platte und das Ventil und bringt die Pfeife zum Lärmen.

Durch einen Hahn ist man im Stande, das Wasser unter der Platte jederzeit zu entfernen, den Apparat also auf seine Wirksamkeit zu probiren,

während anderseits alle Mechanismen fehlen, durch welche der Apparat in Unordnung gerathen könnte.

E. Sicherheitsapparate

mit schmelzbarem Metallpfropfen.

Im industriellen und technischen Publikum hat man diejenigen Apparate, welche den unter den festgesetzten tiefsten Wasserstand gefallenen Wasserstand signalisiren, allgemein mit dem Namen „Speiserufer“ belegt. Sie melden durch Klingel oder Dampfpeife an, dass der Kessel gespeist werden muss (sie rufen zum Speisen), wobei keineswegs an einen bereits bevorstehenden gefährlichen Zustand durch Wassermangel zu denken ist.

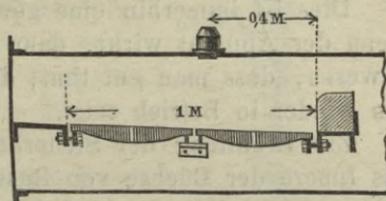
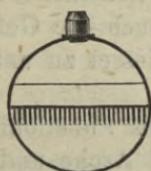
Abweichend bezeichnet man diejenigen Apparate, welche den nahe bevorstehenden gefährlichen Zustand (zu niedrigem Wasserstand oder zu hohem Druck) angeben, sehr richtig mit dem Namen „Sicherheitsapparate“.

Jene mahnen den Heizer die vergessene Speisung des Kessels sofort nachzuholen, diese veranlassen wegen nahender Gefahr zur Vorsicht und zur Ausführung besonderer Arbeiten, um sie abzuwenden.

Obleich es mancherlei Arten von Sicherheitsapparaten giebt, so wollen wir doch nur diejenigen näher beschreiben, welche eine vielfache Anwendung gefunden haben. Es sind dies sämtlich Apparate, welche schmelzbares Metall anwenden.

Der einfachste Apparat ist der von Fletcher (Oberingenieur der Dampfkessel-Ueberwachungsgesellschaft in Manchester) empfohlene, welchen die Firma Schäffer u. Budenberg in der

Fig. 104.

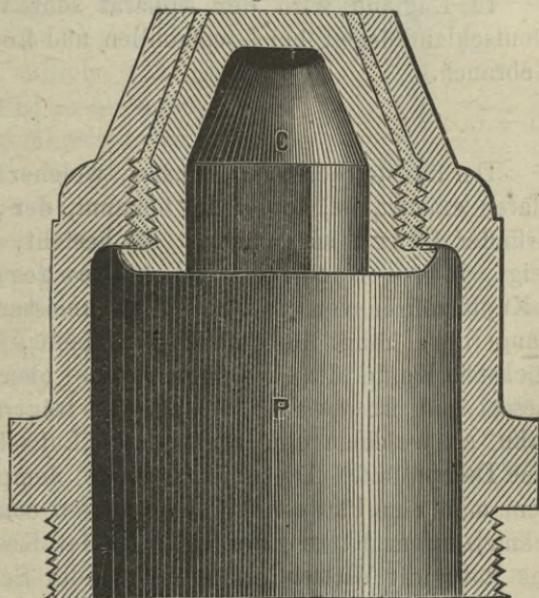


beistehend gezeichneten Art (Fig. 104) ausführt.

Man schraubt in die über dem Roste liegende Feuerplatte (Fig. 104) etwa 0^m4 von der

Fig. 105.

Feuerbrücke entfernt eine Rothgussbüchse *P* (Fig. 105) ein, welche oben offen ist und einen conischen Ansatz, sowie im Innern ein gerades Stück Gewinde trägt. Die Büchse *P* wird vom Innern des Kessels aus eingeschraubt und verdichtet und ragt etwa 40 bis 65 ^{mm} über der Oberkante der Feuerplatte in den Wasser- raum hinein.



Bei Locomobilen und Locomotiven schraubt man die Büchse in die Decke der Feuerkiste. Nun nimmt man einen kleinen, inwendig hohlen Stöpsel *C* von Rothguss und schraubt ihn in den conischen Ansatz der Büchse *P* und

zwar vom Roste aus. Dieser Stöpsel ist, wie man aus Fig. 105 ersieht, mit einer recht dünnen Schicht leicht schmelzbaren Metalles umgeben, er wird ohne Weiteres durch das feste Anschrauben dicht, weil das schmelzbare Metall weich ist und nachgiebt.

Sinkt nun der Wasserstand so tief, dass der Ansatz der Büchse ein Stück aus dem Wasser herausragt, so fängt der Metallüberzug an zu schmelzen, weil die Hitze der Feuergase in den Hohlraum hineintritt. Ist das Metall weich genug geworden, so schleudert der Dampfdruck den Stöpsel *C* heraus und nun bläst der Dampf ins Feuer und löscht es aus.

Die Gefahr ist dadurch beseitigt, aber der Kessel bläst vollständig ab und erst dann, wenn dies vollständig erreicht ist, kann man einen neuen Stöpsel einschrauben und zwar von aussen.

Dies ist immerhin eine gewisse Schwäche des Apparates, aber wenn der Apparat wirkt, dann ist auch die Gefahr schon so nahe gewesen, dass man gut thut, den Kessel zu untersuchen, ehe man ihn wieder in Betrieb setzt.

Zur Erhaltung der Sicherheit des Functionirens ist es nöthig, das Innere der Büchse von Russ und Asche und das Aeussere von Schlamm und Kesselstein frei zu halten.

Dieser Sicherheitsapparat, von welchem Fig. 105 in natürlicher Grösse die grösste Sorte zeigt, wird in kleinen und grossen Dimensionen, für jede Kesselgrösse passend, ausgeführt.

In England wird der Apparat sehr viel angewandt, auch in Deutschland ist er bei Locomobilen und Locomotiven mannigfach in Gebrauch.

Der älteste Sicherheitsapparat, welcher in Tausenden von Exemplaren existirt, ist, soviel uns bekannt, der „Black'sche (nach dem Erfinder Black so genannt). Er besteht, wie die Fig. 106, S. 201 zeigt, in der Schäffer und Budenberg'schen Ausführung aus 2 Kupferröhren von etwa 35^{mm} Durchmesser. Das untere Stück (Einhängerrohr) hängt in den Kessel hinein, bis etwa 40^{mm} über der höchsten Kante der Feuerzüge. Das obere Ende steht auf dem Kessel und ist etwa 1^m50 lang. Es trägt am Ende einen Absperrhahn, an welchem eine sogenannte „Luftschlange“ befestigt ist und eine Dampfpeife. Diese letztere wird dampfdicht eingeschraubt, indem man eine Platte oder einen hohlen conischen Stöpsel aus leicht schmelzbarem Metall unterlegt. Ist der Kessel im Betriebe, so ist das Rohr mit Wasser gefüllt und in der Schlange sammelt sich die Luft aus dem Wasser. Sinkt der Wasserspiegel unter die Oeffnung des Einhängerrohres, so bleibt anfangs ein kleiner Kegel von Wasser (wie eine Wasserhose) stehen, welcher das Rohr vor dem Eintritte der Dampfblasen verschliesst. Derselbe reisst aber bei weiterem

Fallen des Wassers bald ab, und nun streichen die Dampfblasen in das Rohr und das Wasser fällt heraus. Der schmelzbare Pflock wird heiss, schmilzt endlich, und nun ertönt die Dampfpeife, bis der Hahn geschlossen ist. Um letzteres zu ermöglichen, muss Schnur und Siegel, mit welchen der Hahnschlüssel befestigt ist, um einem Missbrauche vorzubeugen, durchgeschnitten werden.

Der Black'sche Apparat hat schon vielen Nutzen gestiftet und manche ernste Gefahr im Entstehen signalisirt und verhütet, aber er kann dies nur, wenn er regelmässig nachgesehen und gereinigt wird, denn wenn sich Schlamm in dem Rohre festsetzt und das schmelzbare Metall einhüllt, so kann es nicht rechtzeitig und nicht vollständig schmelzen und dem Dampfe Eintritt in die Pfeife gewähren. Auch dies ist schon sehr oft passirt und thörichter Weise ohne Weiteres dem Apparate statt der mangelhaften Bewartung vorgeworfen.

Seit einigen Jahren ist nun ein Sicherheitsapparat construirt und dem Herrn Richard Schwartzkopff in Berlin patentirt, welcher nicht allein den Wassermangel, sondern auch einen etwa entstandenen zu hohen Dampfdruck anzeigt und zwar mittels elektrischer Klingeln, welche gleichzeitig an allen Controlstellen (z. B. Bureau, Werkführerzimmer, Portierbude, Nachtwächterstube u. s. w.) ertönen.

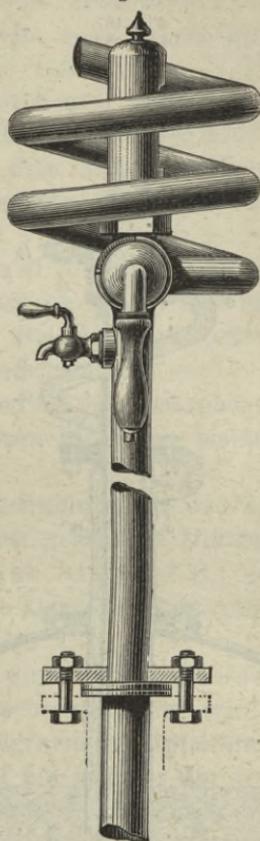
Der Apparat soll melden:

1. den Wassermangel im Betriebe, bei Unterschreitung der polizeilich vorgeschriebenen Marke für den niedrigsten Wasserstand;
2. den Wassermangel beim Anheizen des Kessels, ehe die Bleche glühend werden;
3. die Ueberschreitung der höchsten zulässigen Spannung, wenn der Concessionsdruck um 0,5 bis 1 Atmosphäre überschritten wird;
4. Ueberhitzungen im Kesselwasser bei forcirtem Betriebe, zu hohem Salz- oder Schlammgehalt.

Die meisten sonst gebräuchlichen Kesselsicherheitsapparate reagiren entweder nur auf den Wassermangel oder auf Drucküberschreitung.

Sobald eine der unter 1. bis 4. genannten Unregelmässigkeiten eintritt, schmilzt eine im Innern des Apparates angebrachte Metalllegirung. Das schmelzende Metall stellt einen Contact her zwischen

Fig. 106.



den beiden isolirten Einsatzdrähten. Hierdurch ertönen im Kesselhaube und auf den übrigen Controlstellen die Alarmglocken, so lange bis der Apparat ausgeschaltet und der Kessel in Ordnung gebracht ist.

Fig. 107.
Längsschnitt.

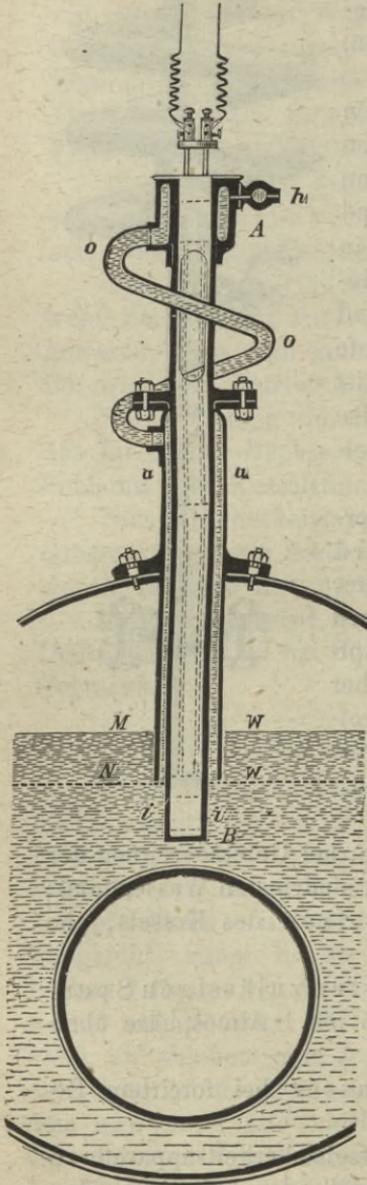


Fig. 108.
Einsatzdrähte (sog. Kette).



Fig. 109.
Schnitt des Obertheils A $\frac{1}{3}$ natürl. Grösse.

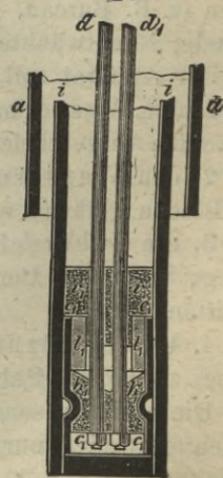
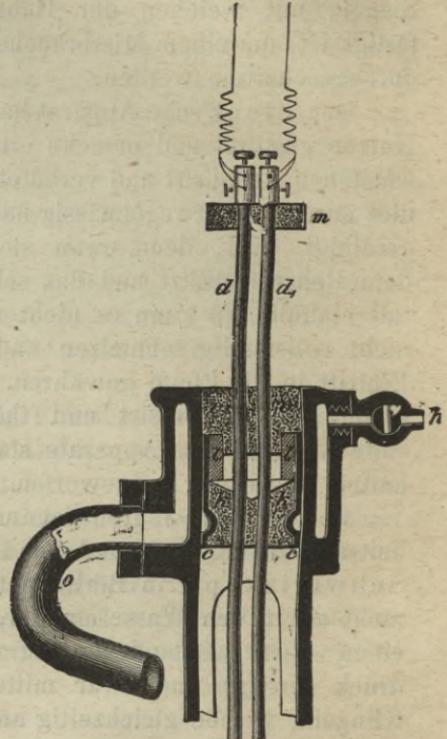


Fig. 110.
Schnitt des Untertheils B $\frac{1}{3}$ natürl. Grösse.

Die Construction und Wirkungsweise des Apparates soll durch folgende Beschreibung ersichtlich gemacht werden.

Der Apparat besteht aus zwei concentrischen Röhren *a* und *i*, welche fest mit einander verbunden und durch einen Flansch in geeigneter Weise auf dem Kessel befestigt sind. — Das innere Rohr *i* ist unten geschlossen und oben offen und geht in einem Stück durch von *A* bis *B*. Das äussere Rohr *a* ist oben geschlossen und unten offen und reicht bis zum Niveau *NW* des niedrigsten zulässigen Wasserstandes in den Kessel herab.

Es bildet sich also zwischen diesen beiden Rohren ein ringförmiger Hohlraum. Ein ebensolcher befindet sich in dem doppelwandigen Kopfe *A*. Beide Ringräume sind durch das kupferne Schlangenrohr *o* mit einander verbunden.

Befindet sich der Wasserstand im Kessel in mittlerer Höhe *MW*, so wird vor dem Anheizen das Wasser im Kessel und im Ringraume des Apparates gleich hoch stehen. Bei dem geringsten Ueberdruck aber wird es in letzterem emporgedrückt und wird — wenn man den Lufthahn *h* geöffnet hat — schon bei $\frac{1}{5}$ Atmosphäre durch das Schlangenrohr aufsteigend den ganzen Ringraum bis in den Kopf erfüllen.

Dieses Wasser kühlt sich durch Wärmeausstrahlung ab, und es bleibt erfahrungsmässig bei den für den Apparat gewählten Dimensionen der Kopf des Apparates *A* kühler als 100° C., so lange derselbe mit Wasser erfüllt ist, d. h. so lange das Eintauchrohr im Kessel durch Wasser verschlossen ist.

Sobald aber im Kessel der Wasserstand unter das Niveau *N, W* sinkt, also die untere Oeffnung des Aussenrohrs *a* frei wird, fällt der gesammte Kühlwasserinhalt aus dem Ringraum des Apparates in den Kessel zurück, und es tritt dafür Dampf ein mit der der jeweiligen Kesselspannung entsprechenden Temperatur. Hierdurch erhitzt sich in wenigen Secunden der Kopf *A* des Apparates wesentlich über 100° C., und diese Veränderung wird benutzt, um das Signal für beginnenden Wassermangel zu geben.

In das Innenrohr ist ein Einsatzkörper, die sogenannte „Kette“ (Fig. 108), eingeschoben. Diese „Kette“ besteht aus 2 starken Kupferdrähten *d d*, welche durch aufgeschobene Serpentinsteine *m* und *v* von einander isolirt und zugleich zu einem für sich hantirbaren Körper verbunden sind. Diese Drähte werden in der üblichen Weise in eine elektrische Signalleitung eingeschaltet. In Höhe des Kopfes *A* befindet sich auf der „Kette“ eine Büchse *c* aus Messingrohr (vergl. Fig. 109), deren trichterförmiger Boden *k* und Verschlussdeckel *v* aus isolirendem Schieferstein gebildet ist. In diese Büchse wird ein Ring eingelegt aus einer Metallegirung, welche bei 104° C. schmilzt.

In normalem Zustande liegt also dieser Ring um die Drähte *d d* herum, ohne sie zu berühren; dieselben sind vielmehr vollständig isolirt.

Sobald aber, wie vorbeschrieben, durch Wassermangel im Kessel der Kopf *A* des Apparates über 100° C. erhitzt wird, schmilzt

der Ring l , der erste abschmelzende Tropfen geht nach dem tiefsten Punkte des trichterförmigen Bodens der Büchse und stellt hier einen metallischen Contact her zwischen den beiden bis dahin isolirten Drähten und setzt so die Alarmglocken im Kesselhause, Bureau, Portier- oder Wächterhause u. s. w. in Bewegung.

Da hierbei weder Dampf noch Wasser aus dem Apparate austritt, so kann man sofort, mitten im Betriebe des Kessels, die Einsatzdrähte herausziehen, das geschmolzene Metall ausgiessen und einen neuen Ring einsetzen und hat — sobald der Wasserstand im Kessel wieder in normaler Höhe und der Kopf A des Apparates abgekühlt ist, Alles wieder im functionsfähigen Zustande.

Am untersten Ende der Einsatzdrähte (Fig. 107 und 108) bei B ist nun eine ebensolche Schmelzbüchse angebracht, wie die oben beschriebene; dieselbe ist in Fig. 110 in $\frac{1}{3}$ natürlicher Grösse dargestellt. Da sich dieses untere Ende B des Messingrohres dauernd im Kesselwasser befindet, so nimmt es auch dessen Temperatur an; dasselbe thut die untere Schmelzbüchse und der in diese eingelegte Legirungsring l_1 .

Man verwendet hierfür einen Ring, dessen Schmelztemperatur mindestens 1 Atmosphäre über der Concessionsspannung liegt, z. B. für einen auf 4 Atmosphären concessionirten Kessel einen unteren Ring von 159°C .

So lange nun die zulässige Spannung nicht überschritten wird, hält sich der untere Ring unverändert und die Einsatzdrähte bleiben isolirt.

Sobald aber der Druck im Kessel die Concessionsgrenze übersteigt, wird der untere Ring weich und stellt in der vorbeschriebenen Weise den Contact her, wodurch die Lätewerke auf den verschiedenen Stationen in Thätigkeit gesetzt werden.

Das untere Ende B des Messingrohres befindet sich — wie in Fig. 107 angedeutet — in der Nähe der feuerberührten Theile des Kessels. Wird dieser also trocken angeheizt (ohne dass sich irgend welches Wasser darin befindet), so kommt durch die strahlende Wärme der Feuerplatten der untere Ring ebenfalls zum Schmelzen, und zwar, wie durch directe Versuche erwiesen ist, wenn die Feuerbleche eine Temperatur von 250 — 300°C . angenommen haben, also lange bevor dieselben glühend werden, was bekanntlich erst bei 525°C . beginnt.

Wenn das Kesselwasser durch Salz- oder Schlammgehalt, durch forcirten Betrieb über diejenige Temperatur erhitzt wird, welche unter normalen Verhältnissen dem jeweiligen Drucke entspricht, so wird der untere Ring ebenfalls erweichen und das Alarm-signal veranlassen, sobald seine Schmelztemperatur im Wasser erreicht und hierdurch ein gefahrdrohender Zustand eingeleitet ist.

Diese vier Functionen versieht der Apparat mit grosser Genauigkeit, ohne dass dabei der Betrieb irgendwie gestört wird.

Schmilzt z. B. ein Ring, so schaltet man die Kette aus, zieht dieselbe heraus, entfernt den geschmolzenen Ring und setzt einen neuen ein, was alles während des Betriebes in 5 Minuten geschehen kann. Sobald der ordnungsmässige Zustand des Kessels wieder hergestellt ist, wird die Kette wieder eingehängt und eingeschaltet. — Die Genauigkeit der Einsatzringe wird durch die Kaiserliche Normal-Aichungs-Commission geprüft.

Auf einen Punkt ist noch aufmerksam zu machen: Es kann nämlich nach längerer Betriebszeit eine geringe Veränderung in der Beschaffenheit der Ringe eintreten, wodurch mitunter auch ein Schliessen der Leitung bewirkt wird. Das Klingeln ist dann jedoch so leise und unterscheidet sich von dem, welches bei einer Unregelmässigkeit ertönt, so bedeutend, dass man sich dadurch nicht weiter stören lässt.

Als Beweis für die Empfindlichkeit des Apparates diene folgendes Beispiel: Ein Kessel wurde abgestellt, das Feuer herausgerissen und das Wasser abgeblasen. Nach mehreren Stunden klingelte der Apparat und zwar durch die Einwirkung des noch nicht genügend abgekühlten Mauerwerks.

Uebrigens sollen zur Zeit über 1000 derartige Apparate im Betriebe sein und bei den von uns beobachteten und speciell seit 3 bis 4 Jahren wiederholt und eingehend geprüften Apparaten haben wir Klagen oder Schwierigkeiten nicht gehört.

Alles in Allem genommen halten wir Lärmpfeifen und Sicherheitsapparate für sehr wesentliche Ausrüstungsgegenstände und wollen dieselben zur ganz allgemeinen Anwendung bestens empfohlen haben.

Der Einwurf, welchen man gegen ihre Anwendung macht, nämlich der, dass sie den Kesselwärter zu sicher, sorglos und unaufmerksam zu machen fähig seien, steht auf derselben Höhe mit der Forderung gewisser Politiker, welche alle Festungen geschleift wissen wollen, damit Regierung und Heer in falscher Sicherheit nicht einschlafen.

Wir haben es niemals recht begreifen können, dass die Gesetzgebung, trotzdem es amtlich feststeht, wie viel Betriebsstörungen, wie viele grosse und kleine Reparaturen durch Wassermangel entstehen, und trotzdem bekannt ist, dass eine sehr grosse Zahl von gefährlichen Zuständen im Dampfkesselbetriebe durch Wassermangel entstehen, ja dass alljährlich aus Wassermangel viele Kessel explodiren, dass die Gesetzgebung nicht die Beschaffung eines solchen Apparates (Lärmpfeife oder Sicherheitsapparat) vorschreibt. Es giebt unter diesen Vorrichtungen durchaus brauchbare und eine Belästigung der Industrie ist vollständig ausgeschlossen, da die Anschaffungskosten nur gering sind.

DRITTER ABSCHNITT.

Zubehör zur Kesselanlage.

§ 1. Der Wasserabscheider und der Ueberhitzer.

Aller gesättigter Dampf enthält mehr oder weniger Wasser beigemischt, und wünschenswerth, sowohl aus Gründen der Oeconomie als des ruhigen Maschinenganges ist, dieses Wasser aus dem Dampfe zu entfernen.

Dieser Zweck ist im Allgemeinen auf zweierlei Weise zu erreichen: nämlich einmal dadurch, dass man das Wasser als solches ausscheidet und, am besten, wieder zurück zum Kessel führt; und zweitens dadurch, dass man dem Dampfe noch nachträglich Wärme zuführt, und dadurch das im Dampfe enthaltene Wasser verdampft.

Die Apparate, durch welche man diesen Zweck erreicht, nennt man im ersteren Falle „Wasserabscheider“, im letzteren „Ueberhitzer“, und in beiden Fällen „Dampftrockner“.

Von den Ueberhitzern ist bereits oben bei Gelegenheit der Schiffskessel die Rede gewesen. Mustergültige Constructionen dieser Apparate für stationäre Kessel sind uns nicht bekannt; vielmehr waren die meisten Constructionen, welche wir in der Praxis antrafen, ziemlich verfehlt zu nennen, und nur wenige waren als brauchbar für gewisse Verhältnisse anzusehen.

Der eine Constructeur hängt beispielsweise gusseiserne Röhren dicht unter das Gewölbe des Fuchses, und führt in diesen Röhren den Dampf im Fuchse mehrere Male hin und zurück (eine ziemlich verbreitete Construction), ehe er zur Verwendung gelangt.

Die Wahl von Gusseisen als Material zu diesen Röhren kann man im Interesse der Dauer nur billigen. Im Uebrigen aber liefert die Anlage einen ausserordentlich geringen Nutzeffect, d. h. man bedarf eines ausserordentlich langen Fuchses und sehr grosser Heizfläche, damit der Dampf wirklich überhitzt werde, — denn die meisten Heizgase kommen gar nicht in Berührung mit dem Ueberhitzer, sondern ziehen weit unter demselben ungehindert in den Schornstein.

Ein anderer Constructeur heizt direct den Dom und den Dampfraum der Kessel.

Diese Methode scheint, auf stehende Kessel angewandt, gefahrlos zu sein; vor ihrer Anwendung auf liegende Kessel muss man warnen, weil sie unter Umständen im höchsten Grade explosionsgefährlich sein dürfte (vergl. Schiffskessel).

Eine dritte Methode der Dampfüberhitzung haben wir ebenfalls bereits, und zwar auf Tafel 19, kennen gelernt; und eine vierte Methode in der Durchführung der Feuerröhren durch den Dampfraum (vergl. Tafel 9 und den Holzschnitt Figur 56).

In neuerer Zeit fängt die Technik an, sich mehr und mehr der Vortheile der Verwendung von überhitztem Dampfe zu chemisch-technischen Zwecken zu bedienen und in Folge dessen sind viele Constructionen von Ueberhitzern entstanden.

Ganz schwach überhitzter Dampf (getrockneter) findet hauptsächlich da eine praktische Anwendung, wo man ihn zum Betriebe von Dampfmaschinen verwenden will. Diesen Zweck verfolgt der Dampfüberhitzer von M. Gehre in Düsseldorf. Die patentirte Construction besteht in der Verwendung eines Röhrensystems, aus engen Röhren von Schmiedeeisen zusammengesetzt, welches im letzten Feuerzuge aufgehängt ist. Der Dampf tritt durch ein selbstthätiges Rückschlagventil in das Rohrsystem und von da offen in das Dampfrohr.

Das Rückschlagventil verhindert die Verbindung des Dampfes im Apparate mit dem Dampf- und Wasserraume des Kessels.

Nach einigen von uns angestellten Versuchen arbeitete der Apparat recht gut. Bei einem Zweiflammrohrkessel fanden wir dabei die überraschende Erscheinung, dass bei schwachem Betriebe der Dampf etwa 30° überhitzt wurde, während bei starkem, forcirtem Betriebe die Ueberhitzung nicht 1 Grad betrug und zwar weil beim forcirten Betriebe soviel Wasser übergerissen wurde, dass der Dampf gesättigt blieb. Das mitgerissene Wasser wurde aber im Apparat verdampft, und den entsprechenden Nutzen fanden wir im verminderten Kohlenverbrauch wieder.

Stark überhitzter Dampf ist kaum anders zu erzielen, als dass man das Rohrsystem selbstständig befeuert. Die Verwendung des stark überhitzten Dampfes ist eine sehr vielfache, nämlich zur Herstellung von wässerigen Lösungen aus festen Körpern, zur Destillation von Fettsäuren, Mineralölen, Glycerin u. s. w., zur gleichmässigen raschen Erhitzung von Flüssigkeiten, z. B. Seifenlauge, Firniss, Maische und Bierwürze u. s. w.

Uns ist es immer unbegreiflich geblieben, dass man sich dem Gebrauche des überhitzten Dampfes nicht mehr zugewendet hat, und wir können keinen andern Grund dafür finden, als dass eine praktische und haltbare Construction für den Apparat bis jetzt noch nicht gefunden ist.*)

Was die Wasserabscheider betrifft, so sind dies gewöhnlich grössere Gefässe, welche der Dampf passiren muss, und welche durch eine ebene Querwand, die indess von den Gefässwänden etwas entfernt blieb, in zwei Kammern getheilt wird.

*) Wir verweisen auf eine Abhandlung von L. Ramdohr in der Wochenschrift für Brauerei 1887. Nr. 45 u. 46.

Hauptprincip ist, das Gefäss so gross herzustellen, dass der Dampf in demselben möglichst zur Ruhe gelangen und in diesem

Fig. 111.

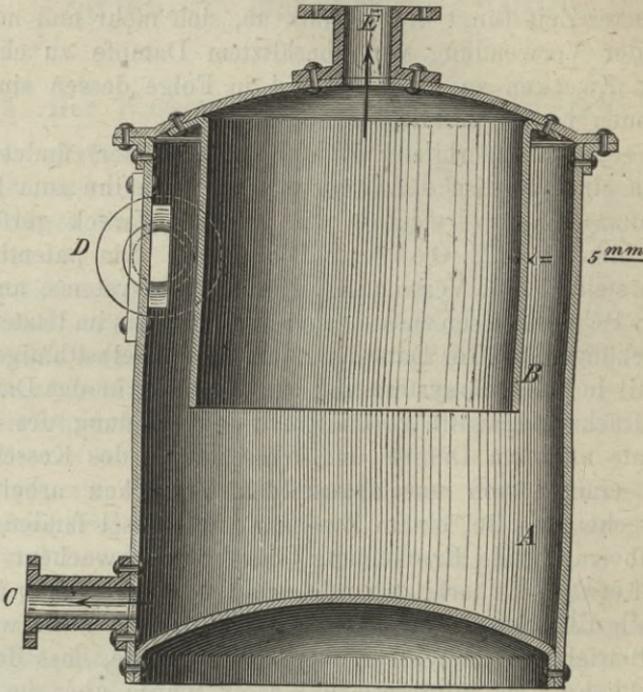
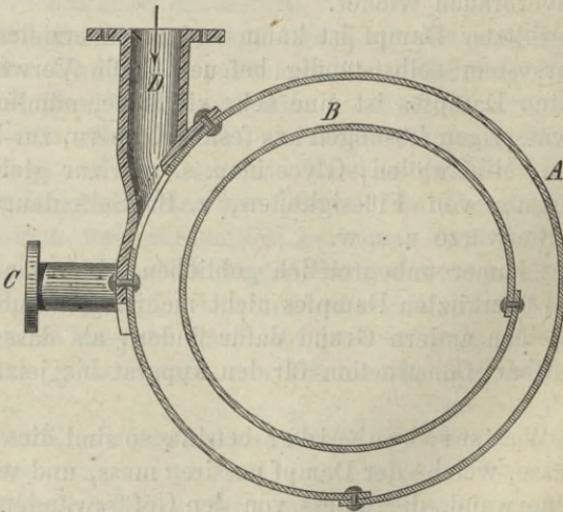


Fig. 112.



Zustande sein Wasser fallen lassen kann, und der Zweck der ebenen Wand, die das Gefäss in 2 Kammern theilte, besteht darin, zu ver-

hindern, dass sich trotz der Grösse des Gefässes in demselben ein directer Dampfweg von der Eintritts- zur Austrittsöffnung bildet.

In neuerer Zeit baut man mehrfach Wasserabscheider, in denen der Dampf durch Centrifugalkraft abgeschieden wird.

Der gewöhnlich angewandte einfachste Wasserabscheider ist durch begedruckte Holzschnitte Figur 111 und 112 S. 208 im Vertical- und Horizontalschnitt dargestellt.

Er besteht aus einem stehenden cylindrischen Gefäss *A*, in welches ein zweiter unten offener Cylinder *B* eingehängt ist.

In den ringförmigen Raum zwischen beiden Cylindern tritt der Dampf durch das Rohr *D* tangential ein, und rotirt also in dem ringförmigen Raume, wobei, getrieben durch die Centrifugalkraft, die Wassertheilchen sich nach aussen bewegen, an den Wänden des Gefässes *A* absetzen und herniederrinnen, um durch das Rohr *C* einem der Kessel wieder zuzufliessen, während der vom Wasser befreite Dampf bei *E* aus dem Innern des Cylinders *B* entnommen wird.

Damit aber durch *C* das Wasser wirklich abfliesse, und nicht etwa Dampf aus dem Kessel in den Apparat eintrete, ist nothwendig, dass das an den Stutzen *C* zu befestigende Rohr bis unter den Wasserspiegel des betreffenden Kessels geführt werde.

Besteht die Anlage aus mehreren Dampfkesseln, so schaltet man den Apparat in das gemeinschaftliche Dampfrohr ein, und verbindet *C* mit mindestens zwei Kesseln dergestalt, dass das abgeschiedene Wasser immer mindestens für einen Kessel nutzbar gemacht werden kann, wenn der andere in Reinigung oder Reparatur sich befindet. Ein Rückschlagventil ist dabei anzubringen.

Besteht die Anlage dagegen aus nur einem Dampfkessel, dann lässt man den Apparat direct auf den Kessel nieten, so dass er also dann anscheinend einen zweiten Dom bildet (vergl. Taf. 3 u. 4).

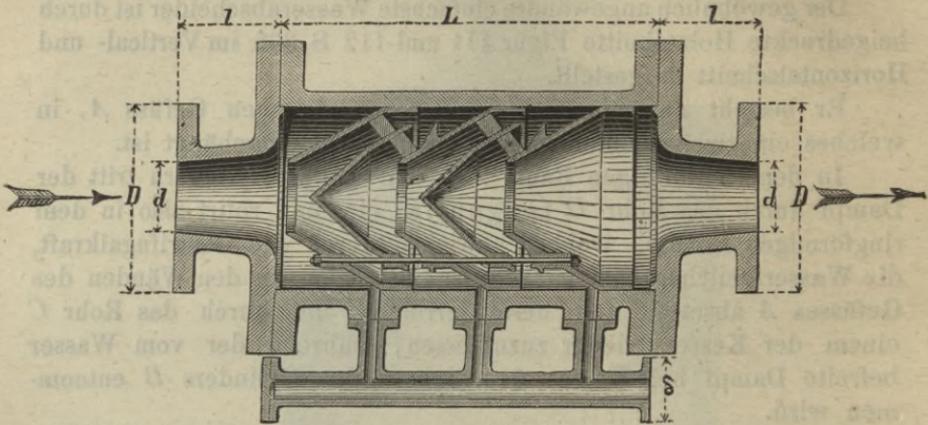
Für Wasserröhrenkessel ist, wie wir schon bei Beschreibung der Kesselsysteme angedeutet haben, eine Trennung von Wasser und Dampf aus dem erzeugten Gemisch geradezu Lebensfrage. Die meisten der neueren Kesselconstructions dieses Systemes machen dazu die Anbringung von 1 oder 2 grossen und weiten Dampfsammlern nöthig. Der Apparat, welcher den Gebr. Steinmüller patentirt ist, scheint uns zur Zeit als der beste zu gelten. Indessen glauben wir, dass er bei forcirtem Betriebe ebenfalls, wie manche andere Apparate, versagt.

Walther & Co. verwenden bei ihrem Root'schen Kessel den umstehenden Apparat „Patent Ehlers“ Fig. 113, S. 210.

Dieser Apparat, welcher auch von der Firma Schäffer & Budenberg in Buckau fabricirt wird, besteht aus einem Mittelkörper *L*, an welchem vorne und hinten 2 conische Verbindungsstutzen *l* angeschraubt sind. In den Mittelkörper *L* sind conische Einsätze lose

eingbracht, welche durch eine Schraube zusammengehalten werden. Unter dem Mittelkörper hängt ein Rohr δ , welches zur Abführung des Wassers dient.

Fig. 113.



Der Apparat lässt sich in jedes Dampfrohr einschalten und wirkt im Allgemeinen recht gut.

Selbstverständlich sind diese Wasserabscheider sehr sorgfältig vor Wärmeverlusten zu schützen (s. die Wärme schlecht leitende Einhüllungsmassen, Abschnitt: Abkühlungsfläche des Kessels), damit sich in ihnen aus dem Dampfe durch Condensation nicht noch mehr Wasser bilde, — ein Vorgang, welcher die Wirkung des Apparates natürlich beeinträchtigen müsste.

Die Wirkung aller Wasserabscheider ist keine absolut vollkommene; ganz trockner Dampf ist vielmehr ausschliesslich durch Ueberhitzung zu erlangen.

§ 2. Der Condenswasserableiter.

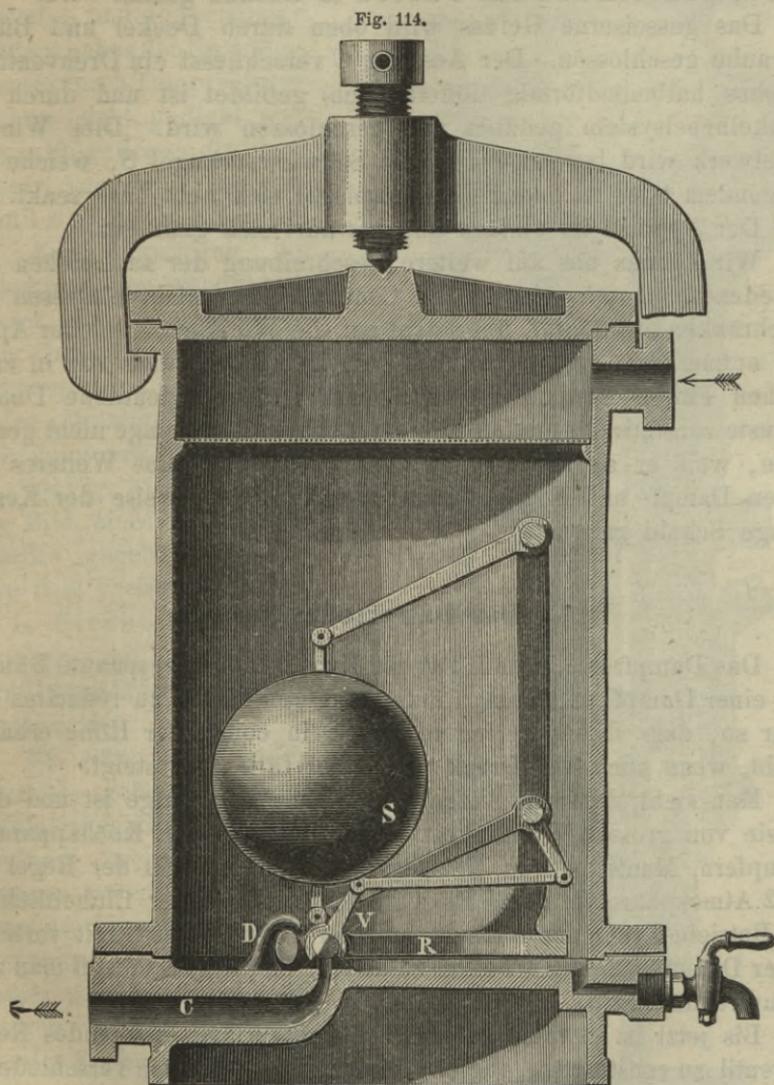
Wenn man durch Wasserabscheider mitgerissenes Wasser aufgefangen hat, oder aus Dampfrohrleitungen an den tiefsten Punkten continuirlich mitgerissenes Wasser, oder solches, welches sich durch Condensation gebildet hat, weglaufen lassen wollte, so würde das sehr wenig ökonomisch sein. Das Wasser ist auf die Dampftemperatur erhitzt und es kann gar nicht ausbleiben, dass nicht allein das Wasser, sondern auch noch Dampf mit fortgeht, denn Ventile und Hähne kann man nicht continuirlich in der Hand haben, um deren Querschnittsöffnungen immer so zu stellen, dass gerade nur Wasser und nicht Dampf fortgeht.

Zu diesem Zwecke hat man sogenannte Condensationswasser-Ableiter construirt, welche die Bestimmung haben, selbstthätig das angesammelte Wasser auszuspeien und an bestimmte Stelle zu fördern.

Handelt es sich um kleinere Mengen von Wasser, z. B. bei

Dampfmaschinen, kleinen Dampfapparaten, so pflegt man Apparate einfacher Art anzuwenden, welche auf der verschiedenen Ausdehnung von Röhren bei verschiedenen Temperaturen (Dampf und Wasser) beruhen. In jedem Preiscurante von Armaturfabriken kann man die mannigfaltigsten Constructions finden.

Will man grössere Quantitäten Wasser abführen, so wählt man die sogenannten Condensationstöpfe, wovon es eine Menge Constructions giebt. In der Regel besteht letztere in einem gusseisernen



Gefässe, mit aufgeschrobenem Deckel, von 0^m3 bis 0^m5 Weite und von 0^m5 bis 1^m Höhe, in welches das angesammelte Wasser, sowie der nachströmende Dampf eintreten. Im Innern des Gefässe schwimmt

auf dem Wasser ein leichter Topf, welcher das Ausgangsrohr verschliesst. Steigt das Wasser im Gefässe nach und nach so hoch, dass es oben in den offenen Topf einfliesst, so sinkt der letztere nieder, öffnet das Ausgangsrohr, und nun drückt der Dampf so viel Wasser aus dem Gefässe heraus, bis der Topf wieder schwimmt und das Rohr schliesst. Dies Spiel wiederholt sich continuirlich.

Eine andere Art von Condensationstöpfen für mittlere Wassermengen zeigt Fig. 114 Patent Handrick, wie er von der Firma Koch, Bantelmann und Paasch in Buckau gebaut wird.

Das gusseiserne Gefäss wird oben durch Deckel und Bügelschraube geschlossen. Der Ausgang *C* verschliesst ein Drehventil *V*, welches halbmondförmig (löffelähnlich) gebildet ist und durch ein Winkelhebelsystem geöffnet und geschlossen wird. Dies Winkelhebelsystem wird bewegt durch die Schwimmerkugel *S*, welche mit steigendem oder fallendem Wasserspiegel sich hebt oder senkt.

Der Apparat ist einfach und bewährt sich ganz gut.

Wir können uns auf weitere Beschreibung der zahlreichen verschiedenen, oft sehr sinnreichen Constructionen nicht einlassen und beschränken uns darauf, überhaupt auf die Wichtigkeit solcher Apparate aufmerksam zu machen, mit dem Bemerkten, dass wir in zahlreichen Fällen Mangels dieser Apparate ausserordentliche Dampfverluste constatiren könnten, die der Besitzer der Anlage nicht geahnt hatte, weil er sie nicht sehen konnte und nun ohne Weiteres den hohen Dampf- und Kohlenverbrauch irrthümlicherweise der Kesselanlage Schuld gab.

§ 3. Das Dampfeducirventil.

Das Dampfeducirventil hat den Zweck, höher gespannte Dämpfe aus einer Dampfkesselanlage auf geringeren Druck zu reduciren und zwar so, dass dieser geringere Druck in constanter Höhe erhalten bleibt, wenn auch der Druck im Kessel fällt oder steigt.

Man sieht, dass die Aufgabe eine sehr schwierige ist und doch ist sie von grosser Wichtigkeit. Zum Betriebe von Kochapparaten, Dämpfern, Montejus, von Heizungen u. s. w. sind in der Regel nur 1—2 Atmosphären nöthig. Es wäre im Interesse der Einheitlichkeit des Betriebes sehr unpraktisch, in einer Fabrik Kessel mit verschiedener Dampfspannung arbeiten zu lassen, und deshalb greift man zum Dampfeducirventil.

Bis jetzt ist es nicht gelungen, ein zuverlässig wirkendes Reducirventil zu construiren, obgleich eine grosse Zahl von verschiedenen Constructionen erdacht sind. Ein Absperrventil zur Regulirung durch Menschenhand ist bei allen unbedingtes Erforderniss.

Alle uns bekannten Constructionen haben das gemeinsam, dass durch ein Gewicht oder durch eine Feder ein Gegendruck gegen

das Ventil erzeugt wird. Das Ventil wird durch den höher gespannten Dampf geöffnet und durch die Verstellbarkeit der Gewichtsbelastung oder Federanspannung wird ein Gegendruck erzeugt, so dass die Spannung des reducirten Dampfdruckes am Manometer abgelesen werden kann.

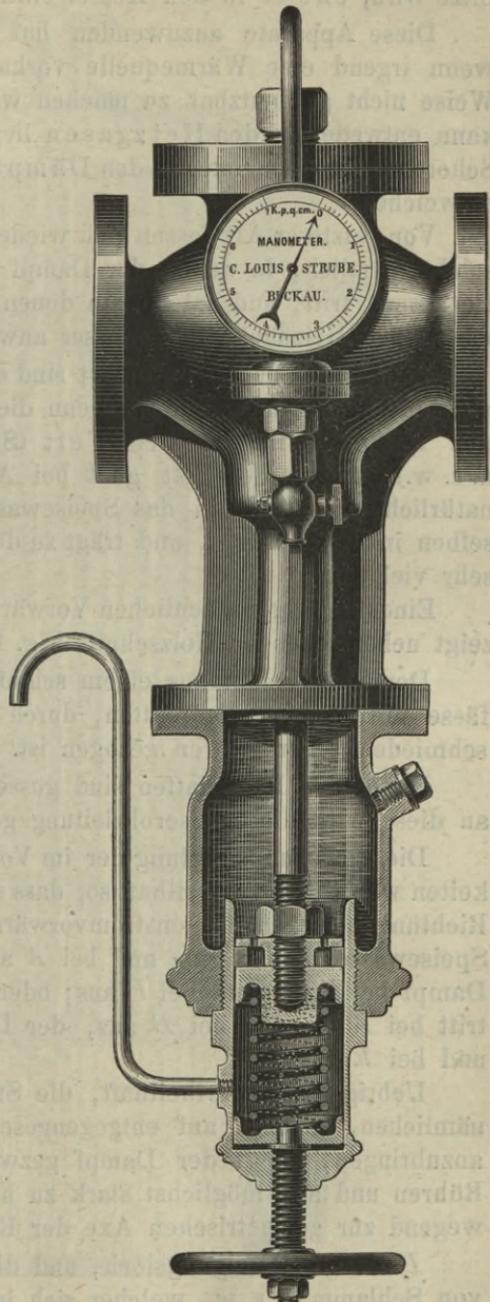
Als Ventil nimmt man einsitzige und doppelsitzige. Letztere haben den Nachtheil, dass sie durch Temperaturerhöhung leicht undicht werden, in Folge dessen die Spannungen vor und hinter dem Ventil sich bald ausgleichen.

Zur Regulirung der Druckreduction wendet man ausser der Gewichtsbelastung Gummimembrane, Metallmembrane, Spiralfedern oder Metallkolben oder Combinationen von ihnen an.

In Fig. 115 haben wir das Bild eines Reducionsventiles gegeben (entnommen dem Preiscourante von C. L. Strube in Buckau), welches mit einsitzigem Ventile und Spiralfederdruck versehen ist.

Es wäre zu erhoffen, wenn es gelänge, Dampf-reductionsventile zu construiren, welche einigermaassen zuverlässig wären, denn die Verwendung hoch gespannter Dämpfe nimmt immer zu und sowohl der Betrieb als die Dimensionen der Kochgefässe u. s. w. vertragen und gebrauchen diese hohe Spannung nicht.

Fig. 115.



§ 4. Der Vorwärmer.

Vorwärmer nennt man Apparate, in denen das Speisewasser erhitzt wird, ehe es in den Kessel eintritt.

Diese Apparate anzuwenden hat natürlich nur dann Zweck, wenn irgend eine Wärmequelle vorhanden ist, welche auf andere Weise nicht gut nutzbar zu machen wäre, und diese Wärmequelle kann entweder in den Heizgasen liegen, welche vom Kessel zum Schornstein ziehen, oder in den Dämpfen, welche aus der Maschine entweichen.

Von letzterer Art lassen sich wieder zwei Classen unterscheiden; solche nämlich, in denen der Dampf direct mit dem Wasser in Berührung tritt, und solche, in denen der Dampf vermittelt einer metallenen Heizfläche das Wasser anwärmt.

Vorwärmer der ersteren Art sind die billigsten, sollten trotzdem aber nie angewandt werden; denn die von der Maschine abziehenden Dämpfe enthalten stets Fett (Schmiermaterial des Cylinders u. s. w.), und dieses Fett geht bei Anwendung dieser Vorwärmer natürlich zum Theil in das Speisewasser über, gelangt mit demselben in den Kessel, und trägt zu dessen rascher Zerstörung sehr viel bei.

Einen sehr gebräuchlichen Vorwärmer der letzteren Art dagegen zeigt nebenstehender Holzschnitt Fig. 116, S. 215.

Derselbe besteht aus einem schmiedeeisernen cylindrischen Gefässe mit ebenen Kopfplatten, durch welche eine grössere Anzahl schmiedeeiserner Röhren gezogen ist.

Ueber den Kopfplatten sind gusseiserne Hauben befestigt, und an diese wird die Speiserohrleitung geschraubt.

Die Bewegungsrichtung der im Vorwärmer circulirenden Flüssigkeiten wählt man vortheilhaft so, dass sie sich nach entgegengesetzter Richtung bewegen (Gegenstromvorwärmer), man lässt also z. B. das Speisewasser bei *B* ein- und bei *A* austreten, und leitet dann den Dampf bei *E* ein und bei *F* aus; oder umgekehrt: das Speisewasser tritt bei *A* ein und bei *B* aus, der Dampf dagegen tritt bei *F* ein und bei *E* aus.

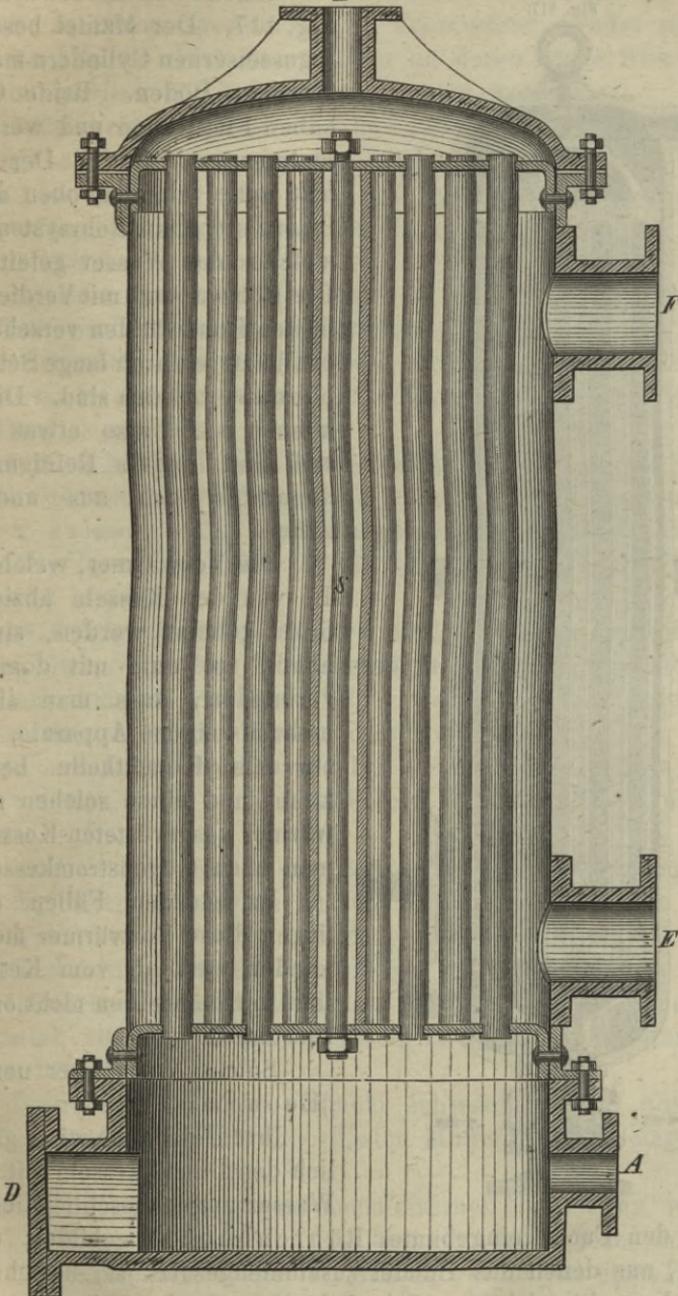
Uebrigens ist vortheilhaft, die Stutzen *F* und *E* nicht auf der nämlichen, sondern auf entgegengesetzten Seiten des Vorwärmers anzubringen, damit der Dampf gezwungen werde, möglichst alle Röhren und alle möglichst stark zu heizen, transversal sich bewegend zur geometrischen Axe der Röhren.

D ist ein Reinigungsloch, und dient zur zeitweisen Entfernung von Schlamm u. s. w., welcher sich im unteren Theile des Vorwärmers ansammelt, und die Ankerschraube *S* dient zur Verankerung der beiden Kopfplatten.

Diese Vorwärmer werden, je nachdem dies die Verhältnisse erfordern, stehend oder liegend angewandt.

Fig. 116.

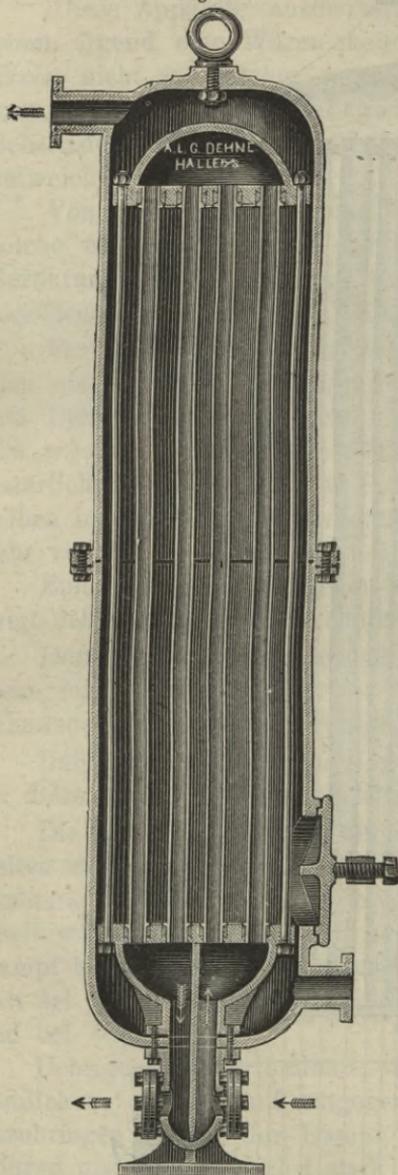
B



In allen Fällen werden diese Vorwärmer, falls sie aus Schmiedeeisen bestehen, sehr rasch zerstört auf die Weise, welche bei

den Gegenstromkesseln ausführlich beschrieben wurde, und das ist der Grund, weshalb man diese Vorwärmer in neuerer Zeit gern aus Gusseisen und Messingröhren zusammenstellt.

Fig. 117.



Einen solchen Vorwärmer zeigt Fig. 117. Der Mantel besteht aus 2 gusseisernen Cylindern mit kugelförmigen Böden. Beide Cylinder haben Flantschen und werden zusammengeschraubt. Der Dampf tritt unten ein und oben aus. Im Innern steht ein Rohrsystem, durch welches das Wasser geleitet wird. Die Röhren sind mit Verdichtungen in den Rohrwänden versehen, welche letztere durch lange Schraubenbolzen verbunden sind. Die Rohre können sich also etwas dehnen und sind behufs Reinigung oder Reparatur leicht aus- und einzuziehen.

Die Vorwärmer, welche durch die von den Kesseln abziehenden Gase geheizt werden, sind sehr häufig so innig mit dem Kessel verbunden, dass man sie nicht mehr als eigene Apparate, sondern nur als Kesseltheile betrachten kann, und einen solchen mit Vorwärmer ausgerüsteten Kessel nennt man eben Gegenstromkessel.

In anderen Fällen dagegen liegen diese Vorwärmer mehr oder minder weit ab vom Kessel und sind mit demselben nicht organisch verbunden.

Solche Vorwärmer nennt man „Economiser“.

Ihre Heizfläche wird, ganz ähnlich den Dampfkesseln mit kleinem Wasserraum, ausschliesslich durch

ein in den Fuchs eingebautes Röhrenbündel gebildet; und die Röhren, aus denen das Bündel zusammengesetzt ist, bestehen, wie bereits bemerkt, nicht aus Schmiedeeisen, sondern aus Gusseisen.

Der Effect eines Economisers hängt nun selbstverständlich von Grösse und Güte seiner Heizfläche, und diese wieder unter anderem

davon ab, dass die Heizfläche stets rein von Russ und Flugasche erhalten werde.

Wie man diesen Zweck bei den Kesseln zu erreichen sucht, welche Röhrenbündel aus engen Siederöhren enthalten, ist bereits wiederholt auseinandergesetzt; beim Economiser wendet man die dort gebräuchlichen nicht an, sondern an deren Stelle Schrapper, welche continuirlich und automatisch bewegt werden.

Einen Theil eines Economisers, und zwar eine zusammengehörige Röhrenserie, stellt die umstehend gedruckte Fig. 118, S. 218 dar.

S ist das Rohr, welches mit der Speisepumpe, und *D* dasjenige, welches mit dem Dampfkessel, oder mehreren von ihnen, verbunden wird.

Das Speisewasser tritt also durch *S* ein, verzweigt sich von dort in die verschiedenen Horizontalröhren, von diesen aus in die verschiedenen verticalen eigentlichen Heizröhren, sammelt sich oben wieder zuerst in den einzelnen horizontalen Röhren, und vereinigt sich schliesslich wieder im Rohr *D*.

Die oberen horizontalen Röhren haben einen äusseren rechteckigen Querschnitt, theils um sie aneinander schrauben und dadurch dem ganzen Bündel mehr Zusammenhang geben zu können, theils um die Verschlussdeckel für die Reinigungslöcher bequem anbringen zu können.

Solche Reinigungslöcher nämlich sind für jedes Heizrohr eins vorhanden, und zwar oben in der geometrischen Axe desselben.

Um ein Rohr zu reinigen, öffnet man das betreffende Loch, führt einen Bohrer ein und bohrt das Rohr aus.

Bei dieser Arbeit muss man aber vorsichtig zu Werke gehen insofern, als man durch zu grosse Bohrer leicht ein Rohr zersprengen kann.

Man thut deshalb wohl, den Bohrer so klein zu wählen, dass er nicht das Eisen der Rohre angreift, vielmehr noch eine dünne Kesselsteinschicht an den Rohrwandungen lässt.

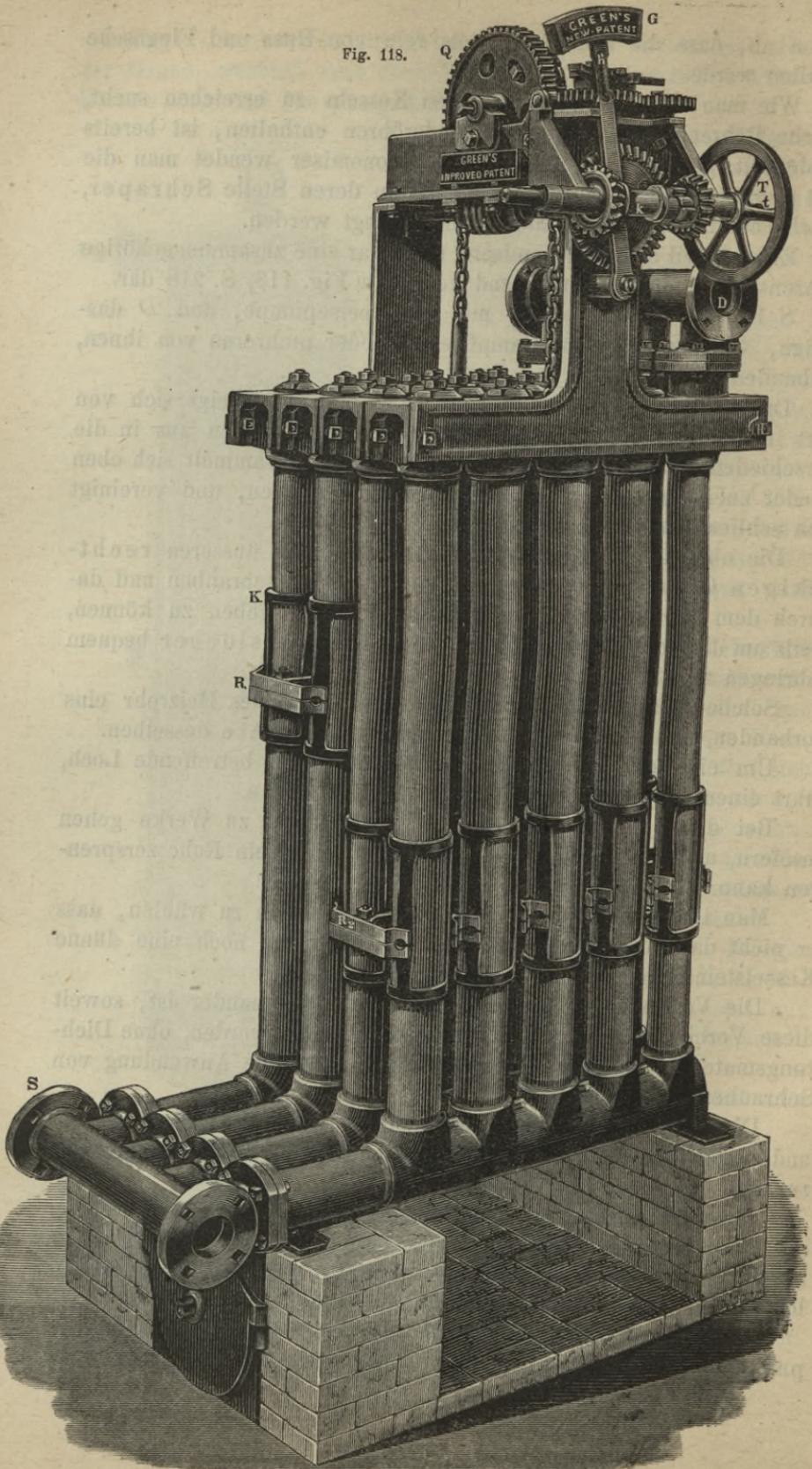
Die Verbindung der einzelnen Rohre mit einander ist, soweit diese Verbindungen von den Heizgasen umspült werden, ohne Dichtungsmaterial, vielmehr Eisen auf Eisen, und ohne Anwendung von Schrauben hergestellt.

Die Rohrenden scheinen vielmehr schwach conisch abgedreht und einfach in die ähnlich ausgefrästen Muffen fest hineingepresst zu sein.

Jedes Rohr ist umfasst von einem eisernen Schrapper, welcher aus drei congruenten Segmenten besteht, deren jedes in einem der beiden gusseisernen Träger R_1 und R_2 mittelst eines Zapfens lose aufgehängt ist.

Dieser Zapfen liegt, wie man sieht, unterhalb des Schwerpunktes eines Segmentes, und die Folge davon ist, dass jedes Seg-

Fig. 118.



ment schon durch sein eigenes Gewicht sich gegen die Rohrwan-
dung legt.

Um diesen Zweck aber noch sicherer zu erreichen, sind die Zapfen an den Segmenten nicht cylindrisch, sondern stark conisch, und dem entsprechend auch die Löcher in den Rahmen R_1 und R_2 geformt.

Jeder Rahmen hängt an einer eisernen Kette und diese Kette geht oben über eine Trommel, welche von irgend einer Maschine her vermittelt einer Schnurscheibe T in eine der Richtung nach veränderliche Drehung versetzt wird, welche bewirkt, dass der eine Rahmen von oben nach unten wandert, wenn der andere sich hebt, und umgekehrt.

Der Umsteuerungs- und Betriebsmechanismus besteht im Wesentlichen aus den bekannten zwei lose auf der Betriebsaxe t sitzenden conischen Rädern, welche jedes mit der Axe durch eine Klauenkuppelung k verkuppelt werden können, und die getriebene Axe, und damit die Schnecke i , welche in das auf der Trommelaxe sitzende Schneckenrad Q eingreift, durch ein auf der getriebenen Axe sitzendes grösseres conisches Rad in der einen oder anderen Richtung drehen, je nachdem das eine oder das andere der beiden kleinen conischen Räder mit der Axe verkuppelt ist.

Die jedesmalige Ausrückung der Kuppelmuffe K erfolgt durch irgend einen Stift, welcher irgendwie (auf mannigfache Art) im Mechanismus angebracht gedacht werden kann, dadurch, dass dieser Stift den Hebel h bis über seine verticale Stellung nach der anderen Seite legt.

Die jedesmalige Einrückung dagegen besorgt dann das auf dem Hebel h angebrachte Gewicht G .

Bei Anlage eines Economisers hat man stets darauf Rücksicht zu nehmen, dass bei Reinigung oder etwaiger Reparatur des Economisers der Kesselbetrieb nicht gestört zu werden braucht, d. h. man hat dafür zu sorgen, dass man den Economiser sowohl aus der Speiserohrleitung als aus dem Fuchse ausschalten kann.

Ein Beispiel, welches zeigt, wie man letzteren Zweck erreicht, ist durch die umstehend gedruckten Fig. 119 u. 120 S. 220 vorgeführt.

Was den Werth des Economisers betrifft, so ist derselbe als der beste, z. Z. bekannte Vorwärmer zu bezeichnen, wenn nämlich es sich darum handelt, das Kesselspeisewasser durch die Verbrennungsgase (und nicht etwa durch den bereits gebrauchten Dampf u. s. w.) zu erwärmen.

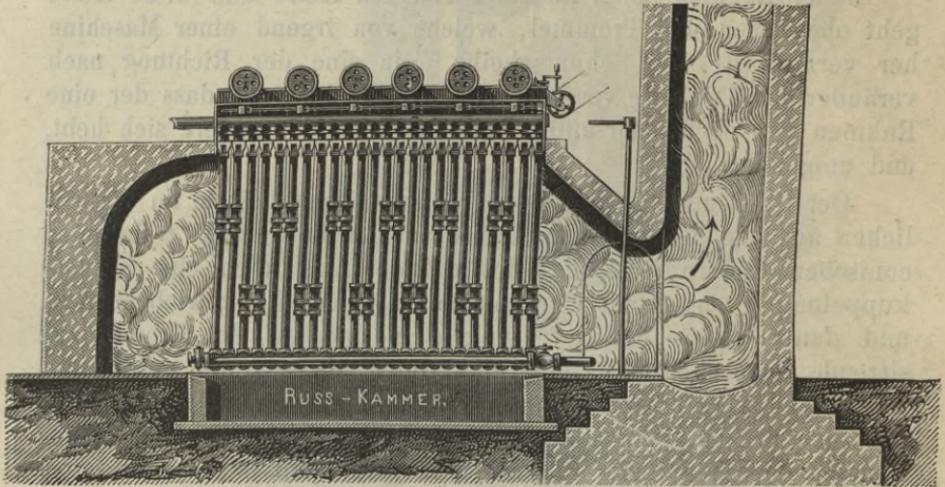
Ob seine Anschaffung zu empfehlen ist, muss in jedem einzelnen Falle abgewogen werden.

In Gegenden, in denen das Brennmaterial sehr theuer ist, wird seine Anschaffung für jeden Fall zu empfehlen sein, in welchem

man das Kesselspeisewasser durch andere überschüssige Wärme nicht anwärmen kann, ehe es in den Kessel gelangt.

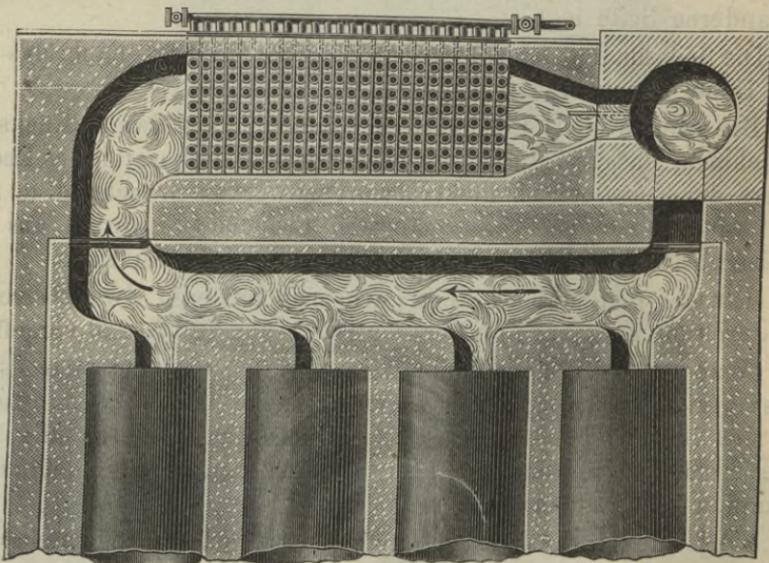
Die Kesselanlage gewinnt dann durch ihn alle Vortheile der Gegenstromkessel, ohne aber mit den grössten Nachtheilen derselben belastet zu werden.

Fig. 119.



Ist dagegen der Preis des Brennmaterials, wie in allen Kohlenrevieren, ein nur mässiger, so dürfte bei der Neuanlage von

Fig. 120.



Kesseln vom Economiser abzusehen, eine hinreichende Wärmeaufnahme aus den Verbrennungsgasen vielmehr zweckmässiger durch

rationell angeordnete Kesselheizflächen von genügender Grösse zu erzielen sein.

Der Economiser erscheint in diesem Falle als eine in der Anschaffung und Unterhaltung so theure Complication, dass er für motivirt nicht angesehen werden kann.

Dagegen haben wir in ihm ein sehr willkommenes Mittel, um alte unvollkommene Kesselanlagen, namentlich solche von zu geringer Heizfläche, auf einfache Weise zu verbessern.

Einen Vorzug der Economiser müssen wir noch erwähnen, der darin besteht, dass durch denselben das Wasser bis auf eine so hohe Temperatur ($100-120^{\circ}$) gebracht werden kann, wie es kein anderer Vorwärmer zu leisten vermag und dass dadurch sofort die grösste Zahl von Reparaturen am Kessel beseitigt wird, welche sonst durch die Differenz der Temperaturen zwischen Wasser und Heizgasen entstehen. Bei allen tüchtig betriebenen Anlagen, bei denen die Feuergase mit einer Temperatur von $350-375^{\circ}$ C. entweichen, hat sich dieser Vortheil evident fühlbar gemacht.

Die Beschaffung des Economisers ist theuer, aber der ökonomische Vortheil an Kohlenersparniss ist erheblich. Wir haben seit vielen Jahren eine grosse Zahl Green'scher Economiser beobachtet und genau geprüft und als Nutzen $15-20\%$ stets ermittelt.

Die theoretische Berechnung ergiebt einen geringeren Effect, wenn man die Wärmezunahme nach dem Thermometer misst, der praktische Effect ist aber erheblich höher und zwar liegt das sicher darin begründet, dass man die latente Wärme nicht messen kann.

Ist bei einer Kesselanlage die Verbrennung auf dem Roste günstig geleitet und nimmt der Kessel genügend Wärme auf, so dass die Feuergase im Fuchse eine mittlere Temperatur von $250-275^{\circ}$ C. haben, dann ist vom Economiser sehr wenig Erfolg zu erwarten. Die Anlage dieser Heizflächen ist dann zu theuer.

Solche Kesselanlagen gehören bei grossen Anlagen aber mehr oder weniger zu den seltenen, und wenn erst durch längeren Gebrauch die Kesselheizflächen von innen und von aussen unrein geworden sind, so ändert sich die Sachlage sofort.

Wir haben Economiser, hinter allen möglichen Kesselanlagen liegend, gründlich studirt und nicht eine einzige Anlage ist uns vorgekommen, über welche wegen mangelnder Ersparniss oder wegen Betriebsschwierigkeiten grosse Klage geführt wäre.

Freilich muss ein gutes Speisewasser vorhanden sein, oder schlechtes Wasser vorher gereinigt werden, aber dann hat sich trotz des sehr theuren Preises der englischen Economiser der letztere durch Kohlenersparniss in wenigen Jahren bezahlt gemacht.

Wir erwähnten vorhin, dass die Beschaffung des Economisers ein reines kaufmännisches Rechenexempel sei und wir können nur

empfehlen, bei allen flott betriebenen Anlagen dies Exempel recht sorgsam anzustellen.*)

Hoffentlich wird die deutsche Industrie sich der Herstellung von Economisern mehr zuwenden, wodurch die Preise gewiss wesentlich kleine werden würden. Bislang sind uns nur Fabrikate von Green and Sons in Wakefield und R. Daelen in Neuss bekannt geworden.

§ 5. Die Speisevorrichtungen.

Die heutzutage angewendeten Speisevorrichtungen zerfallen in nachfolgende 5 Hauptarten:

1. Speisegefässe, welche auf dem Kessel stehen und nach Art der Montejus wirken.
2. Handpumpen.
3. Dampfstrahlpumpen (Injecteurs).
4. Dampfpumpen.
5. Von der Betriebsmaschine betriebene Pumpen.

ad 1. Was die ersteren anlangt, so ist ihre Anwendung trotz mancher Vorzüge nur gering und das hat seinen Grund in der Weitläufigkeit der Hantierung. Man hat sie deshalb selbstthätig gemacht und dabei sind in der That sehr sinnreiche Constructionen entstanden. Diejenige, welche sich vielfach eingebürgert und da, wo sie sachgemäss behandelt wird, recht gut bewährt hat, ist der bekannte Cohnfeld'sche Apparat, welcher Herrn Cohnfeld in Zauckeroda patentirt ist. Bei ordentlicher Behandlung functionirt der Apparat vorzüglich, er speist continuirlich, je nach der Quantität des Wasserverbrauches bald schneller bald langsamer und hält das Wasserniveau bis auf einige Millimeter genau in der festgesetzten Höhe.

Der Apparat bietet seiner allgemeinen Verwendung durch den theueren Anschaffungspreis und durch die Complication seiner Construction Schwierigkeit. Letztere erfordert ein genaues Verständniss, um ihn ordentlich behandeln und, wenn er einmal in Unstand kommen sollte, repariren zu können und solche Kenntniss kann man bei Heizer und Maschinisten in den seltensten Fällen voraussetzen.

Der Cohnfeld'sche Apparat besteht in der Hauptsache aus 2 kleinen kupfernen Gefässen, welche übereinanderliegen und von denen bei jedem Spiel eines entleert und das andere gefüllt wird. Dies Spiel geht mit solcher Genauigkeit, dass man den Apparat mit einem Zählwerk versehen und so das eingespeiste Wasserquantum mit grosser Genauigkeit regelmässig ermitteln kann.

Ganz anders als der Cohnfeld'sche Apparat sollen die, früher bei älteren Anlagen hin und wieder angetroffenen grossen Speisegefässe functioniren. Man stellte 2 grössere Gefässe oben auf den

*) Wir verweisen auf den Geschäftsbericht des Magdeburger Dampfkessel-Revisionsvereins von 1884 und auf Aprilnummer, Jahrgang 1883 der Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine.

Kessel, füllte sie mit kaltem Wasser, liess dann aus dem Kessel den Dampfdruck oben eintreten und in Folge dessen fiel das Wasser durch das eigene Gewicht in den Kessel. Darauf wurde das Dampfventil geschlossen und ein anderes Ventil geöffnet, um den Dampf herauszulassen, damit das Gefäss wieder mit Wasser gefüllt werden kann.

Die Manipulation ist weitläufig, erfordert die ganze und sorgsame Thätigkeit eines Arbeiters und ist Alles in Allem so unbequem, spectaculös und primitiv, dass es erklärlich ist, wenn die ganze Methode mehr und mehr verschwindet. Man sollte glauben, dass diese Art der Speisung mittels Speisegefässe ein überwundener Standpunkt wäre. Dem ist nicht so, vielmehr sind in den letzten Jahren noch mehrere Patente auf selbstthätig wirkende Apparate ertheilt.

Zum Schlusse wollen wir bemerken, dass alle Speisevorrichtungen dieser Gruppe den Nachtheil bieten, dass die Apparate über den Kesseln stehen müssen und zwar so hoch, dass der Druck des in den Kessel fallenden Wassers den Widerstand des eingeschalteten Rückschlagventiles überwinden kann.

ad 2. Handpumpen kann man nur bei kleinen Kesselanlagen als praktische Speisevorrichtung ansehen. Man findet sie zumeist bei Locomobilen bis 20 Pferdestärken, wo sie sich allerdings recht brauchbar beweisen. Bei stationären Kesselanlagen, welche zugleich eine Dampfmaschine betreiben, kommen sie selten vor. Da wo ein Kessel zum Betriebe von Kochapparaten, Heizungen u. s. w. verwendet wird, da ist eine Handpumpe sehr gut am Platze. In allen Fällen pflegt man aber Handpumpen nur als Reservepumpen zu nehmen.

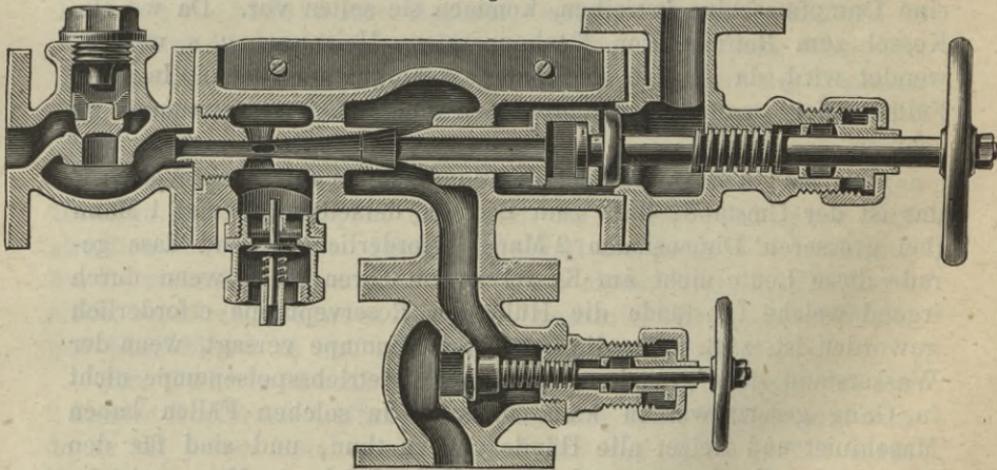
Was man der Anwendung der Handpumpen mit Recht vorwirft, das ist der Umstand, dass zum Betriebe derselben allemal 1 Mann (bei grösseren Dimensionen 2 Mann) erforderlich ist und dass gerade diese Leute nicht am Kessel zu entbehren sind, wenn durch irgend welche Umstände die Hülfe der Reservepumpe erforderlich geworden ist, z. B. wenn die Betriebsspeisepumpe versagt, wenn der Wasserstand stark gesunken ist und die Betriebsspeisepumpe nicht in Gang gesetzt werden kann u. s. w. In solchen Fällen haben Maschinist und Heizer alle Hände voll zu thun, und sind für den Betrieb der Handpumpe nicht disponibel. Solch ein Moment ist im Dampfkesselbetriebe gefährlich und wird es noch mehr, weil, wie vielfache Vorkommnisse beweisen, Maschinist und Heizer mit aller Energie es stets versuchen, die ungangbar gewordene Speisevorrichtung wieder gangbar zu machen und nur zu geneigt sind dies zu wagen, anstatt vorerst die Reservehandpumpe in Thätigkeit zu bringen. Unbemerkt sinkt bei diesen Arbeiten der Wasserstand bis zu gefährlicher Tiefe, und dann sind Reparaturen, Zerreibungen, ja selbst Explosionen die Folge davon.

ad 3. Dampfstrahlpumpen oder Injecteure werden mit Recht in unzähligen Fällen als Speisevorrichtungen verwendet.

Alle Schwierigkeiten, welche Anfangs (also etwa vor 30 Jahren) mit dem Betriebe der Injecteure verbunden waren, sind längst überwunden. Obgleich es zahlreiche Constructions von Injecteuren giebt, so sind doch die meisten derselben so, dass sie als zuverlässige Speisevorrichtungen angesehen werden können.

Das Misstrauen, welches man hier und da bei Kesselbesitzern gegen Injecteure findet, ist vollständig unbegründet. Man kann dieselben heutzutage als billigste und praktischste Speisevorrichtung erklären. Man wirft den Injecteuren vor, dass sie erheblich mehr Dampf gebrauchten als Pumpen, das ist aber unbewiesen und falsch und kann jedenfalls nur für den einzigen Fall richtig sein, dass eine Pumpe von einer Maschine betrieben wird, bei welcher der Dampf günstig durch Expansion ausgenutzt wird. Man tadelt ferner ab und an, dass die Injecteure nicht mit heissem Wasser betrieben werden könnten. Das ist auch nicht richtig und wenn es der Fall ist, so geht es ihnen gerade so, wie allen anderen Pumpen, nämlich dass je heisser das Wasser, desto mehr Schwierigkeiten entstehen und dass unter allen Umständen sowohl den Pumpen, als den Injecteuren das heisse Wasser mit Gefälle zugeführt werden muss.

Fig. 121



Gute Injecteure speisen noch zuverlässig, wenn auch das Speisewasser 60° C. Temperatur hat. Wir haben in der letzten Zeit vielfach bei Injecteuren von Schäffer & Budenberg in Buckau Gelegenheit gehabt, dies im praktischen Betriebe zu constatiren.

In Fig. 121 bringen wir die Type des Strube'schen Injecteurs.

Eine ganz besondere Construction bildet die Körting'sche, wie sie Fig. 122 zeigt. Das Eigenthümliche derselben besteht darin, dass

in einem gemeinschaftlichen Gehäuse 2 Injecteure eingebaut sind, von denen der eine dem anderen das Wasser zuführt. Gebr. Körting in Hannover, denen diese Construction patentirt ist, haben Tausende von diesen Injecteuren gebaut und wir können nach unseren Erfahrungen vollauf bestätigen, dass sie vorzüglich arbeiten. Der Dampf tritt bei *N* ein, das Wasser bei *J*. Der Austritt erfolgt bei *K* durch das Rückschlagventil *C*. — Die Inbetriebsetzung erfolgt so, dass ein aussen angebrachter, um die Axe *B* drehbarer Winkelhebel (welcher durch eine Lenkstange mit dem Hahne bei *E* verbunden ist) langsam bewegt wird. Es öffnet sich dabei zunächst das Dampfventil *V*; das Wasser wird angesogen und tritt durch die Düse *D* in das Rohr *F*; sobald nun das Wasser bei *E* austritt, dreht man weiter und öffnet sich die 2. Düse *D'*, während der Hahn bei *E* geschlossen ist. Das Wasser tritt durch die zweite Druckdüse *F'* und durch das Rückschlagventil *C* in den Kessel.

Diese Körting'schen Injecteure wirken günstiger als gute Dampf-pumpen. Sie können mit $60 - 65^{\circ}$ warmen Wasser speisen und erwärmen dasselbe um 40° C. und mehr, so dass das Wasser mit Siedetemperatur in den Kessel gespeist werden kann.

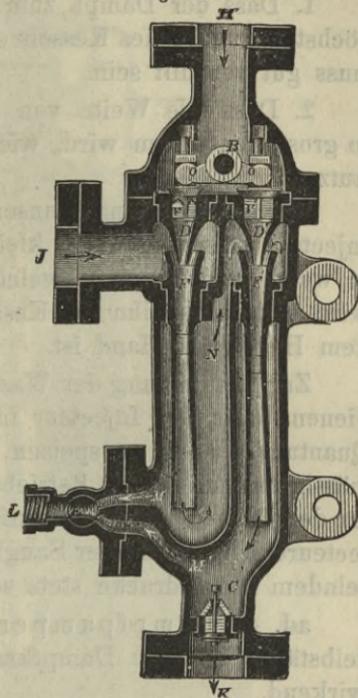
Bei kaltem Speisewasser können im Allgemeinen alle Injecteure mit Sicherheit 5^m hoch saugen, man thut aber gut, nur eine Saughöhe von $2 - 2\frac{1}{2}^m$ zu gestatten. Bei heissem Wasser ist der Zulauf mit geringem Gefälle empfehlenswerth.

Will man Injecteure für grosse Saughöhe oder für recht heisses (über 60°) Wasser haben, so muss man dies bei Bestellung besonders angeben, weil alle Injecteure extra dazu construirt werden müssen. Wir rathen niemals dazu. Für solche Fälle eignen sich Dampf-pumpen aber besser.

Die meisten Injecteure sind so construirt, dass sie zwischen Dampfspannungen von 2—8 Atmosphären makellos arbeiten.

Die Firma Schäffer & Budenberg in Buckau, welche sich sehr um die Einführung und Vervollkommnung der Injecteure bemüht hat, baut auch einen Injecteur, welcher durch den ausgeblasenen Dampf einer Dampfmaschine direct betrieben wird.

Fig. 122.



Was die Leistung der Injecteure betrifft, so wird sie von den meisten Fabrikanten durch Versuche bestimmt und das Ergebniss in Kil. Wasser per Minute durch eingeschlagene Zahlen an passender Stelle angegeben.

Bei der Aufstellung der Injecteure ist zu beachten:

1. Dass der Dampf zum Betriebe möglichst trocken, also vom höchsten Punkte des Kessels entnommen sein muss. Die Rohrleitung muss gut verhüllt sein.

2. Dass die Weite von Dampf- und Wasserröhren mindestens so gross genommen wird, wie die Weite der betreffenden Ausgangesstutzen.

Wir empfehlen nach unseren langjährigen Erfahrungen stets, den Injecteur allemal auf ein kleines schmiedeeisernes Gefäss zu setzen, in welches das Wasser, welches gespeist werden soll, hineingeleitet wird und rathen ihn ins Kesselhaus zu setzen, so dass er jederzeit dem Heizer zur Hand ist.

Zur Bestimmung der Wasserförderung lasse man sich als Anhalt dienen, dass der Injecteur im Stande sein muss, fast das doppelte Quantum Wasser zu speisen, als die Kesselanlage im flotten (also mässig angestregtem) Betriebe verlangt. Zu grosse Dimensionen sind für den Betrieb recht unpraktisch. Man lasse sich den Effect der Injecteure bei bestimmter Saughöhe, Wassertemperatur und bei wechselndem Dampfdrucke stets schriftlich garantiren.

ad. 4. Dampfpumpen. Unter Dampfpumpen versteht man selbständige, durch Dampfkraft getriebene Pumpen und zwar direct wirkend.

Bei Dampfkesselanlagen, welche von den Betriebsmaschinen räumlich entfernt liegen, und bei allen grösseren Anlagen ebenso wie bei allen Kesselanlagen, welche den Dampf sowohl an mehrere Betriebsmaschinen zu gleicher Zeit abgeben müssen als auch bei solchen Anlagen, bei denen der Dampf zu Kochzwecken und zum Betriebe von Dampfmaschinen benutzt wird, da ist es vom grössten praktischen Werthe, im Kesselhause direct wirkende selbständige Dampfpumpen als Speisevorrichtung zu haben.

Solche Pumpen haben den grossen Vorzug, dass sie bei jedem Dampfdrucke arbeiten können, dass man sie fast mit jeder (langsameren oder schnelleren) Geschwindigkeit arbeiten lassen kann, je nachdem es die Wasserverdampfung verlangt und endlich, dass sie bei der einfachsten Construction sowohl heisses als kaltes Wasser pumpen können.

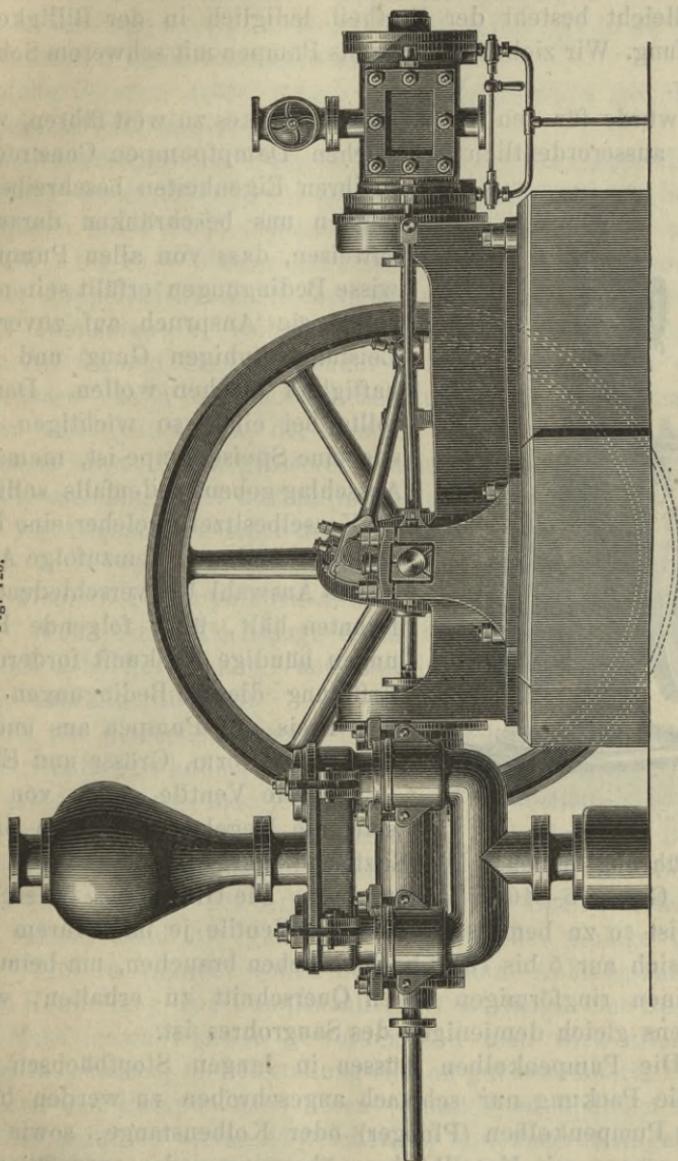
Das heisse Wasser muss ihnen natürlich mit Gefälle zugeführt werden. Kaltes Wasser (etwa bis zur Temperatur des Condensationswassers von 35 °) kann die Pumpe bis zu 6^m Höhe recht gut saugen.

Ein weiterer Vortheil, welcher vielfach benutzt wird, besteht

darin, dass man Dampfpumpen zu Feuerlöschzwecken nutzbar machen kann.

Bei grösseren Kesselanlagen sind zur Zeit liegende, doppelt wirkende Pumpen mit grossem Schwungrade beliebt. Fig. 123 zeigt

Fig. 123.



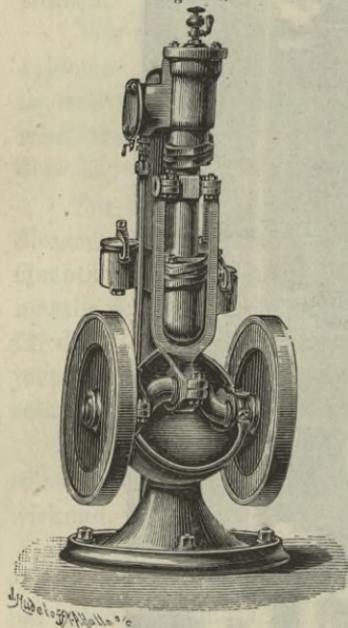
ein Bild davon. Bei kleineren Anlagen empfehlen sich kleine stehende Pumpen mit massivem Pumpenkolben (Plunger), von denen Fig. 124, S. 228 das Muster einer Pumpe von Koch, Bautelmann und Paasch in Buckau zeigt.

In neuerer Zeit sind vielfach Pumpen ohne rotirende Bewegung, also auch ohne Schwungrad in die Praxis gebracht. Wir können technische Vorzüge nicht darin erblicken, da weder ein geringerer Dampfverbrauch noch eine grössere Regelmässigkeit des Ganges erzielt wird.

Vielleicht besteht der Vortheil lediglich in der Billigkeit der Anschaffung. Wir ziehen unsererseits Pumpen mit schwerem Schwungrade vor.

Es würde für den Zweck dieses Werkes zu weit führen, wollten wir die ausserordentlich zahlreichen Dampfpumpen-Constructionen

Fig. 124.



in ihren Eigenheiten beschreiben, wir müssen uns beschränken darauf hinzuweisen, dass von allen Pumpen gewisse Bedingungen erfüllt sein müssen, sofern sie Anspruch auf zuverlässige Leistung, ruhigen Gang und Dauerhaftigkeit machen wollen. Der Preis sollte bei einer so wichtigen Sache, wie eine Speisepumpe ist, niemals den Ausschlag geben, jedenfalls sollte aber ein Kesselbesitzer, welcher eine Pumpe bestellen will und demzufolge Anfrage behufs Auswahl bei verschiedenen Lieferanten hält, über folgende Bedingungen bündige Auskunft fordern. Die Erfüllung dieser Bedingungen macht den Preis der Pumpen aus und nicht die äussere Form, Grösse und Eleganz.

1. Die Ventile sollen von Metall sein, die Kegel sollen lange und genaue Führung haben. Die Sitzfläche soll conisch (45—60 °) und je nach Grösse 5—10 mm Breite haben. Die Grösse des freien Durchganges ist so zu bemessen, dass die Ventile je nach ihrem Durchmesser sich nur 5 bis 13 mm hoch zu heben brauchen, um beim vollen Hube einen ringförmigen freien Querschnitt zu erhalten, welcher mindestens gleich demjenigen des Saugrohres ist.

2. Die Pumpenkolben müssen in langen Stopfbüchsen gehen, damit die Packung nur schwach angeschoben zu werden braucht. Massive Pumpenkolben (Plunger) oder Kolbenstange, sowie Stopfbüchse müssen mit Metallbüchsen überzogen oder ausgefüttert sein. Bei doppelwirkenden Pumpen soll der Kolben Metallfedern-Linderung haben.

3. Ueber dem Druckventil sind Windkessel anzubringen. Sämmtliche Ventile müssen auf die einfachste und leichteste Weise zugänglich sein.

4. Bei Berechnung der Leistung der Pumpen ist ein Wirkungsgrad von 85 % zu Grunde zu legen, wobei die Kolbengeschwindigkeit pro Secunde nicht über 0^m5 angenommen wird.

5. Die Weite der Saugröhren ist so zu wählen, dass das Wasser pro Secunde nicht mehr als 1^m Geschwindigkeit hat.

6. In der Pumpe sind Luftsäcke zu vermeiden und an der höchsten Stelle muss ein Entlüftungshahn sitzen.

Solche Pumpen gehen ruhig, sie versagen nicht und gestatten einen jahrelangen, ungestörten Betrieb.

Bei Aufstellung von Pumpen ist zu beachten, dass die Saugrohre stetig ansteigen müssen, damit keine Luftsäcke entstehen.

Pumpen mit Plungerkolben werden hauptsächlich für eine Leistung von 1 bis 10^{lm} Wasser per Stunde gebaut und grössere bis zu 30^{lm} als doppelwirkende Kolbenpumpen. Letztere erhalten dann sehr oft Gummiventile, wobei zu beachten ist, dass eine ganz besondere Art Gummi dazu verwendet werden muss, damit dasselbe durch heisses Wasser nicht zusammenschrumpft oder schwammig wird.

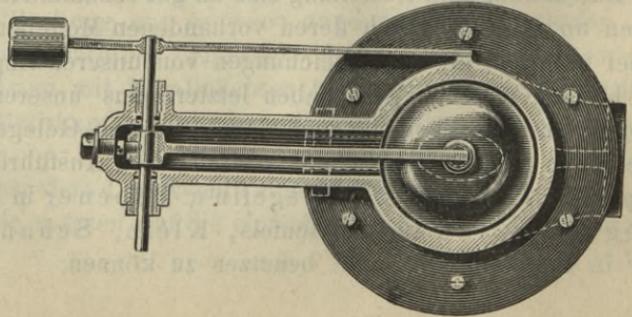
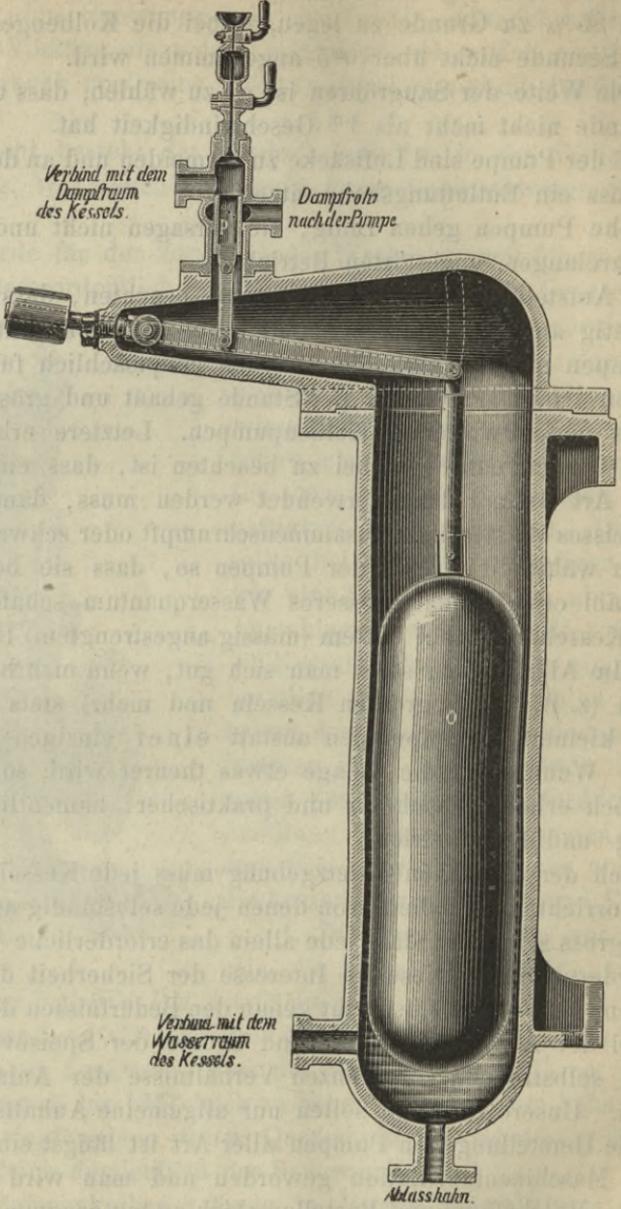
Man wählt die Grösse der Pumpen so, dass sie bei normaler Tourenzahl etwa 1/2 mal grösseres Wasserquantum schaffen können, als die Kesselanlage bei flottem (mässig angestregtem) Betriebe verlangt. Im Allgemeinen steht man sich gut, wenn man bei grösseren Anlagen (z. B. von 8 grossen Kesseln und mehr) stets 2 event. 3 gleiche kleinere Dampfpumpen anstatt einer einzigen grossen anschafft. Wenn schon die Anlage etwas theurer wird, so ist der Betrieb doch erheblich sicherer und praktischer; namentlich gilt dies bei Tag- und Nachtbetrieb.

Nach der deutschen Gesetzgebung muss jede Kesselanlage zwei Speisevorrichtungen haben, von denen jede selbständig arbeiten kann und so gross sein muss, dass jede allein das erforderliche Wasserquantum fördern kann. Diese im Interesse der Sicherheit des Betriebes getroffene Maassregel entspricht genau den Bedürfnissen des Betriebes.

Bei der Auswahl der Art und Grösse der Speisevorrichtungen müssen selbstredend die ganzen Verhältnisse der Anlage beachtet werden. Unsere Angaben sollen nur allgemeine Anhaltspunkte sein.

Die Herstellung von Pumpen aller Art ist längst eine Specialität in der Maschinenfabrikation geworden und man wird allemal gut thun, bei Beschaffung und Bestellung sich an gut renommirte Fabriken zu wenden und Pumpen nach deren vorhandenen Modellen zu wählen, wobei natürlich kleine Abweichungen von unseren Angaben unbeachtet bleiben müssen. Wir haben letztere aus unseren eigenen Erfahrungen zusammengestellt und dabei vielfach Gelegenheit gehabt, die guten Constructionen und vortrefflichen Ausführungen einzelner Specialfabrikationen, z. B. Wegelin u. Hübener in Halle a/S., Hödding und Röthe in Weissenfels, Klein, Schanzlin und Becker in Frankenthal u. s. w. benutzen zu können.

Fig. 125.



ad 5. Ueber Speisepumpen, welche von der Betriebsmaschine direct betrieben werden, ist wenig mehr zu sagen nöthig.

Auch hier gelten dieselben Rathschläge bezüglich der Ausführung wie bei den Dampfpumpen. Was die Grösse anlangt, so wähle man sie so, dass sie wie bei Injecteuren das doppelte Quantum zu schaffen vermag, als die Kesselanlage bei mässig angestregtem Betriebe verlangt, weil die Geschwindigkeit der Maschine sich nicht beliebig ändern lässt, wie dies bei Dampfpumpen der Fall ist.

Sehr praktisch ist es gerade bei diesen Pumpen eine Regulirvorrichtung zu haben, durch welche sich die Leistung der Pumpe so einstellen lässt, dass die Pumpe den ganzen Tag gehen kann. Man hat manche solche Apparate construirt.

Der einfachste Apparat besteht in Einschaltung eines Hahnes, welcher die Verbindung des Raumes über dem Saugventile mit demjenigen über dem Druckventile herstellen und schliessen kann.

Den Hahn versieht man oben mit einem Zeiger am Griff, welcher sich auf einem Zifferblatte bewegt und mit Leichtigkeit kann jeder einigermaassen verständige Maschinist die Stellung des Hahnes und damit die Leistung der Speisepumpe so reguliren, dass letztere immer arbeiten und die Speisewasserzufuhr ziemlich genau dem Dampfverbrauch proportional erreichen kann.

Bei Wasserröhrenkesseln ist eine regelmässige Speisung von grossem Werthe, weil der Speiseraum nur sehr klein ist, namentlich wenn es an grossen Wasser- und Dampfbehältern fehlt. Auf Seite 64 haben wir die Vorrichtung beschrieben, welche Belleville bei seinen Kesseln benutzt. Wir wollen jetzt noch in Fig. 125 einen Apparat beschreiben, wie ihn S. Huldshinsky Söhne in Gleiwitz an dem Wasserröhrenkessel Patent Schmidt anwenden. Der Apparat besteht in einem gusseisernen Körper, welcher mit dem Dampf- und Wasserraum des Kessels verbunden ist. In dem Gusskörper schwimmt ein länglicher Schwimmer *O*.

Derselbe ist mit einem einarmigen Hebel verbunden und dieser durch einen Gegenlenker mit dem hohlen Kolben *p*. Dieser Kolben verschliesst, sobald der Schwimmer steigt, also genügend Wasser im Kessel ist, das Dampfrohr zur Speisepumpe und öffnet es, sobald der Wasserstand sinkt.

Der einarmige Hebel hat 2 Stopfbüchsen, durch welche seine Drehaxe geht. Letztere trägt einen langen Zeiger, welcher den Wasserstand auf einem Zifferblatte anzeigt.

Aehnliche Constructionen hat man bei Grosswasserraumkesseln auch versucht, aber ist zu keinem befriedigenden Resultate gekommen. Bei Wasserröhrenkesseln muss der Apparat unausgesetzt arbeiten, dann bleibt die Stopfbüchse gangbar und in diesem Falle bewährt er sich nach uns gemachten Angaben recht gut.

VIERTER ABSCHNITT.

Vorrichtungen zur Bekämpfung des Kesselsteins.

So lange Dampfkessel angewandt werden, so lange ist auch der Kesselstein als eine arge Calamität stets empfunden worden; und je mehr Schornsteine sich erheben, desto lauter wird das Verlangen der Industriellen nach Beseitigung oder Milderung des Uebelstandes.

Als Mittel hierzu stehen gegenwärtig auf der Tagesordnung nur zwei Dinge, nämlich: sogenannte Antikesselsteinmittel und das Verfahren zur Reinigung des Wassers vor dem Speisen.

Alle Mittel und Einrichtungen, welche bis jetzt zur Bekämpfung des Kesselsteins angewendet werden, zerfallen in 4 Klassen, nämlich in:

1. solche, welche die beim Betriebe im Innern des Kessels bereits ausgeschiedenen Beimengungen des Speisewassers auffangen und aufbewahren oder an solchen Stellen ablagern lassen, von wo sie durch Ausblasen entfernt werden können (Einlagen u. s. w.);

2. solche, welche dazu dienen sollen, das Anhaften des Kesselsteins an der Wandung der Bleche zu verhindern oder das leichte Ablösen des gebildeten Steines zu erleichtern. Diese Mittel werden im Innern des Kessels beim Stillstande angewendet (Anstriche);

3. solche, welche beim Betriebe dem Kesselwasser im Innern des Kessels beigemischt werden und die Bildung festen Steines verhüten, dagegen denselben in Schlammform überführen sollen, welcher durch Abblasen und Auswaschen zu entfernen sein soll (Antikesselsteinmittel);

4. solche, welche das Wasser vor dem Eintritte in den Kessel von den Kesselsteinbildnern befreien sollen (Wasserreinigung).

Man sieht auf den ersten Blick, dass die unter Nr. 4 aufgeführte Methode die einzige rationelle ist und wird es begreiflich finden, dass die unter Nr. 3 angegebene Methode dem Schwindel nur zu leicht Thor und Thür öffnet.

Letzteres ist aber auch in der Praxis des Dampfkesselbetriebes zu einer höchst beklagenswerthen Thatsache geworden. Hunderte von sogenannten „Antikesselsteinmitteln“ sind aufgetaucht. Dasselbe Mittel, welches Tausende von Kesselbesitzern versuchsweise genommen und unter griechischem Namen zu fabelhaft hohem Preise gekauft haben, ganz dasselbe Mittel findet, nachdem die Nutzlosigkeit der Anwendung mit Verdruss erkannt ist, bei denselben Kesselbesitzern doch wieder versuchsweise Aufnahme, freilich erscheint es dann unter lateinischem Namen.

Unglaublich ist in dieser Beziehung die Leichtgläubigkeit des industriellen Publikums gerade diesem Geschäfte gegenüber. Man freut sich, am Kessel oder an der Garnitur einige Mark vom Preise heruntergehandelt zu haben, obgleich man sich als vernünftiger Mensch sagen muss, dass man dafür einfach minderwerthige Sachen erhalten wird und giebt ruhig in einem Jahre den vielfachen Betrag für Versuche mit Antikesselsteinmitteln aus, ohne zu fragen, ob sie überhaupt nützen können oder ob sie nicht etwa sogar die Wandung des Kessels angreifen, oder ob sie nicht vielleicht die Metalltheile der Garnitur zerfressen und die Gangbarkeit derselben durch Verschmieren verhindern.

Der Handel mit solchen „Antikesselsteinmitteln“ war noch vor einigen Jahren recht blühend, aber er geräth jetzt mehr und mehr in Verfall. Die Methode der Kesselsteinbekämpfung durch solche Mittel ist nämlich arg in Misscredit gekommen, seitdem der internationale Verband der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine die Sache in die Hand nahm und den Kesselbesitzern unter Aufklärung über den technischen und sachlichen Unwerth die vielfache Täuschung offen vor Augen führte. Die chemische Versuchsstation des Münchener Dampfkessel-Ueberwachungsvereins hat im Auftrage des internationalen Verbandes der Vereine alle solche Antikesselsteinmittel (bis jetzt circa 60) untersucht und thut dies noch fortwährend und dabei ist evident nachgewiesen, dass die Mittel theils unbrauchbar, theils schädlich, alle aber unrationell sind und weitaus die meisten derselben zu Preisen verkauft werden, deren Höhe über den Herstellungspreis ans Erstaunliche grenzt. Z. B. wurde Paralithikon minerale zu 120 Mark verkauft, während die Ingredienzien 9 bis 10 Mark kosteten.

In der Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine ist fast in jeder Monatsnummer die Analyse und die Kritik über den Werth eines Antikesselsteinmittels mitgetheilt. Wir müssen sonach annehmen, dass die Kesselbesitzer hinreichend aufgeklärt und gewarnt werden. Alle sachverständigen Dampfkessel-Ingenieure sind darüber einig, dass solche Antikesselsteinmittel, weil unrationell, nicht angewendet werden sollten und daher ist weder eine Beschreibung noch eine Aufzählung, noch eine Schilderung und Beurtheilung ihrer Wirkungsweise erforderlich. Wir mahnen zur Vorsicht und zur Abwehr der Anerbietungen auf Grund sogenannter Atteste!

ad 1. Es gab Zeiten, in denen man in den Kesseln Einlagen von Blech befestigte, welche thatsächlich einen grossen Theil von Ausscheidungen aus dem Wasser auffingen.

Auch wir haben ganz zufriedenstellende Resultate beobachtet. Die Kesseleinlagen sind aber nicht viel in Anwendung geblieben. Offenbar war der Preis zu hoch und das Einbauen und Losnehmen bei Reinigung eine zu weitläufige Arbeit. Einen andern Grund als

diesen haben wir niemals gehört und wir müssen die Richtigkeit desselben anerkennen.

Der sogenannte „Rectificator“ von H. Paucksch in Landsberg, welcher das gleiche Princip verfolgte, ist unseres Wissens ganz verschwunden. Wir haben innerhalb unserer Erfahrungen einen Erfolg vom Rectificator nicht ermitteln können.

Neuerdings versucht man mit künstlichen Mitteln, z. B. Strahlapparaten, die Ausscheidungen aus dem Wasser an eine Stelle im Innern des Kessels zu bringen, von wo der Schlamm durch Ausblasen entfernt werden kann. Wir können zwar nicht recht an den Erfolg glauben, weil die vorhandene und künstlich vermehrte Strömung im Kessel das Niederschlagen bez. Niederfallen gar nicht zu Stande kommen lässt und weil die meisten Salze sich beim Kochen erst ausscheiden, also in der Regel weit vom Ausblaserohr, aber die Zukunft muss das entscheidende Wort sprechen.

Auf Seeschiffen hat man dagegen in dem sogenannten „Abschäumer“ eine vortreffliche Vorrichtung, um das an der Wasseroberfläche während des Kochens sich ausscheidende Salz theilweise in Röhren aufzufangen und beim Oeffnen des weiten Abschäumhahnes aus dem Kessel zu entfernen.

ad 2. Zu diesen Mitteln gehören die Anstriche im Innern des Kessels mit Oelfarbe, Firniss, Graphit, Theer u. s. w.

Bedingungsweise lässt sich ein Erfolg erzielen, namentlich bei den Unterkesseln der Doppelkessel oder bei Vorwärmröhren. Im allgemeinen ist das Gelingen aber schwer und wenn wir auch nicht unbedingt abrathen wollen, so müssen wir doch zu grosser Vorsicht rathen.

Die Anstriche jeglicher Art können weder die Bildung des Kesselsteins verhüten, noch können sie dem Kesselstein eine andere Form geben.

Der Zweck besteht darin, dass durch den Anstrich eine Schicht auf der Blechhaut oder auf dem vorhandenen Kesselstein gebildet wird, auf welche der neu sich bildende Stein ablagert. Klopft man später beim Reinigen den Kessel im Innern, so blättert in der Regel (aber nicht allemal) ein grosser Theil des Steins schon beim Schlagen mit einem Holzhammer in grösseren Partien ab.

Die Kesselsteinschicht haftet auf dem Anstrich und dieser löst sich beim Schlagen ab.

Die Anwendung des Anstrichs ist zunächst beschränkt darin, dass der Kessel vollständig befahrbar sein muss und ferner darin, dass man ihn erhitzt anbringen und so lange stehen lassen muss, bis der Anstrich vollkommen trocken ist. Auch vorher muss der Kessel im Innern trocken sein, sonst haftet der Anstrich nicht und dann läuft er nach unten im Kessel zu Klumpen zusammen, klebt später mit Schlamm und Kesselsteinsplintern zusammen und dann kann es

leicht dazu kommen, dass das Blech sich darunter überhitzt und der Kessel leckt. Auch die Garnituren werden leicht verschmiert und ungangbar.

In den wenigsten Fällen hat man soviel Zeit für den Stillstand des Kessels, wie zum Trocknen nöthig ist und so ist die Anwendbarkeit von Anstrichen recht beschränkt. Dicke Anstriche sind stets zu verwerfen, da die Massen nach unten laufen.

Theer muss übrigens sorgsam gekocht werden, damit sich alles Ammoniak daraus verflüchtigt.

Firnissfarben erfordern ebenso wie Theer eine kräftige Lufterneuerung im Kessel, denn sonst können die Arbeiter leicht ersticken.

Kessel, welche auf längere Zeit still gestellt werden, streicht man praktisch zur Conservirung vor dem Rosten mit dünnem Anstrich von Theer oder Farbe an. Da sich im Dampfe resp. in dem von ihm mitgerissenen Wasser oft Spuren der Anstrichfarben finden, so ist das Verfahren in allen denjenigen Fällen unbrauchbar, bei welchen direkter Dampf im Fabrikbetriebe Verwendung findet.

ad 4. Die Reinigung des Speisewassers vor dem Gebrauche ist selbstredend die rationellste Methode. Ihre Anwendung hängt davon ab, ob der Kessel in allen Theilen des Innern bequem befahrbar ist und ob die Kosten für die Reinigung nicht zu theuer ausfallen, sowie ob die Beaufsichtigung und Controle der Reinigung nicht zu viel Zeit und Intelligenz in Anspruch nehmen.

Ist ein Kessel in allen Theilen bequem befahrbar und das Wasser nicht schlecht, so lohnt es nicht, eine Reinigung des Wassers anzulegen. Man steht sich besser, den Kessel einfach zu klopfen und auszuwaschen. Bei schlechtem Wasser bleibt die Anlage ein kaufmännisches Exempel, doch wird in der Regel das Facit zu Gunsten der Reinigung des Wassers ausfallen.

Besteht die Kesselanlage aus Kesseln, die nicht zu befahren und denen Schlamm- und Kesselsteinansatz gefährlich ist, dann ist unbedingt eine Reinigung anzulegen.

Sind die örtlichen Verhältnisse einer Anlage so, dass Rath und Hülfe schwer zu erhalten sind, bieten die persönlichen Verhältnisse keine Gewähr für regelrechte Reinigung des Wassers, dann thut man schon gut zu erwägen, ob nicht die Beschaffung eines befahrbaren Kessels, oder eines anderen Speisewassers besser ist. Dazu hole man sich sachverständigen Rath.

Mit anderen Worten: Wenn man bei vorhandenen oder neu zu beschaffenden Kesseln an die Reinigung des Speisewassers vor dem Eintritte in den Kessel denkt, so muss zunächst die Beschaffenheit des Wassers chemisch untersucht und der Kostenbetrag für die Anlage und für die Reinigung desselben pro Cubikmeter festgestellt werden. Sodann muss die Frage entschieden werden,

ob die örtlichen Verhältnisse so sind, dass mit Sicherheit auf eine ordnungsmässige Bewirthschaftung der Reinigungsanlage gerechnet werden kann. Ist das nicht der Fall, so wird der Erfolg der Reinigung doch immer nur mangelhaft und ein geringer Kesselsteinansatz unausbleiblich sein, so dass man zum einfachen Mittel des Klopfens dennoch greifen muss. Wir haben schon vielfach erlebt, dass man aus Verdruss die ganze Reinigungsanlage hat liegen lassen, weil der Kessel doch noch gereinigt werden musste.

So sehr wir dafür sind, das Wasser zum Speisen der Dampfkessel vorher zu reinigen, so verkennen wir keinesfalls die in vielen Fällen damit verbundenen Schwierigkeiten. Der Nutzen der Reinigung ist bei einigermaassen guter Bewartung sehr bald fühlbar, denn er zeigt sich unter allen Umständen in der Ersparniss an Kohlen, in der Vermeidung von Reparaturen und Betriebsstörungen, sowie in der Erzielung eines grösseren Dienstalters des Kessels.

Man muss nur nicht erwarten, dass, wenn man eine Wasserreinigung anlegt, ein Kessel dann weder Schlamm noch Stein erhalten soll. Das setzt eine Gegenleistung voraus, die man consequent erfüllen muss und leider nicht immer erfüllt. Diese Gegenleistung besteht darin, dass man die Reinigung des Wassers genau nach Vorschrift ausführt, dass sie oft controlirt und nicht einfach dem Arbeiter überlassen wird.

Die Manipulationen bei den heute angewendeten Reinigungsmethoden sind sehr einfach, es giebt sogar recht brauchbare, sogenannte automatische und ein einigermaassen intelligenter Arbeiter ist vollkommen im Stande sie auszuführen, aber das Wasser wechselt oft in seiner chemischen Zusammensetzung, selbst die Reagentien fallen nicht immer gleichmässig aus und bekanntlich kann der beste Arbeiter leicht ein Versehen machen. Es ist also unbedingt erforderlich, dass die Thätigkeit des Arbeiters regelmässig beaufsichtigt und das Wasser in allen Stadien der Reinigung alle paar Tage untersucht wird. Geschieht dies Alles, so ist der Erfolg ein vorzüglicher, der Kesselsteinansatz ist ein Minimum und der abgelagerte Schlamm mit Leichtigkeit abzublasen und auszuwaschen. Geschieht dies nicht, so soll man nicht die Reinigungsmethode tadeln, sondern sich besser um die Sache kümmern und nach den vorgekommenen Fehlern suchen und diese vermeiden.

Die Reinigung des Speisewassers vor dem Eintritte in den Kessel stammt erst aus jüngster Zeit, sie ist noch im Stadium der Entwicklung und so kommt es, dass verhältnissmässig nicht viele Industrielle sich so recht dafür interessiren.

Es fehlte früher an der Belehrung des industriellen Publikums und an den Zahlennachweisen über vielfache günstige Erfolge. Jetzt

ist das anders geworden, das Publikum ist über die Einfachheit des Verfahrens unterrichtet, es weiss, dass mehr als $\frac{3}{4}$ der Kesselsteinbildner unschädlich gemacht werden und es erkennt, dass dieser sicher zu erzielende Erfolg von ökonomischem Nutzen begleitet sein muss. Dem Prof. Dr. Bunte in Karlsruhe, Director W. Gyssling in München und Prof. Stohmann in Leipzig, wie dem Dr. Ferd. Fischer in Hannover u. A. müssen wir grosse Verdienste um die Sache zuerkennen.

Wir können uns nicht darauf einlassen, die zur Zeit angewendeten Reinigungsmethoden eingehend zu beschreiben, weil das viel zu sehr in das Gebiet der Chemie hineingreifen würde. Wir wollen nur die maschinelle Einrichtung schildern und die Hauptsachen des chemischen Processes hervorheben.

Alle zur Zeit gebräuchlichen Reinigungsmethoden basiren auf der Bekämpfung der hauptsächlichsten Kesselsteinbildner durch chemische Mittel.

Als hauptsächlichste Kesselsteinbildner gelten schwefelsaurer Kalk und doppeltkohlensaurer Kalk.

Als chemische Mittel sind zur Zeit gebräuchlich: 1. Chlorbaryum, 2. Soda (einfach kohlensaures Natron), 3. Magnesiumoxydhydrat, 4. Kalkmilch (Kalkhydrat) oder 5. Aetznatron (Natronhydrat, kausische Soda) oder 6. Aetzkalk (gebrannter Kalk).

Zweck der Reinigung ist in allen Fällen die Bildung nur unlöslicher oder sehr leicht löslicher Salze. Dies geschieht bei einigen Methoden in eigens dazu aufgestellten Gefässen, von denen 2 Gefässe als „Klärgefässe“ dienen, in denen die Mischung des Wassers mit den chemischen Mitteln vorgenommen wird und in welchen das Absetzen der Stoffe erfolgen soll.

Das dritte Gefäss dient als „Klarwasserbassin“, aus welchem die Speisepumpe zu saugen hat.

In den Klärgefässen wird das Gemisch entweder durch ein Dampfführgebläse (Körting'sches) oder durch Krücken mit der Hand gerührt. Auch erfolgt hier eine eventuell nöthige Erhitzung des Wassers durch Dampf bis auf 70° , wodurch der Reinigungsprocess wesentlich beschleunigt wird.

Aetzende Alkalien sind nur dann wirksamer als der Zusatz von Kalkmilch, wenn das Wasser reichlich Magnesia enthält und nicht vorgewärmt wird.

Bei anderen Reinigungsmethoden, z. B. von Dehne in Halle, wird das zur Reinigung durch chemische Mittel vorbereitete Wasser durch Filterpressen von den ausgeschiedenen Stoffen befreit und bei der Reinigung durch hydratisirte Magnesia (Patent Bohlig und Heine) wird die Ausscheidung und Reinigung automatisch in einer sogenannten Batterie (3—4 nebeneinander aufgestellte und durch Rohrleitungen verbundene eiserné Cylinder) bewirkt.

Bei dem Verfahren nach Patent Gaillet in Lille werden die auf chemischem Wege ausgeschiedenen Massen auf schräg liegenden Platten im Absatzbassin abgeschieden und aufgefangen.

Nach dem Patent Dervaux wird das Wasser in lange Blechanäle geleitet, worin sich die ausgeschiedenen Stoffe absetzen können.

Diese letztgenannten 4 Methoden wirken automatisch.

Man sieht, dass die Reinigung des Speisewassers in 2 Theile zerfällt, zunächst werden die Kesselsteinbildner durch chemische Mittel ausgefällt oder unschädlich gemacht, und dann wird das Wasser auf mechanischem Wege von den Niederschlägen gereinigt.

Von den chemischen Mitteln werden gebraucht.

1. Nach Dr. de Haën's Methode: Chlorbarium und Kalkmilch.

Der Process ist folgender: a) Der Gyps wird durch Chlorbarium in leichtlösliches Chlorcalcium und in unlöslichen schwefelsauren Baryt verwandelt. b) Der doppeltkohlensaure Kalk wird durch Löschkalk in unlöslich einfach kohlensauren Kalk verwandelt. c) Das leichtlösliche Chlorcalcium bleibt im Wasser und bildet keinen Kesselstein, falls man von Zeit zu Zeit einen Theil des Wassers aus dem Kessel entfernt und so die Sättigung des Wassers mit Chlorcalcium vermindert. d) Der sehr fein vertheilte schwefelsaure Baryt wird von dem grossflockigen einfach kohlensauren Kalke eingehüllt; beide vereinigt setzen sich als Schlamm zu Boden und das klare Wasser kann zur Speisung abgelassen werden.

3 Kil. gebrannter Kalk und 1 Kil. Wasser geben gelöschten Kalk. Von diesem durch etwas grösseren Wasserzusatz zu Kalkbrei verwandelten Aetzkalk nimmt man zur Erzielung von Kalkmilch auf 1 Theil Kalkbrei etwa 6 Theile Wasser, rührt die Masse gut um und schöpft von oben die Kalkmilch ab, nachdem man die Mischung einige Secunden sich hat absetzen lassen.

Für Kessel von 20—80^lm Heizfläche sollen zwei offene Klärgefässe von 4—8^lm Inhalt und ein offenes Klarwasserbassin von 6 bis 12^lm Inhalt genügen. Der Process der Fällung des Baryts nimmt etwa 10 Minuten in Anspruch. Erwärmung des Wassers im Klärgefäss erleichtert und beschleunigt die Reinigung ausserordentlich. Das tüchtige Umrühren im Klärgefässe, behufs inniger Mischung des Wassers mit den Chemikalien ist von äusserster Wichtigkeit.

Ein kleiner Ueberschuss von Chlorbaryum muss im gereinigten Wasser vorhanden sein. Derselbe ist für den Kessel nicht schädlich, ein grösserer Ueberschuss bringt Corrosionen der Bleche hervor. Fehlt es an Chlorbaryum, so giebt es im Kessel einen harten, festanhaftenden Kesselstein, welcher von nicht zersetztem Gyps stammt.

Ein zu grosser Ueberschuss von Kalk bringt bei Kesseln mit kleiner Wasseroberfläche sehr starkes Schäumen und sogar Ueberkochen hervor. Im Kessel scheidet sich Aetzkalk auf den Blechen aus und bewirkt Zerfressen der Bleche.

Ein zu geringer Kalkzusatz bei sonst hinreichendem Chlorbaryum bewirkt keine Kesselsteinbildung, sondern eine Vermehrung von Schlamm.

Ein kleiner Ueberschuss von Kalk soll des Chlormagnesiums wegen vorhanden sein. Es bietet Schwierigkeit den richtigen Kalkzusatz zu treffen und man ist hierin von der Zuverlässigkeit und Geschicklichkeit des Arbeiters abhängig.

Ist im Wasser schwefelsaure Magnesia, so kann sich bei der Reinigung mit Chlorbaryum das schlimme Chlormagnesium bilden, welches bekanntlich den bösesten Feind für die Erhaltung und für die Dichtigkeit der Kessel bildet.

Mit dem de Haën'schen Verfahren sind kohlsaure Magnesia und Chlormagnesium nicht mit Sicherheit aus dem Wasser zu entfernen.

Wird das de Haën'sche Verfahren richtig und sorgfältig ausgeführt, so hat es sich nach unsern Erfahrungen immer gut bewährt. Wir haben auch keine Zerfressungen der Kesselwandungen gefunden, wenn das Wasser kein Chlormagnesium oder schwefelsaure oder kohlsaure Magnesia enthielt. Wir haben Anlagen, welche seit fast 10 Jahren damit gut wirthschaften. Dr. de Haën in Hirt bei Hannover brachte sein Wasserreinigungsverfahren, nachdem er es in seiner Fabrik vorzüglich ausgebildet hatte, etwa in den Jahren 1873—74 in die Oeffenlichkeit. Es hat sehr viel Aufnahme gefunden, namentlich weil die Anlage billig und die Behandlung nicht schwierig ist.

2. Nach Bérenger u. Stingl — Aetzkalk und Aetznatron (kaustische Soda).

Das Bérenger-Stingl'sche Verfahren dient zum Befreien des Speisewassers der Dampfkessel von den darin aufgelösten Kesselstein bildenden Substanzen, dem darin suspendirten Schlamm, sowie zur Beseitigung des Fett- und Säuregehaltes, welcher die Kessel angreift.

Das Verfahren wurde von Herrn J. A. Bérenger, Maschineninspector der k. k. Südbahn im Jahre 1869 zuerst ausgeführt und später von Herrn J. Stingl, Präparator am Polytechnikum in Wien in Verbindung mit Herrn Bérenger wesentlich vervollkommenet.

Bei dem Bérenger-Stingl'schen Verfahren wird das zu reinigende Wasser in einem geschlossenen Mischgefäß (Mischer), welches in die von den Speisepumpen nach dem Kessel oder dem Hochreservoir führende Druckleitung eingeschaltet ist, mit Lösungen von Aetzkalk, Aetznatron, Soda oder anderen Chemikalien gemischt. Hier werden die Kesselstein bildenden Substanzen und das Fett niedergeschlagen und die Säuren neutralisirt. Die Fällung erfolgt kalt, ist indessen das Wasser vorher erwärmt, so schadet dies nichts.

Ein Theil des Niederschlages setzt sich hier bereits namentlich in den Ruhepunkten ab, und es empfiehlt sich deshalb, den daraus

gebildeten Schlamm durch einen Hahn abzulassen, der sich unten an dem Mischer befindet. Wird der Schlamm täglich abgelassen, so erhärtet er nicht, und ein Reinigen des Mixers ist kaum nöthig; indessen befindet sich auf demselben ein Mannloch, um diese Arbeit ausführen zu können.

Das mit Niederschlägen geschwängerte Wasser tritt aus dem Mischer in die gleichfalls in die Druckleitung eingeschalteten geschlossenen Filter, hier setzen sich der Niederschlag und der Schlamm ab, und das Wasser tritt völlig klar und von allen schädlichen Beimischungen gereinigt, nach dem Kessel oder den sonstigen Verwendungsstellen.

Jedes dieser Filter reicht aus, um nöthigenfalls die gesammte Wassermenge durchzulassen, so dass, wenn eines derselben gereinigt werden soll, dasselbe durch das Absperren des Eintritts- und Austrittshahnes ausgeschaltet werden kann, ohne den Betrieb zu unterbrechen. Bei grösseren Anlagen wird stets ein Filter mehr genommen als für den Durchgang des Wassers erforderlich ist.

Die Lösungen der Fällungsmittel (Reagentien) werden selbstthätig durch besonders exact gearbeitete Pumpen zugeführt, welche dieselben aus den Lösungsbehältern entnehmen, in denen diese bereitet, beziehungsweise aufbewahrt werden.

Der Hub der einen Reagenspumpe ist durch eine Schraube verstellbar, die andere hat einen unveränderlichen Hub. Jene beschafft die gesättigte Aetzkalklösung, diese die Natronlösung, sie sind deshalb als Kalk- bzw. Natronpumpe benannt.

Die Herren Bérenger und Stingl wenden in der Regel nur eine Chemikalienpumpe an, indem sie die Lösungen der Fällungsmittel mit einander in einem bestimmten Verhältniss mischen.

An dem Mischer befindet sich ein Federmanometer, welches einen nur wenig höheren Druck anzeigen muss als das am Kessel befindliche; zeigt sich ein grösserer Druck, so ist dies ein Beweis, dass in den Filtern sich so viel Niederschläge abgesetzt haben, dass sie gereinigt werden müssen, oder dass sich ein zufälliges Hinderniss in der Rohrleitung findet.

Die Aetzkalklösung wird in einem, oben mit einem dicht schliessenden Deckel versehenen schmiedeeisernen Behälter bereitet und aufbewahrt; derselbe ist selbstverständlich durch eine Saugleitung mit der betreffenden Pumpe verbunden. Die Bereitung geschieht in der Weise, dass jedesmal nach Feierabend der Kalkbehälter mit Wasser gefüllt, und eine nach der Analyse des zu reinigenden Wassers festgestellte Menge von gewöhnlichem gelöschten Kalkbrei zugegeben wird, nachdem bei Inbetriebsetzung und nach dem jedesmaligen Reinigen einige Scheffel von überschüssigem Kalk hineingefüllt worden sind. Der auf dem Boden liegende Kalkbrei wird hier mit der Hand durch Holzkrücken aufgerührt. Bei grösseren Anlagen

würde er mechanisch bewegt werden. Nach 10 Stunden, beim Wiederbeginn der Arbeit hat sich alsdann die Kalklösung völlig geklärt und gesättigt. Die Lösung von Aetznatron wird in einem Bottich durch das Lösen käuflicher kaustischer Soda (Aetznatron), durch Kochen mittelst Dampf hergestellt; die hier bereitete ziemlich concentrirte Lauge wird dann in dem Natronbehälter mit so viel Wasser gemischt, dass der durch die Analyse und den controlirenden Versuch als nöthig festgestellte Concentrationsgrad erreicht wird, um alles auszufällen, was nicht bereits durch den Aetzkalk niedergeschlagen wurde.

Der Lösebottich ist so aufgestellt, dass er über dem Natronbehälter steht, und die Lösung direct aus dem Bottich in den Behälter fließen kann. Der letztere ist mit einem Deckel luftdicht abgeschlossen, um zu verhindern, dass sich das Natron mit der Kohlensäure der Luft verbindet. Das Wasser zum Füllen der genannten Behälter wird durch eine Abzweigung der Speisedruckleitung beschafft.

Das Bérenger-Stingl'sche Verfahren ist in vielen Gegenden (theilweise in veränderter Form) im Gange und wird sehr gelobt. Das Verfahren ist ein automatisches zu nennen.

3. Die Reinigung durch Soda und Aetzkalk ist in den letzten Jahren sehr beliebt geworden. Um dieselbe hat sich der Director W. Gyssling vom Dampfkesselverein in München und der Prof. Dr. Bunte in Karlsruhe sehr bemüht und verdient gemacht.

Das Verfahren der Reinigung wird in Bottichen ausgeführt und ist nicht automatisch. Die Grösse der Gefässe wird nach der Menge des zu verdampfenden Wassers bestimmt, wobei man auf eine Ruhezeit behufs vollständigen Absetzens der ausgeschiedenen Massen von 4—5 Stunden rechnen muss.

Im Nothfalle kommt man mit 1 Gefässe aus, aber das kann man nur bei kleinen Anlagen. Wir empfehlen bei mittleren Anlagen 2 Gefässe zu nehmen, wo von eines als Klärbassin, das andere als Reinwasserkasten dient. Bei grossen Anlagen sind natürlich 2 Klärbassins nöthig.*)

Die Handhabung des Verfahrens ist durchaus einfach.

Zuerst ist das zu reinigende Wasser mittelst Abdampf oder frischen Dampf möglichst hoch vorzuwärmen; dann wird der Aetzkalk in Form von Kalkmilch in der vorgeschriebenen Menge zugegeben und das Rührgebläse während einiger Minuten in Gang gesetzt. Letzteres wiederholt sich, nachdem vorher die Sodalösung zugegeben ist. Das Wasser nimmt alsbald eine trübe, milchige Beschaffenheit an und bleibt je nach der Tiefe des Reinigungsbehälters 3—5 Stunden ruhig stehen, während welcher Zeit sich die ausge-

*) Protocoll der 16. Ingenieur-Versammlung 1887 in Frankfurt a. M. Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine, Mainummer, 5. Jahrgang 1888.

schiedenen Kesselsteinbildner in Form von Schlamm auf dem Boden des Behälters absetzen. Hiermit ist die Reinigung beendet und das Wasser wird in das Speisewassergefäss abgelassen.

Auf diese Weise werden etwa 80 % der Kesselsteinbildner aus dem Speisewasser entfernt, indem das Kalkhydrat den im Wasser gelösten doppelkohlensauren Kalk in den fast ganz unlöslichen einfachkohlensauren Kalk verwandelt, während durch die zugesetzte Soda der schwefelsaure Kalk (Gips) unter Bildung von löslichem schwefelsauren Natron ausgefällt wird. Die gleiche Umwandlung erfahren auch die im natürlichen Wasser enthaltenen Magnesia-salze. Enthält das Wasser keine schwefelsauren Salze, so kann die Soda wegbleiben und die Reinigung nur mittelst Aetzkalk vollzogen werden.

Wie erwähnt werden nur etwa 80 % der Kesselsteinbildner entfernt, was übrigens bei allen Wasserreinigungsverfahren der Fall ist. Die übrigbleibenden circa 20 % gehen in den Kessel über und schlagen sich hier theils an den ruhigeren Stellen als Schlamm nieder, theils bilden sie namentlich in der Nähe des Feuers eine dünne mürbe Schicht, welche mittelst Bürste oder Spritze leicht entfernt werden kann. Die mürbe Beschaffenheit dieser Schicht wird durch einen mässigen Ueberschuss des Sodazusatzes begünstigt, womit man noch den weiteren grossen Vortheil erreicht, dass etwa im Wasser befindliche saure oder fette Bestandtheile unschädlich gemacht werden. Auch die im Wasser etwa enthaltenen, für die sogenannten Vorwärmerkessel so verderblichen Gase (Luft und Kohlensäure) können durch das Reinigungsverfahren entfernt werden, wenn man das Wasser in dem offenen Reinigungsbehälter genügend (etwa auf 70°) erwärmt.

Dagegen ist zu beachten, dass die löslichen Salze in dem gereinigten Wasser verbleiben und mit der Zeit im Kessel eine starke Sole bilden werden, in welcher das schwefelsaure Natron und die Chlorverbindungen (Chlormagnesium und Chlorcalcium) das Zerfressen der Kesselwandung besonders auf der Feuerplatte und in der Wasserstandslinie herbeiführen können, was übrigens bei chlorhaltigen Wässern auch dann geschehen wird, wenn man das Wasser nicht reinigt. Dieser Uebelstand — wenn er überhaupt eintritt — lässt sich indess leicht beseitigen, indem man die im Kessel nach und nach entstehende concentrirte Salzlösung von Zeit zu Zeit durch gänzlich Ablassen und Füllen mit frischem Wasser ganz entfernt oder sie durch theilweises Ablassen und Nachspeisen in verdünntem also unschädlichem Zustande erhält. Diese Vorsichtsmaassregel sollte bei langgehenden Kesseln immer beobachtet werden, wenn sie auch nur in einzelnen Fällen unbedingt nothwendig erscheint.

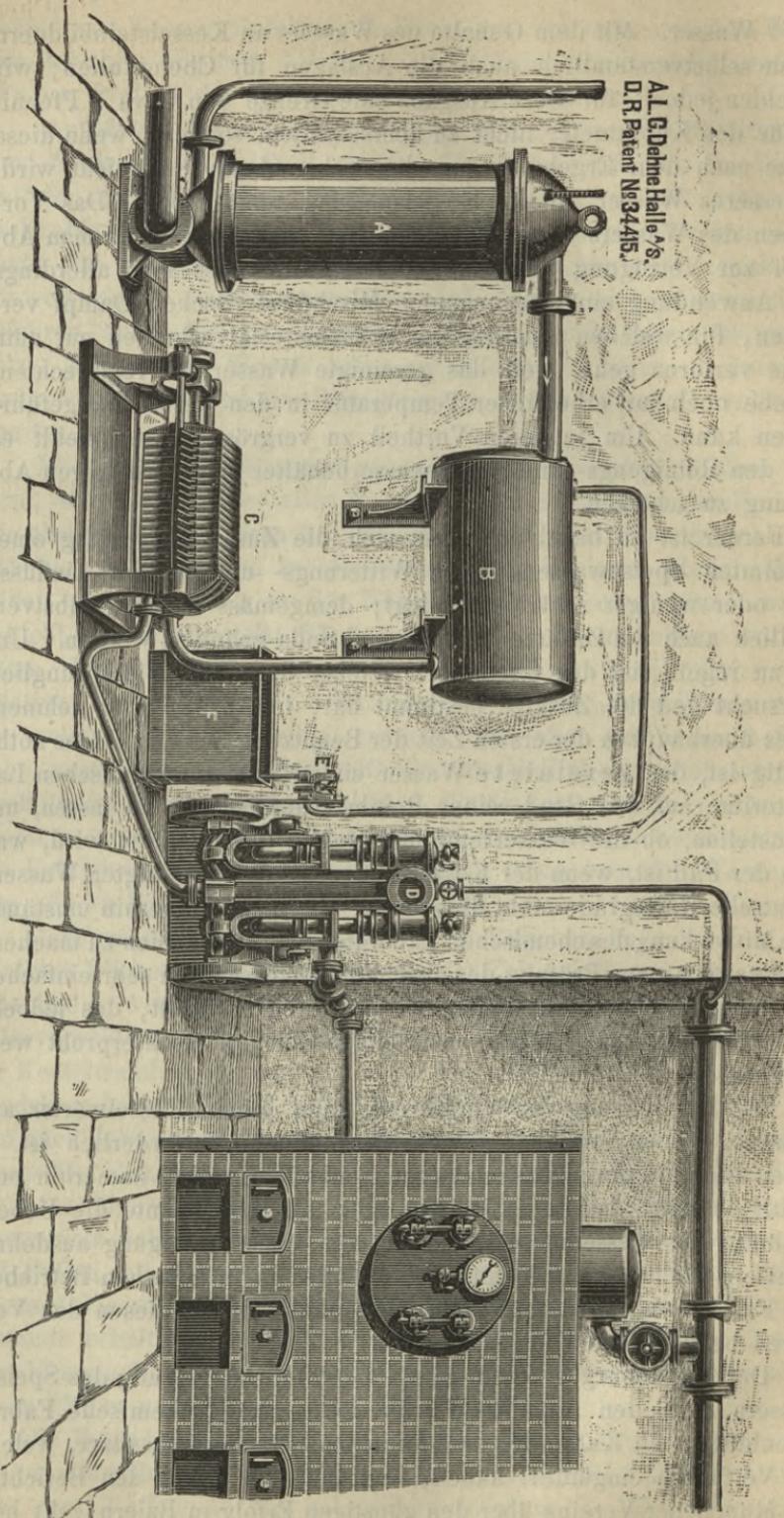
Die Betriebskosten umfassen das Vorwärmen des Wassers und die Ausgaben für Kalk und Soda. Letztere betragen im Durchschnitte nicht ganz 2 Pfennige und schwanken zwischen $\frac{3}{4}$ bis 5 Pfennigen

für 1^{lm} Wasser. Mit dem Gehalte des Wassers an Kesselsteinbildnern steigen selbstverständlich auch die Auslagen für Chemikalien; wir empfehlen jedoch, für diese Ausgabe eine Grenze von etwa 8 Pfennigen für den Kubikmeter nicht zu überschreiten, sondern, wenn diese Grenze nach dem Ergebniss der chemischen Analyse erreicht wird, ein besseres Wasser für die Kesselspeisung aufzusuchen. Das Vorwärmen des Wassers verursacht keine Betriebskosten, wenn man Abdampf zur Verfügung hat; im anderen Falle muss man allerdings unter Anwendung einer sogenannten Mischdüse frischen Dampf verwenden, für welchen indessen der Brennmaterialverbrauch nur zum Theile verloren geht, weil das gereinigte Wasser bei regelrechtem Betriebe noch mit erheblicher Temperatur in den Kessel übergeführt werden kann. Um letzteren Vortheil zu vergrössern, empfiehlt es sich, den Reinigungs- und Speisewasserbehälter möglichst gegen Abkühlung zu schützen.

Ferner ist zu beachten, dass sich die Zusammensetzung eines bestimmten Speisewassers durch Witterungs- und andere Einflüsse mehr oder weniger zu ändern pflegt; demgemäss müssen selbstverständlich auch die Zusätze an Kalk und Soda geändert werden. Um dies zu regeln, ist der Chemiker, welcher das Wasser ursprünglich untersucht und die Zusätze bestimmt hat, in Anspruch zu nehmen, wie es überhaupt in der ersten Zeit der Benutzung des Verfahrens nothwendig ist, das gereinigte Wasser einige Male im chemischen Laboratorium auf den Grad seiner Reinheit untersuchen zu lassen, um festzustellen, ob die Wasserreinigung richtig durchgeführt wird, was dann der Fall ist, wenn der Kesselsteingehalt des gereinigten Wassers 4 deutsche Härtegrade nicht übersteigt. Um diese immerhin umständliche Mitwirkung des chemischen Laboratoriums entbehrlich zu machen, hat Gyssling zur Prüfung des gereinigten Wassers ein sehr einfaches von jedem Techniker ausführbares Verfahren ermittelt, das jedoch, bevor wir es veröffentlichen, noch einige Zeit praktisch erprobt werden muss.

Die Handhabung des Verfahrens kann jedem Kesselwärter anvertraut werden, welcher — wie dies ohnehin erforderlich ist — seinen Dienst aufmerksam und gewissenhaft versieht; immerhin empfiehlt es sich, dass der Besitzer oder Aufsichtsbeamte die Ueberwachung des Kesselhauses auch auf die Wasserreinigung ausdehnt. Steht ein Chemiker zur Verfügung, wie dies ja in manchen Betrieben der Fall ist, so wird man selbstverständlich durch diesen das Verfahren beaufsichtigen lassen.

Der Magdeburger Verein empfahl 1876 die Reinigung des Speisewassers nach den Angaben des Dr. Schenkel, chemische Fabrik Eisenbüttel, mit Kalkmilch und Soda und die Kesselbesitzer, welche das Verfahren eingeführt haben, sind zufrieden. Aus den Berichten des Münchener Vereins über den günstigen Erfolg in Baiern geht her-



AL. G. Dehne Halle's.
D.R. Patent N^o 34415.

Fig. 126.

vor, dass die vorhin beschriebene Reinigungsmethode mit denselben chemischen Mitteln sich vortrefflich bewährt hat.

4. Aetznatron wird auch allein ohne Kalkmilch angewendet und kann dann von Nutzen sein, wenn die örtlichen Verhältnisse eine Reinigung des kalten Wassers ohne hohe Erwärmung erwünscht machen.

5. Ist das Wasser ganz frei von Gyps, so hat man ein sehr billiges Mittel zur Fällung des doppelkohlensauren Kalkes in der Mischung mit gelöschten Kalk.

Hierzu gehört die einfachste Einrichtung und die geringste Zeit.

Solche Wässer giebt es aber sehr selten und da es immer erwünscht ist auch die Fette, welche aus der Dampfmaschine mit dem Dampfe kommen, unschädlich zu machen, so empfehlen wir stets Zusatz von Soda.

6. Zu allen Zeiten hat man versucht, praktische Apparate zu construiren, um die mittelst Chemikalien aus dem Wasser ausgeschiedenen Theile sozusagen automatisch aufzufangen. Aus diesen Bestrebungen entspringt die patentirte Einrichtung von A. L. G. Dehne in Halle, von welcher wir in Fig. 126 eine Skizze bringen.

Der Abdampf durchstreicht den Vorwärmer *A*, das Speisewasser ebenfalls. Letzteres tritt in das Klärgefäss *B*, in welches zugleich die Chemikalien eingespritzt werden, welche eine kleine Pumpe *E* aus dem Kasten *F* holt.

Die Dampfmaschine saugt nun aus dem Gefässe *B* und durch die Filterpresse *C* das Wasser mit denjenigen Ausscheidungen, welche auf chemischem Wege ausgeschieden sind und nun in den Filtertüchern der Presse hängen bleiben.

Soweit wir von anderer zuverlässiger Seite gehört und selbst an ausgeführten Anlagen beobachtet haben, so geht die Sache recht gut.

Selbstredend muss die Filterpresse je nach der Reinheit des Wassers mehr oder weniger oft gereinigt werden.

Wie gross der Verschleiss der Filtertücher ist, das können wir noch nicht sagen, da unsere Erfahrungen mit der Dehne'schen Methode noch zu kurz sind.

In dem Protokoll der Versammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine 1887 (cfr. Zeitschrift des Verbandes Mai-Nummer 1888) ist ein Fall erwähnt, bei welchem es sich um eine stündliche Reinigung von 6 ^l Wasser handelte, welches ganz ausserordentlich gypshaltig ist. Es reichten 5 aufgestellte Filter nicht aus, dagegen 2 Filterpressen, die sich leicht reinigen liessen. Nach 12stündigem Betriebe sass auf den Filtern eine Schlammschicht von 15 ^{mm} Dicke. Ohne Reinigung setzte sich in den Kesseln in 4 Wochen ein Kesselstein ab von 10 ^{mm} Dicke, nach Herstellung der Reinigung war nach 26 Wochen kaum ein Ansatz von Stein vorhanden.

7. Ueber den neuerdings eingeführten Apparat von Paul Gaillet in Lille, dessen Patent Nr. 38032 die Maschinenbau-Anstalt Humboldt in Kalk erworben hat, können wir leider aus eigener Erfahrung nicht berichten. In dem Apparate wird Soda und Aetzkalk zum Niederschlagen der Beimengungen im Wasser benutzt. Der Zufluss der gelösten Reagentien und des frischen ungereinigten Wassers erfolgt automatisch durch einen Schwimmerregulator. Das Ablagern der ausgeschiedenen Massen erfolgt in einem grossen Kasten, welcher eine grosse Zahl reihenweise aufgestellter flacher, geneigter Wände enthält. Das Wasser durchfliesst in vielfachen Windungen diese Wände von unten nach oben und von oben nach unten, wobei eine ziemlich vollkommene Ausscheidung des Kalkes und Gypses auf diesen Wänden erfolgen soll.

Bei letztem Ausflusse passirt das Wasser eine Filterschicht von Hobelspänen oder dergleichen.

Der ausgeschiedene Schlamm rutscht von den schrägen Wänden von selbst hinunter in einen spitzen Rumpf, aus welchem er durch Ausblasen entfernt wird.

Uns will der Apparat wohl gefallen, doch können wir dies Urtheil nur auf Betrachtungen stützen.*)

8. Bohlig u. Heyne wenden Magnesiumoxydhydrat oder basisch kohlensaures Magnesiumoxydhydrat an.

Das Verfahren der Reinigung ist den Herren patentirt. Es wird in Gefässen ausgeführt oder in einer continuirlich arbeitenden Batterie.

Das Magnesiumoxydhydrat absorbirt aus dem Wasser gleich dem Aetzkalk oder Aetznatron aus dem Wasser die freie und halbgebundene Kohlensäure, hierdurch verliert das Kalkecarbonat seine Löslichkeit und scheidet sich ab, während die gebildete einfachkohlensaure Magnesia (der Soda entsprechend) den anwesenden Gyps zersetzt und wieder als Carbonat ausscheidet. Auch das in fast allen Wässern enthaltene Magnesiumbicarbonat geht in Monocarbonat über. Eisenoxyd, Thonerde, Kieselerde werden gleichfalls durch Magnesia gefällt.

Das Wasser ist bis auf geringe Spuren kalkfrei und enthält statt des Gypses nunmehr leichtlösliches Bittersalz und so viel Magnesiumcarbonat als kein Gyps mehr zur Zersetzung vorhanden war.

Die Bottichreinigung ist nun ebenso wie die mit Soda eingerichtet. Basisch kohlensaure Magnesia wird bei kohlensäurearmen und gypsreichen Wässern benutzt.

Die automatische Reinigung führen Bohlig u. Heyne in einer Batterie aus, welche mit 2, 3 oder 4 eisernen Cylindern ausgerüstet ist.

*) Wir verweisen auf die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Nummer 17. Jahrgang 1888, woselbst der Apparat genau beschrieben ist.

In Fig. 127 bringen wir eine Skizze der Batterie und bemerken, dass der Magdeburger Verein für Dampfesselbetrieb seit mehr als 5 Jahren eine solche in seiner Versuchsstation mit ausgezeichnetem Erfolge im Betriebe hat.

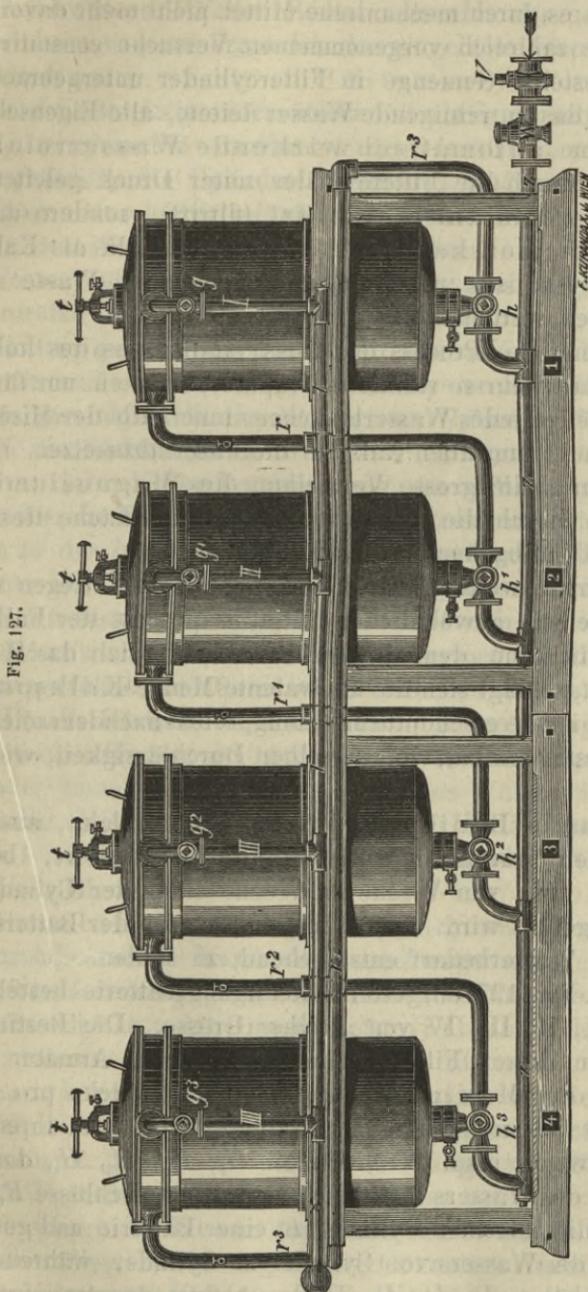


Fig. 127.

Das Verfahren gründet sich auf folgenden Grundsätzen:
Mischt man entsprechende Gewichtstheile fein gepulvertes Mag-

nesiapräparat mit groben Säge- oder Raspelspanen und der nöthigen Menge Wasser innig zusammen, so tritt, während sich das Gemenge von selbst erwärmt, Hydratbildung ein. Nach kurzer Zeit ist das so gebildete Magnesiahydrat so fest mit der Faser verbunden, dass es durch mechanische Mittel nicht mehr davon zu trennen ist. Die zahlreich vorgenommenen Versuche constatirten, dass das so hergestellte Gemenge in Filtercylinder untergebracht, durch welche man das zu reinigende Wasser leitete, alle Eigenschaften besitzt, um eine automatisch wirkende Wasserreinigung zu haben. Das durch die Filtercylinder unter Druck geleitete Wasser ist nicht nur vollständig geklärt (filtrirt), sondern dasselbe ist auch vollkommen kalkfrei, indem der Kalk als Kalkspath in die Faser krystallisirt und vom durchfliessenden Wasser nicht hinweggewaschen werden kann.

Der chemische Process des Auskrystallisirens des kohlensauren Kalkes ist dabei ein so wunderbar rapider, dass ein nur fünf Minuten langes Verweilen jedes Wassertheilchens innerhalb der Mischung vollkommen genügt, um allen Kalk an die Faser abzusetzen. Es erklärt sich dies durch die grosse Vertheilung des Magnesiumoxydhydrats, d. h. durch die ungeheure Absorptionsfläche desselben für die freie und halbgebundene Kohlensäure.

Es ist ohne weiteres klar, dass von einem Verlegen der Masse, wie es bei einem gewöhnlichen Filtrationsprocess der Fall ist, nicht die Rede sein kann, denn in dem Maasse, als sich das Magnesiahydrat löst, schlägt sich die äquivalente Menge Kalkspath nieder; thatsächlich ist die erschöpfte Mischung, selbst nachdem solche 40 Tage in Arbeit gestanden hat, von derselben Durchlässigkeit, wie die frisch eingesetzte.

Die ganze Bedienung, welche eine solche, aus mehreren Filtercylindern zusammengesetzte Batterie erfordert, besteht nur darin, dass etwa von Woche zu Woche einer der Cylinder entleert und frisch gefüllt wird. Sonst ist nur der vor der Batterie liegende Hahn, dem Wasserbedarf entsprechend, zu stellen.

Die in Fig. 127 dargestellte Reinigungsbatterie besteht aus vier Cylindern I, II, III, IV von gleicher Grösse. Die Bestimmung der Dimensionen dieser Filtercylinder nebst deren Armatur bleibt abhängig von der Maximalwassermenge, welche pro 12 Stunden die Batterie passiren soll. Die Cylinder haben an ihren Böden je einen Zweibege- resp. Wechselhahn H_1, H_2, H_3, H_4 , durch welche der Eintritt des Wassers stattfindet. Die Rohranschlüsse R_1, R_2, R_3, R_4 verbinden die einzelnen Cylinder zu einer Batterie und gestatten den Uebergang des Wassers von Cylinder zu Cylinder, während einer der Durchgangshähne D_1, D_2, D_3, D_4 den Abfluss des gereinigten Wassers nach der gemeinschaftlichen Abflussleitung A resp. einem Sammelbassin oder Vorwärmer ermöglicht. Jeder der Cylinder erhält im

Innern mehrere über einander gestellte cylinderförmige Etageeinsätze mit Siebboden. Die Einsätze sind auf einander dichtend eingestellt und wird der oberste Einsatz durch ein aufgelegtes Kreuz gegen die Wandung des Cylinders abgedichtet, so dass die im Cylinder vorhandenen schädlichen Räume von einander getrennt sind, das Wasser also stets gezwungen ist, das eingelegte Präparatgemenge zu durchdringen.

Die Betriebsfähigkeit einer solchen Reinigungsbatterie ist vorhanden, nachdem die einzelnen Etageeinsätze E mit der Füllmasse fest gestopft, die Cylinder geschlossen sind und die Abdichtung der Etagen durch den mittelst Schraube F hergestellten Druck erfolgt ist. Der Wechselhahn H_1 am Cylinder I ist so zu stellen, dass das Wasser aus der gemeinschaftlichen Zufussleitung Z in Cylinder I eintreten kann. Die Wechselhähne H_2, H_3, H_4 sind gegen die Zufussleitung geschlossen und gestatten den Uebertritt des Wassers von Cylinder I nach II , von II nach III , von III nach IV . Der Ausfluss des gereinigten Wassers erfolgt am Cylinder IV durch den Hahn D_4 in die Abflussleitung A .

Nachdem der mit der Batterie verbundene Wasserzähler W die durchgeflossene Wassermenge so gross bezeichnet, wie solche im Verhältniss zu der in einen Filtercylinder eingebrachten Menge Magnesiapräparat sein darf (dieses Verhältniss kann nur nach der von jedem Wasser festgestellten Analyse bestimmt werden), wird der erste Cylinder entleert und mit frischer Füllmasse versehen. Die Wechsel- und Durchgangshähne sind dann so zu stellen, dass das Wasser Cylinder II, III, IV, I passirt. Durch einfache Hahnstellung wird also ein systematischer Turnus der Art eingehalten, dass der frisch gefüllte Cylinder immer der letzte ist, den das Wasser durchströmt. Dasselbe nimmt also seinen Weg: Cylinder I, II, III, IV , nach Frischfüllung von I ist der Lauf: II, III, IV, I , ferner III, IV, I, II , alsdann IV, I, II, III u. s. w.

Die Dimensionen der Filtercylinder, die, wie schon erwähnt, von der durchfliessenden Maximal-Wassermenge abhängig bleiben, sind in der Regel derartig gewählt, dass das in einen derselben eingebrachte Gewicht von Magnesiapräparat ausreicht, um die Batterie unverändert circa 6 Tage in Betrieb zu haben. Es werden sich aber auch kürzere und längere Betriebszeiten ergeben, je nachdem die Analyse des untersuchten Wassers den Aufwand von Magnesiapräparat bestimmt und ob die Batterie für Tag- und Nachtbetrieb oder nur für Tagesbetrieb Wasser zu reinigen hat.

Das zu reinigende Wasser lässt man der Batterie von einem Hochreservoir zufließen, dessen geringste Höhenlage danach bestimmt wird, ob das gereinigte Wasser aus der Batterie freien Ausfluss hat, oder ob es hoch gedrückt werden soll. Letzterer Fall wird hauptsächlich da zur Ausführung kommen, wo es sich um Einführung des

gereinigten Wassers in höher gelegene Sammelreservoirs oder Vorwärmer handelt.

Die Wirksamkeit der Bohlig u. Heyne'schen Reinigung mittelst Magnesia ist nicht unangefochten geblieben, es ist vielmehr zur Vorsicht gemahnt, weil es noch nicht bewiesen sei, ob die corrodirende Wirkung des Chlormagnesiums bei der Behandlung mit Magnesia beseitigt werde. Wir können aus unserer 6 jährigen Praxis an einer ganzen Reihe von Bohlig u. Heyne'schen Reinigungsbatterien nicht einen einzigen Fall nennen, bei welchem wir Beschädigungen des Bleches hätten nachweisen können.

Prof. Dr. Stohmann in Leipzig, welcher sich viel mit Untersuchungen über das Reinigungsverfahren beschäftigt hat, bestätigt unsere Erfahrungen. Er berichtet unter Anderem wörtlich:

Der Erfolg der heissen Reinigung spricht sich noch viel deutlicher aus als bei der kalten Reinigung. Der Kalkgehalt ist im Verhältniss von 100 zu 3,8 reducirt, es verbleibt im Wasser eine so geringe Spur, dass man vom praktischen Standpunkt das Wasser als kalkfrei bezeichnen kann. Die Zunahme an gelöster Magnesia ist hier weit geringer als bei dem kalt gereinigten Wasser. Die Menge der beim Verdampfen sich schlammförmig abscheidenden Magnesia beträgt hier nur 53,7 g im Cubikmeter, während sie bei der kalten Reinigung 102 g betragen hatte, oder was dasselbe ist: die Menge des sich bildenden Schlammes ist durch die heisse Reinigung im Vergleich zu der kalten auf nahezu die Hälfte vermindert.

Diese Verringerung der Menge der schlammbildenden Magnesia wird dadurch herbeigeführt, dass die doppeltkohlensaure Magnesia bei der Heisswasserreinigung bereits in der Batterie in unlösliche einfachkohlensaure Magnesia zerlegt wird, und daher nicht mit in das Speisewasser gelangt. Hiermit ist aber ein weiterer Vortheil von grösster praktischer Tragweite verbunden. Die in der Reinigungsbatterie verbleibende kohlensaure Magnesia dient dort zur Zersetzung des schwefelsauren Kalkes, wodurch also eine bedeutende Ersparniss an Magnesiahydrat herbeigeführt wird. Diese Thatsache ist durch den praktischen Betrieb vollauf bestätigt worden, insofern als seit der Einführung der Heisswasserreinigung die mit Magnesiahydrat gefüllten Cylinder doppelt so lange benutzt werden können als vorher.

Bei der Heisswasserreinigung verlaufen daher offenbar drei Prozesse in unmittelbarer Reihenfolge:

1. Zersetzung des doppeltkohlensauren Kalkes unter Bildung von einfachkohlensaurem Kalk und doppeltkohlensaurer Magnesia.
2. Umwandlung der doppeltkohlensauren Magnesia in unlösliche einfachkohlensaure Magnesia.
3. Zersetzung des schwefelsauren Kalkes durch die aus dem doppeltkohlensauren Salz abgeschiedene einfachkohlensaure Magnesia.

Ob der Gehalt des gereinigten Wassers an gelöster Magnesia weiter herabzudrücken ist als auf einige 50 g pro Cubikmeter, ist sehr zweifelhaft, da alle hier in Betracht kommenden Magnesiaverbindungen: kohlen saure Magnesia, basisch kohlen saure Magnesia, Magnesiahydrat eine gewisse Löslichkeit besitzen. Nachtheilig wirkt der verbleibende geringe Gehalt keinesfalls, da der sich bildende Schlamm nicht an den Kesselwandungen haftet und durch ein periodisch vorzunehmendes Ausblasen mit grösster Leichtigkeit zu beseitigen ist. Andererseits bietet die abgeschiedene Magnesia einen gewissen Vortheil dar. Bei solchen Wässern, welche Chlorcalcium enthalten, bildet sich bei der Reinigung eine entsprechende Menge von Chlormagnesium. Da nun concentrirte Lösungen von Chlormagnesium beim Verdampfen sich partiell zersetzen unter Bildung von freier Chlorwasserstoffsäure und basischem Chlormagnesium, so hat man gefolgert, dass die Wässer, in denen Chlormagnesium enthalten ist, nothwendigerweise die Kesselbleche angreifen müssen. Hierfür hat man eine Bestätigung in der raschen Zerstörung der Kessel der Seedampfer finden zu können geglaubt. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass in dem zum Speisen der gewöhnlichen Dampfkessel verwendeten Wasser sich Chlorcalcium nur ausnahmsweise findet und dass bei normalem Betriebe der mit süssem Wasser gespeisten Dampfkessel das Wasser niemals eine ähnliche Concentration annehmen kann, wie das der auf Salzwasser angewiesenen Meeresdampfer, wodurch also die Gefahr der Zersetzung des Chlormagnesiums bedeutend verringert wird. In unserem Falle ist aber die den Kesseln angeblich drohende Zerstörung durch die Gegenwart des stark alkalisch wirkenden Schlammes gänzlich ausgeschlossen, da etwa vorhandenes Chlormagnesium durch die den Schlamm bildende Magnesia in basisches Chlormagnesium übergeführt wird, oder auch dadurch, dass etwa frei werdende Chlorwasserstoffsäure im Entstehungsmoment in dem alkalisch wirkenden Wasser momentan gebunden wird. Diese Thatsache wurde bestätigt durch Untersuchung des Wasserrückstandes, welcher im Kessel verblieben war, nachdem 1000 ^l kalt gereinigtes Wasser in demselben verdampft waren. Dieses Wasser enthielt nicht eine Spur von Eisen.

Wir wollen unsere Betrachtungen über Reinigung des Speisewassers nicht schliessen, ohne auf das vortreffliche Werk des Dr. Ferdinand Fischer in Hannover „die chemische Technologie des Wassers“ aufmerksam zu machen. Für unsern Fall interessirt besonders das Capitel 2 der zweiten Lieferung über „Kesselspeisewasser“, Seite 208—279.

Auch Dr. Fischer empfiehlt aufs Wärmste die vorherige Reinigung des Kesselspeisewassers und macht

die Wahl der Mittel in jedem einzelnen Falle abhängig von einer genauen chemischen Analyse des Wassers. Ob Bottichreinigung oder automatische, muss nach den örtlichen Verhältnissen beurtheilt werden, wobei aber stets ein Stück Liebhaberei eine gewisse Rolle spielen wird.

Wir können dies vollständig unseren Ansichten entsprechend bestätigen.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Dampfkesselexplosionen.

Alljährlich fordern die Kesselexplosionen beträchtliche Opfer an Menschenleben und Eigenthum und daher ist es natürlich, dass Wissenschaft und Praxis wetteifern, um den Ursachen derselben auf die Spur zu kommen, und Mittel und Wege anzugeben, welche geeignet sind, sie zu verhüten.

Ueberblicken wir nun die bereits zurtückgelegte Bahn in diesem edlen Wettkampfe, so müssen wir gestehen, dass die Praxis, wo sie sich der Angelegenheit ernstlich annahm, ganz erhebliche Erfolge errungen hat, während die Wissenschaft eigentlich nur wenig zur Verhütung der Explosionen gethan hat.

So oft, so dringend auch die Wünsche laut geworden sind, durch exacte wissenschaftliche Versuche manche wichtige Erscheinungen klar zu stellen, z. B. die Festigkeit der Flammrohre gegen äusseren Druck, die Festigkeit ebener Stirnwände, die Ausdehnungsfähigkeit der Nietnähte innerhalb der Dichtigkeitsgrenze, die Biegungsverhältnisse der einzelnen Kesseltheile in Folge eintretender Temperaturverschiedenheiten und ihr Einfluss auf die Festigkeit und Dichtigkeit, der Einfluss der chemischen Constitution des Eisens auf das Verrosten u. s. w., so wenig ist darin gethan. Erst in ganz neuerer Zeit ist man der Erörterung dieser Fragen näher getreten.

Besser ist es der Praxis gegangen, welche durch eine sorgfältige, wiederholte Revision der Kessel seitens sachverständiger Ingenieure für die Sicherheit und für die Verlängerung des Dienstalters der Kessel erhebliche Dienste geleistet hat. Die Erfolge der freiwilligen Dampfkessel-Revisionsvereine, welche diese Dienste geleistet haben, sind in der That grosse zu nennen, und in allen Ländern Europa's, in denen sie wirksam sind, offen anerkannt. England ist darin mit leuchtendem Beispiele vorangegangen und seit 1866 resp. 1870 sind Deutschland, Oesterreich, Schweiz, Belgien und Frankreich gefolgt.

Die Entwicklung der Revisionsvereine verdankt man in Deutschland insofern nicht unwesentlich den maassgebenden Behörden, als dieselben in Anerkennung ihrer Leistungen ihre Ingenieure mit amtlichen Befugnissen ausgestattet haben und ihre Organisation und ihren Geschäftsgang in feste Bahnen lenkten, so dass auch in dieser Beziehung das industrielle Publikum Vertrauen zu ihnen fassen konnte.

Die Revisionsvereine fassten die Aufgabe der Revision der Dampfkessel von ganz anderem Gesichtspunkte an, als dies die bisherige Revision durch die Staatsbeamten that. Nach dem Muster der seit 1860 wirkenden englischen Vereine wurde der Grundsatz aufgestellt, dass nicht allein alljährlich etwa 2—3 periodische Revisionen pro Kessel ausgeführt werden müssen, sondern dass auch spätestens alle 2 Jahre eine innere Revision erfolgen müsse. Letztere waren bislang gar nicht üblich gewesen und erstere erfolgten etwa alle 1 bis 2 Jahre einmal von Baubeamten als Nebenbeschäftigung. Dabei wurde es als besondere Aufgabe der Vereinsingenieure (welche im Dampfkesselbetriebe erfahrene Ingenieure sein mussten) angesehen, bei jeder Revision die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit der Heizer zu prüfen und letztere über ihre Pflichten zu informiren.

Dass durch solche Controlle eine wesentliche Besserung in der Sicherheit der Kesselanlagen entstehen musste, das liegt klar auf der Hand.

Der Erfolg einer alljährlich mehrmaligen Revision der Kessel durch sachverständige Maschineningenieure, welche diese Thätigkeit berufsmässig ausüben, auf die Verminderung der Explosionen ist aus der Statistik evident nachweisbar und zwar sowohl aus den statistischen Nachweisen der Vereine in allen Ländern, als auch namentlich aus der amtlichen Explosionsstatistik Deutschlands.

Diese Explosionsstatistik, welche amtlich und nach einheitlichen Grundsätzen von allen Ländern allein in Deutschland seit 1877 erhoben wird, ist von erheblichem Werthe für die Praxis und Wissenschaft. (Die amtlichen Berichte erscheinen alljährlich in der Buchhandlung von Puttkammer u. Mühlbrecht in Berlin, und sind Separatabdrücke aus den Monatsheften zur Statistik des deutschen Reiches.)

Ueber jede Explosion wird nach Vorschrift des Bundesraths-Erlasses vom zuständigen Revisor ein Fragebogen ausgefüllt und muss binnen 4 Wochen der vorgeschriebenen Landesbehörde eingereicht werden. Letztere sammelt sie und sendet sie dem Kaiserlich Deutschen statistischen Amte.

Der Fragebogen hat folgenden Inhalt:

Deutsche Dampfkessel- und Dampfmaschinenstatistik.

Fragebogen für Dampfkesselexplosionen.

Kreis, bezw. Stadtkreis, Oberamt, Amt:

Gemeinde (Ort):

1. Art des Gewerbebetriebs oder der Gewerbeanlage?
2. Name des Besitzers oder Unternehmers?
3. Dampfverwendung: Zur Krafterzeugung? Zu anderen Zwecken, und welchen?
4. Alter des Kessels: in welchem Jahre überhaupt zuerst in Betrieb gesetzt?
in welchem Jahre auf dieser Betriebsstätte zuerst in Betrieb gesetzt?
5. Dampfspannung (festgesetzte höchste) in Atmosphären-Ueberdruck?
6. Bauart des Kessels: Feststehend? Beweglich?
 - a) Einfacher Walzenkessel? liegend? stehend?
 - b) Walzenkessel mit Siederöhren? liegend? stehend?
 - c) Engröhriger Siederohrkessel:
mit Siederöhren bis zu 10^z liegend? stehend?
mit Siederöhren über 10 bis 15^z liegend? stehend?
 - d) Flammrohrkessel mit 1? 2 Flammr.? liegend? stehend?
 - e) Flammrohrkessel mit Quersiedern? liegend? stehend?
 - f) Heizröhrenkessel ohne Feuerbüchse? liegend? stehend?
 - g) Feuerbüchsenkessel mit Heizröhren:
mit vorgehenden Heizröhren? liegend? stehend?
mit rückkehrenden Heizröhren? liegend? stehend?
 - h) Feuerbüchsenkessel mit Siederöhren? liegend? stehend?
7. Hauptmaasse des Kessels (NB. in eine kleine Handskizze einzutragen):
8. Firma und Wohnort des Erbauers des Kessels?
9. Gesamtinhalt des Kessels in Cubikmeter?
10. Material des Kessels: Art und Qualität?
11. Angabe der Blechstärken?
12. Beschreibung der Art und Ausführung der Verbindung (Ver-nietung, Verschraubung) und Verankerung der einzelnen Theile des Kesselkörpers?
13. Speisung des Kessels: Speisevorrichtung?
Beschaffenheit des Speisewassers (Niederschläge: Schlamm, Kesselstein)?
14. Feuerung: Unterfeuerung? Zwischenfeuerung? Vorfeuerung? Innenfeuerung? Gemischte Feuerung?
15. Brennmaterial? Steinkohle? Braunkohle? Torf? Holz? Koks? Generatorgase? entweichende Gase? Anderes und welches Brennmaterial?
16. Rostfläche in Quadratmeter?
17. Benetzte Heizfläche in Quadratmeter?

18. Annähernde durchschnittliche Betriebszeit: Arbeitstage im Jahre und Arbeitsstunden im Tage?
 19. Amtliche Revision: wann letzte äussere? wann letzte innere? NB. Abschrift der Revisionsbefunde ist beizulegen.
 20. Wurde etwaigen Revisionsbemerkungen Folge gegeben?
 21. Wie oft wurde der Kessel durchschnittlich gereinigt? wann und wie wurde die letzte Reinigung ausgeführt?
 22. Seit wann war der Kesselwärter angestellt? hatte er Nebenbeschäftigungen und welche?
 23. Hat der Kessel Ausbesserungen erfahren, wann und welche?
 24. Beschreibung des Kesselbetriebes unmittelbar vor der Explosion?
 25. Zeit der Explosion: Tag und Stunde?
Zeit des ersten Eintreffens des Revisors auf der Explosionsstätte?
 26. Wirkungen der Explosion:
 - a) Zahl der Verunglückten: sofort oder binnen 48 Stunden gestorben? schwer verwundet? leicht verwundet?
 - b) Welche Theile des Kesselkörpers sind zerstört?
 - c) Ist der Kessel oder sind einzelne Theile fortgeschleudert: welche und wie weit?
 - d) Welche Zerstörung erfolgte an den Ausrüstungsgegenständen?
 - e) Welche Zerstörung erfolgte an dem Kesselmauerwerke?
 - f) Welche Zerstörung erfolgte am Kesselhause?
 - g) Welche Zerstörung erfolgte an benachbarten Gebäuden und Gegenständen?
 27. Beschreibung der zerrissenen Theile des Kesselkörpers und ihrer Bruchstellen?
 28. Befund der Untersuchung der Ausrüstungsgegenstände?
 29. Muthmaassliche Ursache der Explosion?
- Ort und Datum. Der Kesselrevisor.

Zur Beachtung.

1. Die Beantwortung der Fragen geschieht theils durch blosse Unterstreichung des Zutreffenden, theils durch Worte oder Zahlen.

2. Zu Frage 6: Unter Siederrohr ist ein von der Feuerluft von aussen bespültes Rohr, unter einem engen Siederrohr ein solches verstanden, dessen lichte Weite 15^a nicht übersteigt.

Unter Flammrohr (Rauchrohr) ist ein weites, unter Heizrohr (Feuerrohr) ein enges, inwendig von der Feuerluft bespültes Rohr verstanden.

3. Noch zu Frage 6: Kessel, welche nicht streng unter eine der aufgeführten Bauarten passen, lassen sich wahrscheinlich durch Zusammenstellung und Unterstreichung zweier Bauarten bezeichnen; wenn diese nicht ausreichen, ist die wirkliche Bauart durch beson-

dere Erläuterungen auf dem freien Raum dieses Fragebogens oder in einer Beilage anzugeben.

4. Zu Ziffer 24: Bemerkungen über die Beschickung mit Wasser und Feuerung, Behandlung des Sicherheitsventils und Manometers, Räumung des Feuerraumes u. s. w. in den letzten Stunden vor der Explosion.

Ein kurzer Blick auf diesen Fragebogen zeigt, dass das Studium der Zusammenstellungen und Vergleichen der Berichte, sofern die Fragebogen nur von sachverständiger Hand ausgefüllt sind und sofern die Zusammenstellungen über eine längere Reihe von Jahren reichen, ausserordentlich lehrreich ist.

Im Jahre 1886 hat das Kaiserlich Deutsche statistische Amt nun die vorgekommenen Explosionen innerhalb eines 10jährigen Zeitraumes von 1877—86 zum ersten Male in einer Generalzusammenstellung veröffentlicht.

Wir glauben zur Belehrung über Dampfkessel-Explosionen am sichersten und am leichtesten beizutragen, wenn wir hieraus die interessantesten und wichtigsten Auszüge bringen.

Es kamen darnach in Deutschland vor:

im Jahre 1877	. . .	20	Explosionen
„ „ 1878	. . .	18	„
„ „ 1879	. . .	18	„
„ „ 1880	. . .	20	„
„ „ 1881	. . .	11	„
„ „ 1882	. . .	11	„
„ „ 1883	. . .	14	„
„ „ 1884	. . .	14	„
„ „ 1885	. . .	13	„
„ „ 1886	. . .	16	„

Sonach kamen im Jahre durchschnittlich 15,5 Explosionen und in 10 Jahren 155 Explosionen vor. Trotz der Zunahme der Kesselzahl und trotz der Vergrößerung der Ausnutzung (Anstrengung) der Kessel, sowie trotz der Steigerung des Dampfdruckes ist eine entschiedene Abnahme der Explosionsfälle von Jahr zu Jahr ersichtlich, welche man der besseren Ueberwachung in erster Linie, sodann auch der allgemein gestiegenen Intelligenz und der vergrößerten Erfahrung im Dampfbetriebe zuschreiben muss.

Bei den 155 Explosionen sind 160 Menschen getödtet, 92 schwer und 185 leicht verwundet.

Der Construction der Kessel nach stellte sich die Zahl der Explosionen folgendermaassen:

Bei stehenden Walzenkesseln kamen vor . . .	18	Explosionen
„ liegenden Walzenkesseln mit Siederöhren kamen vor	62	„
„ einfachen liegenden Walzenkesseln kamen vor	3	„
„ liegenden Einflammrohrkesseln kamen vor . .	28	„
„ liegenden Zweiflammrohrkesseln kamen vor .	24	„
„ beweglichen Feuerbüchskesseln mit Heizrohren kamen vor	2	„
„ Schiffskesseln mit Heizrohren kamen vor . .	4	„
„ engrohrigen Wasserrohrkesseln kamen vor . .	7	„
„ Locomobilen auf Rädern kamen vor	3	„
„ liegenden Heizrohrkesseln kamen vor . . .	1	„
„ stehenden doppelwandigen Kesseln kamen vor	1	„

Summa 155 Explosionen.

Folgende Ursachen der Explosionen wurden ermittelt:

Wassermangel in	44	Fällen	} 68 Expl.
Zu hohe Dampfspannung	16	„	
Mangelhafte Wartung	7	„	
Gasexplosion in den Zügen	1	„	
Oertliche Blechschwächung	44	„	} 84 Expl.
Mangelhafte Construction	27	„	
Schlechtes, abgenutztes Blech	7	„	
Kesselstein	6	„	
Secundäre Explosion	2	„	
Nicht ermittelt	1	„	

Summa 155 Explosionen.

Will man aus der Zahl der vorgekommenen Explosionen bei den einzelnen Kesselsystemen auf die grössere oder geringere Gefährlichkeit des Systems selbst schliessen, so darf man das nur mit äusserster Vorsicht thun.

Zunächst hängt die Gefährlichkeit von den Betriebsverhältnissen jedes Kessels ab. Offenbar muss ein überanstrengter Kessel leichter entzwei gehen, als ein schwach betriebener, ebenso wenn ein Kessel sehr gross, sehr lang oder klein und kurz ist, oder wenn er mit schlechtem oder gutem Speisewasser arbeiten muss, oder wenn er in Absätzen oder lange Zeit Tag und Nacht im Betriebe ist u. s. w.

Sodann ist es nöthig, dabei die Zahl der wirklich vorhandenen und im Betriebe befindlichen zu den explodirten Kesseln gehörig in Vergleich zu stellen.

Wir wollen, weil die erstgenannte Bedingung nicht zu ermesen ist, die letztere aus der amtlichen deutschen Statistik etwas erläutern.

Im Jahre 1877 waren vorhanden: 49511 feststehende Kessel, darunter gab es:

stehende Walzenkessel	2,3 %
einfache liegende Walzenkessel	10 „
liegende Walzenkessel mit Siederöhren	31,1 „
Einflammrohrkessel	18,4 „
Zweiflammrohrkessel	21,7 „
Feuerbüchskessel mit Heizröhren	6,8 „
Heizröhrkessel	4,9 „
engrohrige Wasserrohrkessel	1,8 „
verschiedene Constructions	3 „
	Summa 100 %

Interessant ist die Vertheilung der Explosionen auf die einzelnen Gewerbebetriebe, in welchen die Kessel Verwendung fanden:

1. Bergwerke	rund 23 %
2. Hüttenwerke	„ 8 „
3. Maschinenfabriken	„ 2 „
4. Chemische Fabriken	„ 1 „
5. Spinnereien und Webereien	„ 4 „
6. Färbereien u. Appreturanstalten	„ 2 „
7. Zuckerfabriken	„ 11 „
8. Dampfmühlen	„ 6 „
9. Schiffe	„ 5 „
10. Andere Anlagen	„ 34 „

Wir wiederholen, dass wenn Jemand Schlussfolgerungen aus der Explosions- und Dampfkessel-Statistik ziehen will, welche mehr als ganz allgemeine grosse Fragen betreffen, sehr vorsichtig sein und emsig alle einschlägigen Factoren gründlich studiren muss.

Bei manchen Explosionsfällen haben mehrere Ursachen zusammengewirkt.

Von grosser Wichtigkeit ist die Thatsache, dass innerhalb 10 Jahren bei 155 Explosionsfällen nur bei einem einzigen die Ursache nicht ergründet werden konnte.

Es sind in allen anderen Fällen solche hervorragende Schwächen des Betriebes und der Beschaffenheit der Anlage gefunden, dass nach dem Ermessen der Sachverständigen hierin der Anlass oder die Ursache der Explosion erkannt wurde.

Mag nun die Beurtheilung des Explosionsfalles absolut richtig sein oder nicht, jedenfalls müssen die ermittelten wesentlichen Schwächen als hauptsächlich zur Explosion mitwirkende Factoren anerkannt werden und so lange eine Kesselanlage noch mit solchen Schwächen und Mängeln behaftet ist, genügt die Erkennung derselben, um aus ihnen Lehren zu ziehen, wie man die Schwächen und Fehler beseitigen oder wie man ihnen vorbeugen soll, denn mit jedem beseitigten Mangel wird offenbar die Explosionsgefahr geringer.

Stellt man sich, wie es die englischen Ingenieure seit vielen Jahren

gethan haben, auf diesen allein richtigen Standpunkt, so bedarf es nicht der Aufstellung von allerhand geheimnissvollen Hypothesen.

Dass das leichtgläubige Publikum durch Angaben über das Auftreten geheimnissvoller Erscheinungen und Kräfte sich leicht täuschen lässt, das ist erklärlich, denn es kennt ja in den seltensten Fällen weder Art und Grösse der wirklich vorhandenen und den Sachverständigen wohl bekannten Kräfte, noch wird es in den meisten Fällen die gefundenen Schwächen der Anlage als ausschlaggebend ansehen.

Dass aber Kesselbesitzer, Kesselerbauer und Kesselwärter vielfach den abenteuerlichsten Hypothesen, wenn sie nur recht gelehrt und complicirt aussehen, eher Glauben schenken als der nüchternen sachlichen Ermittlung, das ist wohl denkbar, denn niemand giebt gern zu, dass sein Kessel schlecht construirt und gebaut, in schlechtem Zustande erhalten und schlecht bewartet ist.

Es ist merkwürdig, wie viele Leute plötzlich Special-Sachverständige sein wollen, wenn ein Kessel explodirt ist!

Und doch verlangt die Untersuchung von Explosionsfällen sowohl ein gründliches Verständniss des Dampfkesselbetriebes, als ein emsiges Studium der Constructionsverhältnisse, der Betriebsweise und des Verhaltens des Kessels im Betriebe!

Hier ist nicht der Platz, um allgemeine Anleitungen zur Untersuchung von Explosionen zu geben, wir können nur dringend rathen, hierzu erfahrene Dampfkessel-Ingenieure zu nehmen, welche in ihrem Berufe sowohl den Dampfkesselbetrieb, als namentlich seine Schwächen und Mängel gründlich kennen gelernt haben.

Die Revisionsvereine halten das Studium der Explosionen seitens ihrer Ingenieure als eine wichtige Aufgabe und pflegen die letzteren nach Nah und Fern zu senden, um Explosionsfälle zu untersuchen. Dadurch erweitern sie ihre Erfahrungen und Kenntnisse und lernen es, wie man Explosionsfälle untersuchen muss.

In dieser Beziehung haben die Vereine unzweifelhaft einen Vorzug. Praxis und Wissenschaft können aus den Explosionsberichten profitieren, weil dieselben ausnahmslos ungeschminkt veröffentlicht werden, denn dadurch unterliegen sie der öffentlichen Kritik aller Sachverständigen, und auf diese Weise wird der wahre richtige Sachverhalt am besten aufgedeckt, welcher zur Explosion geführt hat.

Aus den statistischen Zusammenstellungen ersehen wir, dass mehr als die Hälfte der Explosionen (84 Stück) Folge des mangelhaften Zustandes der Anlage gewesen sind.

Sie hätten so ziemlich alle vermieden werden können, wenn die Kessel genügend oft durch erfahrene Dampfkessel-Ingenieure revidirt worden wären, wenn beim Baue der Kessel eine gründliche Prüfung der Construction und der Qualität des Materiales erfolgt

wäre und wenn der Betrieb der Anlage nach rationellen Grundsätzen geleitet worden wäre.

Dieser Erkenntniss sind die Reglements der Revisions-Vereine entstanden. Ueber die Art und Zahl der jährlichen Revisionen, über die Ueberwachung des Baues neuer Kessel und über die Unterweisung der Besitzer und Heizer im Dampfkesselbetriebe geben sie Vorschriften, welche weit mehr verlangen und weit über dasjenige Maass hinausgehen, welches die amtliche Revision fordert. Letztere kann und soll nur eben das Minimum an Kesselcontrole bieten, welche der Staat verlangen muss, während er den Vereinen überlässt, seine Controle nach Ermessen zu verschärfen.

Wenn unsere vorige Behauptung über den Werth der Dampfkesselcontrole richtig ist, so muss das die Statistik deutlich erkennen lassen. Wir wollen das später noch darthun.

Fast die Hälfte der Dampfkesselexplosionen (68 Expl.) sind durch mangelhafte und unzuverlässige Wartung entstanden. Von diesen 68 Explosionen fielen 44 allein, also fast ein Drittel der gesammten Explosionen, auf Wassermangel.

Zur Verminderung der Gefahren aus Wassermangel haben wir bei Beschreibung der Kesselgarnitur die Anbringung der in der Praxis gebräuchlichen Lärmapparate und Sicherheitsvorrichtungen empfohlen (Seite 193 u. ff.) und glauben, dass unsere Bemerkungen darüber Absatz 5 und 6, Seite 205 auf Grund der Statistik vollständig begründet sind. Wir verweisen auch auf Absätze 2, 3 und 4, S. 196.

Die Gefahren aus mangelhafter Bewartung können natürlich durch Anstellung zuverlässiger und tüchtiger Heizer sehr vermindert werden, wie überhaupt solche Leute die beste Gewähr für einen sicheren Dampfkesselbetrieb bieten.

Aber man kann solche Leute auch mit der Laterne suchen!

Nach unserer Ansicht wird die Bildung eines Heizerstandes nur durch Eröffnung von Schulen und durch Erlass eines Heizergesetzes (etwa wie es Oesterreich seit mehreren Jahren erlassen hat) ermöglicht. Der Nutzen der regelrechten Ausbildung von Heizern ist so recht bei der kaiserlichen Marine und bei den Eisenbahnen zu sehen.

Auch die Revisionsvereine haben sich den Unterricht der Heizer mit als wesentliche Aufgabe gestellt, und suchen ihr durch alljährliche Information seitens der Ingenieure, durch Herausgabe von Betriebsregeln, durch angebahnte theoretische und praktische Unterrichtskurse und durch Verwendung von Wanderlehrheizern gerecht zu werden. Der Nutzen kann nicht ausbleiben.

Trifft das Gesagte zu, so muss der Erfolg auch deutlich in der Statistik erkennbar sein.

Wir wollen dies nun aus der deutschen Statistik nachzuweisen versuchen.

Nach Maassgabe der amtlichen deutschen Statistik sind im Jahre

1878 die gesammten Dampfkessel im Deutschen Reiche (ausgeschlossen sind die Kessel der Militär- und Eisenbahnverwaltungen) zusammengezählt. Darnach gab es Januar 1879 im Deutschen Reiche

49511 feststehende Dampfkessel

9164 Locomobilen und bewegliche Kessel

1462 Schiffsdampfkessel

also in Summa 60137 Dampfkessel.

Nach Dr. Engel's Statistik (Zeitalter des Dampfes) sind in den Jahren des Aufschwunges der Industrie 1871—74 jährlich 2300 Dampfkessel neu beschafft.

In Preussen waren zur selben Zeit 1877 = 38649 Dampfkessel (32411 feststehende Kessel, 5536 Locomobilen, 702 Schiffsdampfkessel) vorhanden und am Ende des Jahres 1886 = 56506 Dampfkessel. Dies ergibt eine jährliche Zunahme von 1800 Dampfkesseln.

Im Deutschen Reiche ist eine weitere Erhebung der Kessel nicht erfolgt, wir glauben aber nicht fehl zu greifen, wenn wir die gleiche Zunahme der Kessel im Deutschen Reiche ebenso wie in Preussen annehmen.

Sonach würden Ende des Jahres 1886 rund 75000 Kessel zu rechnen sein, woraus sich ergibt, dass durchschnittlich auf $\frac{75000 + 56537}{2 \cdot 15,5} = \frac{65768}{15,5} = 4243$ Kessel eine Explosion entfällt.

Nach der eigenen veröffentlichten Statistik der Vereine standen in den 10 Jahren 1877—86 zusammen 164675 Kessel unter Aufsicht der Vereine, also im Durchschnitt pro Jahr 16467.

Aus der deutschen Statistik sind bei den unter Vereinsaufsicht stehenden Kesseln innerhalb 10 Jahren 17 Explosionen vorgekommen.

Unter Vereinsaufsicht entfällt somit auf 9687 Kessel eine Explosion, unter Staatsaufsicht $\frac{49300}{15,5 - 1,7}$ auf 3573 Kessel.

Diese Zahlen beweisen deutlich den günstigen Einfluss der gründlichen und wirksameren Revisionsthätigkeit der Ueberwachungsvereine, oder allgemein gesagt: die Verminderung der Explosionen ist am sichersten durch recht ofte, gründliche innere und äussere Revision der Dampfkessel seitens zuverlässiger Maschinen-Ingenieure zu erreichen, welche im Dampfkesselbetriebe grosse Erfahrung haben und die Revision berufsmässig betreiben.

Nach Maassgabe des Vorhingesagten können wir zum Schlusse unserer Betrachtungen über Dampfkessel-Explosionen Folgendes resumiren:

1. Der Dampfkesselbetrieb ist gefährlich und wird es immer bleiben.
2. Die Statistik aller Länder weist nach, dass wiederholt Kessel aller Systeme und unter allen möglichen Betriebsverhältnissen explodirt sind.

3. Je mehr ein Kessel angestrengt wird, desto mehr steigt die Reparaturbedürftigkeit und die Explosionsgefährlichkeit.
4. Ein gut construirter, regelmässig wiederholt und sachgemäss revidirter und ordentlich bewarteter Dampfkessel bietet so viel Sicherheit gegen Explosionen, wie man vernünftiger Weise nur erwarten kann.

Schon bald nach Erlass der Vorschriften über die amtliche Erhebung der Explosionsstatistik im Deutschen Reiche wurde von Seiten der Kesselbesitzer, Ingenieure und Versicherungs-Gesellschaften die Nothwendigkeit hervorgehoben, dass genau festgestellt werden müsse, was denn „eine Explosion“ sei und welchen Unfall am Dampfkessel man als „eine Kesselexplosion“ bezeichnen müsse.

Es handelt sich also um Feststellung des Begriffes „Explosion“, und zwar deshalb, um die Explosionsstatistik vollständig aufstellen und die wirtschaftlichen Interessen der Kesselbesitzer wahren zu können, welche bei Versicherungs-Gesellschaften ihre Dampfanlagen gegen Explosionsschäden versichern, und um die widerstreitenden Ansichten und Auslegungen seitens der Techniker und Verwaltungsbehörden zu reguliren und zu vereinigen.

Wir regten diese Angelegenheit 1876 auf der Generalversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine in München zum ersten Male an und im Jahre 1879 genehmigte die Generalversammlung die von einer dazu niedergesetzten Commission ausgearbeiteten Vorschläge.

Die Begründung der Vorschläge ist in der Septemhernummer der Zeitschrift des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine 1879 S. 91 enthalten. Unsere damit fast genau übereinstimmende Ansicht ist folgende:

Die an Dampfkesseln vorkommenden Betriebsunfälle kann man in der Hauptsache in 3 Theile theilen, wenn man sie nach ihrem Verlaufe und nach ihrer Art untersucht. Wir führen sie kurz an:

1. Undichtwerden nennt man denjenigen Unfall im Betriebe, welcher entsteht, wenn in Folge einer sich bildenden Oeffnung in der Wandung des Gefässes oder in den Verschlussvorrichtungen für die Kesselgarnitur dasselbe allmählich seinen Inhalt ändert, wobei aber der Weiterbetrieb noch möglich ist. Zu solchen Unfällen gehören z. B. Undichtigkeiten von Stemmungen und Nieten, von entstehenden Nietlochrissen, Undichtwerden der Verbindung der Röhren in der Kesselwandung und untereinander, und Undichtwerden von Flantschverdichtungen, Verschraubungen u. s. w.

2. Beschädigung (Zerreiſung) des Kessels nennt man denjenigen Betriebsunfall, welcher entsteht, wenn in Folge mangelhafter Widerstandsfähigkeit eine Oeffnung (ein Riss) in der Wandung oder eine Deformation derselben entsteht, welche derartigen Umfang hat, dass einerseits eine rasche Entleerung des Inhaltes oder eines Theiles

desselben erfolgt und andererseits die Gefährlichkeit des Betriebes so gross geworden ist, dass die schleunige Einstellung desselben in beiden Fällen erforderlich ist.

Im Allgemeinen kennzeichnet sich die „Beschädigung“ in der Weise, dass ein Riss die schwächsten Stellen zum Ausgangspunkt nimmt und verfolgt, also sich in der Festigkeitslinie hinzieht, und dass die Deformationen Folgen von Ueberhitzungen einzelner Theile bilden.

Die Beschädigung ist unter allen Umständen durch eine Reparatur der betroffenen Theile auszubessern und zu beseitigen.

3. Zerstörung (Explosion) des Kessels nennt man denjenigen Betriebsunfall, welcher entsteht, wenn in der Wandung des Kessels plötzlich eine solche Oeffnung gebildet wird, dass in Folge des plötzlichen Ausströmens des ganzen oder theilweisen Inhaltes von Wasser oder Dampf ein plötzlicher Ausgleich der Spannungen innerhalb und ausserhalb stattfindet. Der Betrieb des Kessels ist sofort von selbst zu Ende.

Die Zerstörung oder Explosion kennzeichnet sich durch das plötzliche Auftreten aller Erscheinungen mit gewaltsamen Wirkungen, sie hält sich an Theile gleicher Widerstandsfähigkeit nicht gebunden. Die Plötzlichkeit des Eintretens der Explosion ist aus der Form der zerrissenen und zerstörten Theile vollständig erkennbar. Durch eine einfache Reparatur der betroffenen Theile sind die Folgen der Zerstörung nicht zu beseitigen, vielmehr ist ein vollkommener Ersatz dieser Theile und in der Regel eine gründliche Untersuchung und Nachbesserung des ganzen Kessels unerlässlich.

Selbstredend liegt auch dann eine Explosion vor, wenn nur an einem Theile eines Kessels der beschriebene Unfall vorgekommen ist. In Folge der verschiedenartigsten Kesselconstructions ist dies besonders hervorzuheben, denn bei Kesseln, welche aus Rohrsystemen bestehen und bei solchen, welche aus mehreren Kesseln combinirt sind, so zwar, dass alle Theile integrirende Bestandtheile des complete Kessels bilden, kann ein Theil, z. B. ein Rohr oder ein Unterkessel mit voller Gewalt explodiren, während der übrige Theil so zu sagen unversehrt bleibt.

Im Publikum ist das Wort „Explosion“ vielfach für alle möglichen Fälle angewandt, und in der technischen Literatur hat man dies als Missbrauch bezeichnet und gesagt, eine Centrifuge, eine Kanone, ein Schwungrad u. s. w. könne nicht explodiren.

Wir können das nicht richtig finden, denn das Publikum verbindet mit dem Begriffe der „Explosion“ lediglich das plötzliche Freiwerden aufgespeicherter elementarer Kräfte, welche natürlich gewaltsame Wirkungen und Zerstörungen zur Folge haben; die Bedeutung des Wortes Explosion aus dem Lateinischen herleiten und darnach eine Erklärung geben zu wollen, erscheint uns vollständig müssig.

Das Publikum, sowohl das deutsche, österreichische, englische, französische, amerikanische u. s. w. hat das Wort „Explosion“ eingeführt und angenommen, und es ist vollständig brauchbar und klar, um diejenigen Unfälle damit zu bezeichnen, welche aus dem plötzlichen Freiwerden angesammelter Kräfte entstehen.

Bei der Explosion von Dampfkesseln handelt es sich ja lediglich um den plötzlichen Ausgleich der Spannungen innerhalb und ausserhalb des Gefässes, und das bedeutet nichts anderes, als das Freiwerden der elementaren Kraft, welche durch das Erhitzen im Wasser angesammelt ist und nun plötzlich bei Entstehung einer entsprechenden Oeffnung frei werden kann.

Zur Erhebung einer möglichst genauen Explosionsstatistik gehört also unbedingt die Erklärung und einheitliche Feststellung darüber, welcher Betriebsunfall am Dampfkessel als Explosion zu bezeichnen sei, wie sie von äusserster Wichtigkeit für das Versicherungswesen und für die Rechtsprechung ist.

Trotz aller Erklärungen und Umschreibungen wird es vorkommen, dass selbst Techniker nicht so leicht im Klaren sein werden, ob eine Beschädigung oder eine Explosion vorliegt. Uns erscheint es vorläufig unmöglich, eine einfache allgemein fassliche Definition für Explosionen aufzustellen, welche nicht angegriffen werden könnte, zumal Beschädigungen (Zerreissungen) und Zerstörungen (Explosionen) oft so in einander laufen, dass es des emsigen Studiums seitens eines erfahrenen Specialfachmannes bedarf, um festzustellen, welcher Betriebsunfall vorliegt.

Die Commission des internationalen Verbandes 1879 schlug deshalb vor, darauf hinzuwirken, dass der Kesselbesitzer gegen Beschädigung und Explosion versichern möge.

Im Jahre 1887 ist dieser praktische Standpunkt zu einer Bedeutung gelangt, welcher dem Hauptvereine deutscher Ingenieure, dem Centralverbande preuss. Dampfkessel-Revisions-Vereine, dem internationalen Verbande der Vereine und den Versicherungs-Gesellschaften Veranlassung zur eingehenden Berathung und zu einer Zusammenfassung der Arbeiten und Vorschläge durch eine Commission gegeben hat. Die Commission hat ihre Arbeit jüngst vollendet, woraus hervorgeht, dass das Bedürfniss nach einer allgemein anerkannten Erklärung des Begriffes „Dampfkesselexplosion“ thatsächlich vorhanden sei. Sie hat die sogenannte Züricher Erklärung von 1879 mit einer einzigen Abweichung angenommen und sie entspricht ziemlich genau unserer vorhin abgegebenen Erklärung.

Die Versicherungs-Gesellschaften erklärten, dass sie in ihre Versicherungsbedingungen den Passus aufnehmen wollten: dass die betreffenden Objecte auch gegen die Gefahr der Beschädigung oder Vernichtung durch Explosion und überhaupt gegen solche Unfälle an

Dampfkesseln (Dampferzeugern) als versichert gelten sollten, durch welche in Folge einer plötzlichen gewaltsamen, durch den Dampfkesselbetrieb verursachten Zerstörung der Wandung des betreffenden Kessels dessen Weiterbetrieb unmöglich gemacht sei. Die bisher übliche Bedingung bleibe daneben nach wie vor bestehen: dass die Gültigkeit dieser Explosions-Versicherung dadurch bedingt sei, dass der Versicherte betreffs der von ihm selbst benützten Kessel allen ihm durch gesetzliche oder polizeiliche Vorschriften auferlegten bezüglichen Pflichten nachkomme.

Bezüglich Bemessung der Versicherungsprämie gaben die Vertreter der Gesellschaften die Erklärung ab, dass es als günstiger Umstand angesehen werde, wenn die Dampfkessel einem freiwilligen Dampfkessel-Ueberwachungsvereine angehörten.

Nach unseren Ansichten genügen diese Erklärungen vorläufig hinreichend, um jeden Techniker in den Stand zu setzen, zu beurtheilen, ob eine Explosion vorliegt, so dass dadurch die Statistik wesentlich vollständiger zu werden verspricht, ebenso wird jeder Techniker etwaige Differenzen zwischen Besitzer und Versicherungs-Gesellschaften durch sachverständige Prüfung und Begutachtung eines vorgekommenen Unfalles schlichten können.

Soll aber die ganze Arbeit durchschlagende Bedeutung erlangen, so ist eine amtliche Anerkennung seitens der Staatsbehörden natürlich unerlässlich.

SECHSTER ABSCHNITT.

Gesetze und Verordnungen,

betreffend

Aufstellung und Betrieb der Dampfkessel

nach den in Preussen und im Deutschen Reiche geltenden Bestimmungen.

1. Bestimmungen, betr. Concessionspflicht.

Die **Gewerbe-Ordnung für den Norddeutschen Bund** vom 21. Juni 1869*), gültig für alle Staaten, ausgenommen: Baiern, Württemberg, Baden, Elsass und Lothringen, bestimmt in

§ 24. Zur Anlegung von Dampfkesseln, dieselben mögen zum Maschinenbetriebe bestimmt sein oder nicht, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich. Dem Gesuch sind die zur Erläuterung erforderlichen Zeichnungen und Beschreibungen beizufügen.

*) Vergl. Keller, Gewerbeordnung für den Nordd. Bund mit Erläuterungen. 2. Aufl., S. 58, 59, 62, 179, 180. (Berlin 1870.)

Die Behörde hat die Zulässigkeit der Anlage nach den bestehenden bau-, feuer- und gesundheits-polizeilichen Vorschriften, sowie nach denjenigen allgemeinen polizeilichen Bestimmungen zu prüfen, welche von dem Bundesrathe über die Anlegung von Dampfkesseln erlassen werden. Sie hat nach dem Befunde die Genehmigung entweder zu versagen, oder unbedingt zu ertheilen, oder endlich bei Ertheilung derselben die erforderlichen Vorkehrungen und Einrichtungen vorzuschreiben.

Bis zum Erlass allgemeiner Bestimmungen durch den Bundesrath kommen die in den einzelnen Bundesstaaten bestehenden Vorschriften zur Anwendung.

Bevor der Kessel in Betrieb genommen wird, ist zu untersuchen, ob die Ausführung den Bestimmungen der ertheilten Genehmigung entspricht. Wer vor dem Empfange der hierüber auszufertigenden Bescheinigung den Betrieb beginnt, hat die im § 147*) angedrohte Strafe verwirkt.

Die vorstehenden Bestimmungen gelten auch für bewegliche Dampfkessel.

Für den Recurs und das Verfahren über denselben gelten die Vorschriften der §§ 20 und 21.

2. Bestimmungen, betr. Einrichtung der Dampfkessel.

Bekanntmachung, betreffend allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln für das Deutsche Reich. Vom 29. Mai 1871.**)

Auf Grund der Bestimmung im § 24 der Gewerbe-Ordnung für den Norddeutschen Bund vom 21. Juni 1869***) hat der Bundesrath nachstehende

*) Gewerbeordnung § 147. Mit Geldbusse bis zu Einhundert Thalern und im Unvermögensfalle mit verhältnissmässiger Gefängnisstrafe bis zu sechs Wochen wird bestraft:

2. Wer eine gewerbliche Anlage, zu der mit Rücksicht auf die Lage oder Beschaffenheit der Betriebsstätte oder des Locals eine besondere Genehmigung erforderlich ist (§§ 16 und 24), ohne diese Genehmigung errichtet, oder die wesentlichen Bestimmungen, unter welchen die Genehmigung ertheilt worden, nicht innehält, oder ohne neue Genehmigung eine wesentliche Veränderung der Betriebsstätte oder eine Verlegung des Locals oder eine wesentliche Veränderung in dem Betriebe der Anlage vornimmt.

In dem Falle zu 2 kann die Polizeibehörde die Wegschaffung der Anlage oder die Herstellung des den Bedingungen entsprechenden Zustandes derselben anordnen.

**) Veröffentlicht im Reichsgesetzblatt Nr. 23, S. 122 und folgende; ausgegeben am 8. Juni 1871.

***) Diese Bestimmungen haben nur Giltigkeit für die Staaten des Deutschen Reiches, in denen die Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 eingeführt ist.

Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln erlassen.

A. Bau der Dampfkessel.

Kesselwandungen.

§ 1. Die vom Feuer berührten Wandungen der Dampfkessel, der Feuerröhren und der Siederöhren dürfen nicht aus Gusseisen hergestellt werden, sofern deren lichte Weite bei cylindrischer Gestalt 25° , bei Kugelgestalt 30° übersteigt.

Die Verwendung von Messingblech ist nur für Feuerröhren, deren lichte Weite 10° nicht übersteigt, gestattet.

Feuerzüge.

§ 2. Die um oder durch einen Dampfkessel gehenden Feuerzüge müssen an ihrer höchsten Stelle in einem Abstand von mindestens 10° unter dem festgesetzten niedrigsten Wasserspiegel des Kessels liegen. Dieser Minimalabstand muss für Kessel auf Fluss- und Landseeschiffen bei einem Neigungswinkel der Schiffsbreite gegen die Horizontalebene von 4° , für Kessel auf Seeschiffen bei einem Neigungswinkel von 8° auch gewahrt sein.

Diese Bestimmungen finden keine Anwendung auf Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10° Weite bestehen, sowie auf solche Feuerzüge, in welchen ein Erglühen des mit dem Dampfraum in Berührung stehenden Theiles der Wandungen nicht zu befürchten ist. Die Gefahr des Erglühens ist in der Regel als ausgeschlossen zu betrachten, wenn die vom Wasser bespülte Kesselfläche, welche von dem Feuer vor Erreichung der vom Dampf bespülten Kesselfläche bestrichen wird, bei natürlichem Luftzug mindestens zwanzig Mal, bei künstlichem Luftzug mindestens vierzig Mal so gross ist als die Fläche des Feuerrostes.

B. Ausrüstung der Dampfkessel.

Speisung.

§ 3. An jedem Dampfkessel muss ein Speiseventil angebracht sein, welches bei Abstellung der Speisevorrichtung durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird.

§ 4. Jeder Dampfkessel muss mit zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein, welche nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind, und von denen jede für sich im Stande ist, dem Kessel die zur Speisung erforderliche Wassermenge zuzuführen. Mehrere zu Einem Betriebe vereinigte Dampfkessel werden hierbei als ein Kessel angesehen.

Wasserstandszeiger.

§ 5. Jeder Dampfkessel muss mit einem Wasserstandsglase und mit einer zweiten geeigneten Vorrichtung zur Erkennung seines Wasserstandes versehen sein. Jede dieser Vorrichtungen muss eine gesonderte Verbindung mit dem Innern des Kessels haben, es sei denn, dass die gemeinschaftliche Verbindung durch ein Rohr von mindestens 60^l lichtigem Querschnitt hergestellt ist.

§ 6. Werden Probirhähne zur Anwendung gebracht, so ist der unterste derselben in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes anzubringen. Alle Probirhähne müssen so eingerichtet sein, dass man behufs Entfernung von Kesselstein in gerader Richtung hindurchstossen kann.

Wasserstandsmarke.

§ 7. Der für den Dampfkessel festgesetzte niedrigste Wasserstand ist an dem Wasserstandsglase, sowie an der Kesselwandung oder dem Kesselmauerwerk durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen.

Sicherheitsventil.

§ 8. Jeder Dampfkessel muss mit wenigstens einem zuverlässigen Sicherheitsventil versehen sein.

Wenn mehrere Kessel einen gemeinsamen Dampfsammler haben, von welchem sie nicht einzeln abgesperrt werden können, so genügen für dieselben zwei Sicherheitsventile.

Dampfschiffs-, Locomobil- und Locomotivkessel müssen immer mindestens zwei Sicherheitsventile haben. Bei Dampfschiffskesseln, mit Ausschluss derjenigen auf Seeschiffen, ist dem einen Ventil eine solche Stellung zu geben, dass die vorgeschriebene Belastung vom Verdeck aus mit Leichtigkeit untersucht werden kann.

Die Sicherheitsventile müssen jederzeit gelüftet werden können. Sie sind höchstens so zu belasten, dass sie bei Eintritt der für den Kessel festgesetzten Dampfspannung den Dampf entweichen lassen.

Manometer.

§ 9. An jedem Dampfkessel muss ein zuverlässiges Manometer angebracht sein, an welchem die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen ist.

An Dampfschiffskesseln müssen zwei dergleichen Manometer angebracht werden, von denen sich das eine im Gesichtskreise des Kesselwärters, das andere, mit Ausnahme der Seeschiffe, auf dem Verdeck an einer für die Beobachtung bequemen Stelle befindet. Sind auf einem Dampfschiffe mehrere Kessel vorhanden, deren Dampfräume mit einander in Verbindung stehen, so genügt es, wenn ausser den an den einzelnen Kesseln befindlichen Manometern auf dem Verdeck ein Manometer angebracht ist.

Kesselmarke.

§ 10. An jedem Dampfkessel muss die festgesetzte höchste Dampfspannung, der Name des Fabrikanten, die laufende Fabriknummer und das Jahr der Anfertigung in leicht erkennbarer und dauerhafter Weise angegeben sein.

C. Prüfung der Dampfkessel.

Druckprobe.

§ 11. Jeder neu aufzustellende Dampfkessel muss nach seiner letzten Zusammensetzung vor der Einmauerung oder Ummantelung unter Verschluss sämtlicher Oeffnungen mit Wasserdruck geprüft werden.

Die Prüfung erfolgt bei Dampfkesseln, welche für eine Dampfspannung von nicht mehr als fünf Atmosphären Ueberdruck bestimmt sind, mit dem zweifachen Betrage des beabsichtigten Ueberdruckes, bei allen übrigen Dampfkesseln mit einem Drucke, welcher den beabsichtigten Ueberdruck um fünf Atmosphären übersteigt. Unter Atmosphärendruck wird ein Druck von einem Kilogramm auf den Quadratcentimeter verstanden.

Die Kesselwandungen müssen dem Probedruck widerstehen, ohne eine bleibende Veränderung ihrer Form zu zeigen und ohne undicht zu werden. Sie sind für undicht zu erachten, wenn das Wasser bei dem höchsten Drucke in anderer Form als der von Nebel oder feinen Perlen durch die Fugen dringt.

§ 12. Wenn Dampfkessel eine Ausbesserung in der Kesselfabrik erfahren haben, oder wenn sie behufs der Ausbesserung an der Betriebsstätte ganz bloß gelegt worden sind, so müssen sie in gleicher Weise, wie neu aufzustellende Kessel, der Prüfung mittelst Wasserdruckes unterworfen werden.

Wenn bei Kesseln mit innerem Feuerrohr ein solches Rohr und bei den nach Art der Locomotivkessel gebauten Kesseln die Feuerbüchse behufs Ausbesserung oder Erneuerung herausgenommen, oder wenn bei cylindrischen und Siederkesseln eine oder mehrere Platten neu eingezogen werden, so ist nach der Ausbesserung oder Erneuerung ebenfalls die Prüfung mittelst Wasserdruckes vorzunehmen. Der völligen Blosslegung des Kessels bedarf es hier nicht.

Prüfungsmanometer.

§ 13. Der bei der Prüfung ausgeübte Druck darf nur durch ein genügend hohes offenes Quecksilber-Manometer oder durch das von dem prüfenden Beamten geführte amtliche Manometer festgestellt werden.

An jedem Dampfkessel muss sich eine Einrichtung befinden, welche dem prüfenden Beamten die Anbringung des amtlichen Manometers gestattet.

D. Aufstellung der Dampfkessel.

Aufstellungsort.

§ 14. Dampfkessel, welche für mehr als vier Atmosphären Ueberdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Product aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Ueberdruck mehr als zwanzig beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind.

An jedem Dampfkessel, welcher unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, aufgestellt wird, muss die Feuerung so eingerichtet sein, dass die Einwirkung des Feuers auf den Kessel sofort gehemmt werden kann.

Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10^z Weite bestehen, und solche, welche in Bergwerken unterirdisch oder in Schiffen aufgestellt werden, unterliegen diesen Bestimmungen nicht.

Kesselmauerung.

§ 15. Zwischen dem Mauerwerk, welches den Feuerraum und die Feuerzüge feststehender Dampfkessel einschliesst, und den dasselbe umgebenden Wänden muss ein Zwischenraum von mindestens 8^z verbleiben, welcher oben abgedeckt und an den Enden verschlossen werden darf.

E. Allgemeine Bestimmungen.

§ 16. Wenn Dampfkesselanlagen, die sich zur Zeit bereits im Betriebe befinden, den vorstehenden Bestimmungen aber nicht entsprechen, eine Veränderung der Betriebsstätte erfahren sollen, so kann bei deren Genehmigung eine Abänderung in dem Bau der Kessel nach Maassgabe der §§ 1 und 2 nicht gefordert werden. Dagegen finden im Uebrigen die vorstehenden Bestimmungen auch für solche Fälle Anwendung.

§ 17. Die Centralbehörden der einzelnen Bundesstaaten sind befugt, in einzelnen Fällen von der Beachtung der vorstehenden Bestimmungen zu entbinden.

§ 18. Die vorstehenden Bestimmungen finden keine Anwendung:

1. auf Kochgefässe, in welchen mittelst Dampfes, der einem anderweitigen Dampfwickler entnommen ist, gekocht wird;
2. auf Dampfüberhitzer oder Behälter, in welchen Dampf, der einem anderweitigen Dampfwickler entnommen ist, durch Einwirkung von Feuer besonders erhitzt wird;
3. auf Kochkessel, in welchen Dampf aus Wasser durch Einwirkung von Feuer erzeugt wird, wofern dieselben mit der

Atmosphäre durch ein unverschliessbares, in den Wasserraum hinabreichendes Standrohr von nicht über 5^m Höhe und mindestens 8^z Weite verbunden sind.

§ 19. In Bezug auf die Kessel in Eisenbahn-Locomotiven bleiben auch ferner noch die Bestimmungen des Bahnpolizei-Reglements für Eisenbahnen vom 3. Juni 1870 in Geltung.

Berlin, den 29. Mai 1871.

Der Reichskanzler.

In Vertretung:

Delbrück.

Anweisung des Preussischen Handelsministers

vom 11. Juni 1871.

Zu der obenstehenden Bekanntmachung u. s. w. vom 29. Mai 1871 ist für das Gesamtgebiet des Preussischen Staates unterm 11. Juni d. J. seitens des Handelsministers folgende Anweisung an alle Königl. Regierungen, Landdrosteien, Oberbergämter und Eisenbahndirectionen ergangen:*)

„In Folge des Erlasses der in Nr. 23 des Reichsgesetzblattes veröffentlichten „allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln“ sind die Vorschriften des „Regulativs, betreffend die Anlage von Dampfkesseln vom 31. August 1861“ nebst den dasselbe modificirenden Nachtragsbestimmungen, der „Erlass vom 13. März 1855 in Betreff der Behandlung beweglicher Dampfkessel“ und die anderweit über die Aufstellung feststehender oder beweglicher Dampfkessel ergangenen Vorschriften, soweit dieselben nicht schon durch die unter dem 4. September 1869 erlassene „Anweisung zur Gewerbeordnung“ beseitigt waren, nunmehr ausser Anwendung getreten. Bei der Nachsichtung der Genehmigung zur Aufstellung eines Dampfkessels sind fortan die Nr. 49, 50 und 51 der „Anweisung vom 4. September 1869“ in Betreff der Construction und Aufstellung der Kessel, die von dem Bundesrathe erlassenen „allgemeinen polizeilichen Bestimmungen“ und endlich in Betreff der Untersuchung, welcher die Dampfkessel vor Beginn des Betriebes zu unterziehen sind, die Nr. 6 der erwähnten Anweisung in Anwendung zu bringen. Alle diese Vorschriften haben sowohl für feststehende als auch für bewegliche Dampfkesselanlagen Geltung.

Die in einzelnen Landestheilen bestehenden Vorschriften, durch welche die im Betriebe befindlichen Dampfkessel einer regelmässigen Revision unterworfen sind, und die Polizeiverordnungen, welche die örtliche Aufstellung, sowie den Betrieb beweglicher Dampfkessel

*) Mit Genehmigung des Königlich Preussischen Handels-Ministerii hier veröffentlicht.

näher regeln, werden dagegen durch den Erlass der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln nicht betroffen. Es bewendet in dieser Beziehung bei den Anordnungen unter Nr. 4 der „Anweisung vom 4. September 1869“. Soweit nach den besonderen Verhältnissen der einzelnen Bezirke die in Betreff der Aufstellung und des Betriebes der beweglichen Dampfkessel erlassenen Vorschriften nicht mehr ausreichend oder zweckmässig erscheinen sollten, bleibt es der königl. Regierung überlassen, dieselben nach Maassgabe des obwaltenden Bedürfnisses abzuändern oder durch neue Verordnungen zu ersetzen.

Bewegliche Dampfkessel, welche in anderen Bundesstaaten nach den Vorschriften der Gewerbeordnung fortan concessionirt worden, sind nunmehr auch in dem diesseitigen Gebiete zum Betriebe unbeanstandet zuzulassen; doch kommen auf sie die in Betreff der örtlichen Aufstellung und des Betriebes diesseits ergangenen Polizeiverordnungen ebenfalls zur Anwendung.

Die Entwicklung, welche die Technik des Dampfkesselbaues in neuester Zeit erfahren hat, ist die Veranlassung gewesen, in den neu erlassenen Bestimmungen manche Beschränkungen aufzugeben, welche frühere Vorschriften, unter anderen auch das „Regulativ vom 31. August 1861“, enthielten. Wenn dies bei der Prüfung neuer Concessionsgesuche nicht ausser Acht zu lassen ist, so ist auf der anderen Seite doch ebensowohl zu berücksichtigen, dass durch jene Bestimmungen allen nach der verschiedenen Art der Kesselconstructions möglichen Gefahren weder vorgebeugt werden kann noch soll. Deshalb, weil eine gewisse Construction diese Bestimmungen nicht verletzt, ist dieselbe somit als unbedenklich noch nicht anzusehen. Vielmehr wird auch fernerhin Aufgabe der concessionirenden Behörden bleiben, die Anträge auf Genehmigung von Kesselanlagen nach allen Richtungen hin sorgfältig zu prüfen und für solche Constructions, die nach Ihrer Ueberzeugung mit Gefahren verknüpft sind, die Genehmigung zu versagen. Den mit der Vorprüfung der Concessionsgesuche betrauten, technischen Beamten wird unter diesen Umständen in erhöhtem Maasse die Pflicht obliegen, von den Fortschritten, welche in der Technik des Dampfkesselbaues gemacht werden, sich in fortlaufender Kenntniss zu erhalten, damit unbegründete Bemängelungen der an die Behörden gelangenden Concessionsanträge vermieden werden.

Es liegt in der Absicht, diejenigen Beamten, welche mit der Vorprüfung der Concessionsgesuche für Dampfkesselanlagen betraut und zugleich auch zur Untersuchung der neu aufgestellten Kessel nach „Nr. 6 der Anweisung vom 4. September 1869“ befugt sind, insbesondere also die königlichen Kreisbaubeamten, mit einem Controlmanometer zu versehen, dessen sie sich bei allen denjenigen Untersuchungen bedienen sollen, bei welchen bisher das Quecksilber-

röhren-Manometer zur Anwendung gekommen ist. Mit Hilfe der Controlmanometer wird daher nicht nur die Prüfung der an jedem Dampfkessel anzubringenden Manometer, sondern auch die Druckprobe neugebauter oder ausgebesserter Kessel auszuführen sein. Die Einrichtung dieser Manometer und ihr Gebrauch ist bereits in einer in dem 46. Jahrgange (1867) der Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen veröffentlichten Abhandlung näher beschrieben. In Betreff der Uebersendung der für die einzelnen Bezirke erforderlichen Controlmanometer bleibt weitere Verfügung vorbehalten. Bis dahin, dass die Beamten damit versehen sind, kann bei den vorzunehmenden Untersuchungen der Kessel in bisheriger Weise verfahren werden. Die in den seitherigen Vorschriften enthaltene Anordnung, wonach die Dampfkesselbesitzer offene Quecksilberröhren-Manometer zu halten haben, mit welchen ein jeder der von ihnen aufgestellten Dampfkessel in Verbindung gebracht werden kann, ist in die neuerlassenen Bestimmungen nicht aufgenommen. Für die fernerhin aufzustellenden Dampfkessel ist mithin von einer solchen Verpflichtung der Besitzer abgesehen. Es ist das in der Voraussetzung geschehen, dass die prüfenden Beamten in den Besitz von Controlmanometern sich befinden werden. Dagegen muss nunmehr nach § 13 der Bestimmungen an jedem neu aufzustellenden Dampfkessel eine Einrichtung sich befinden, welche dem prüfenden Beamten die Anbringung des Controlmanometers gestattet. Für die Verfertiger von Dampfkesseln ist hiernach die Kenntniss von der Einrichtung der Controlmanometer von Wichtigkeit; dieselben werden sich darüber theils aus der oben erwähnten Abhandlung, theils bei den mit Controlmanometern ausgestatteten Beamten unterrichten können, worauf die königliche Regierung in geeigneter Weise aufmerksam machen wolle.

Im Uebrigen wird durch die Einführung der Controlmanometer die Anwendung der Quecksilberröhren-Manometer nicht unzulässig. Es bleibt auch fernerhin gestattet, sich der letzteren bei den Untersuchungen der Kessel, insbesondere bei der Wasserdruckprobe und der Prüfung der an den Kesseln angebrachten Manometer zu bedienen. Von der Beachtung der im § 13, Absatz 2 der neueren Bestimmungen getroffenen Anordnung wird aber kein Unternehmer durch den Besitz eines Quecksilberröhren-Manometers entbunden. Für die bestehenden Dampfkesselanlagen ist, so lange eine Abänderung ihrer concessionirten Einrichtung nicht beantragt wird, die gedachte Vorschrift, ebenso wenig wie der übrige Inhalt der Bestimmungen maassgebend, so dass deren Besitzer zur Haltung eines Quecksilberröhren-Manometers nach wie vor verpflichtet bleiben. Die königliche Regierung wird indessen ermächtigt, diejenigen Kesselbesitzer, welche ihre Kessel nachträglich mit einer zur Anbringung des Controlmanometers geeigneten Einrichtung versehen lassen, von

der Haltung eines Quecksilberröhren-Manometers ohne Weiteres zu entbinden.

Zur Erläuterung des Inhaltes der von dem Bundesrathe festgestellten Bestimmungen wird im Einzelnen noch Folgendes bemerkt:

1. Die frühere Vorschrift, dass die durch oder um einen Dampfkessel gelegten Feuerzüge an ihrer höchsten Stelle mindestens vier Zoll unter dem im Dampfkessel festgesetzten niedrigsten Wasserspiegel liegen müssen, ist principiell zwar beibehalten worden, hat indessen verschiedenen, neuerdings aufgekommenen Kesselconstructions gegenüber nicht unbedingt aufrecht erhalten werden können. Im § 2, Absatz 2 der neuen Bestimmungen sind daher gewisse Gesichtspunkte angegeben worden, nach welchen die concessionirenden Behörden zu prüfen haben, ob die Einhaltung jener beschränkenden Vorschrift im einzelnen Falle zu verlangen ist oder nicht. Je weniger es möglich war, in dieser Beziehung einen völlig bestimmten und durchgreifenden Grundsatz aufzustellen, um so mehr wird es die Pflicht der concessionirenden Behörden sein, die vorkommenden Fälle einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen.

2. Für die Sicherheitsventile, mit welchen ein jeder Dampfkessel versehen sein muss, waren bisher bestimmte Oeffnungsdimensionen als Minimalweiten vorgeschrieben. Hiervon ist nunmehr abgesehen und somit freigegeben, für die Oeffnungen der Sicherheitsventile nicht nur grössere, sondern auch kleinere Dimensionen zu wählen. Den in dieser Beziehung gewählten Constructions wird so lange ein Bedenken nicht entgegenzustellen sein, als nach der Ueberzeugung der Behörde dadurch die Zuverlässigkeit der Ventile nicht beeinträchtigt oder überhaupt deren Zweck nicht vereitelt wird.

3. Im § 13 des „Regulativs vom 31. August 1861“ war den Verfertignern der Dampfkessel in Betreff des Materials und der Construction ausdrücklich eine gewisse Verantwortlichkeit zugewiesen. Auch davon ist abgesehen. Gleichwohl sind die Pflichten der Fabrikanten in Folge dessen nicht andere geworden, und es versteht sich von selbst, dass Fabrikanten, welche entweder in der Wahl des Materials oder der Construction ein schuldbares Versehen trifft, für die daraus sich ergebenden Folgen nach den allgemeinen gesetzlichen Grundsätzen verhaftet bleiben.

4. Die zulässige Belastung der Sicherheitsventile kann nach der Vorschrift des § 8, Absatz 4 der neuen Bestimmungen nicht mehr im Voraus normirt werden, sondern muss, wenn die Kessel vor dem Beginne des Betriebes der vorschriftsmässigen Revision unterzogen werden, mit Hilfe des Controlmanometers oder eines Quecksilberröhren-Manometers nach Maassgabe der genehmigten Dampfspannung regulirt, an dem Ventile markirt und in der Genehmigungsurkunde vermerkt werden. Von einer besonderen Sicherung der Sicherheitsventile gegen unzulässige Belastung ist Abstand genommen. Da eine

Ueberlastung derselben den Kesselbesitzer straffällig machen würde, so werden die Dampfkessel in dieser Beziehung den Gegenstand einer besonders sorgfältigen Controle während des Betriebes zu bilden haben.

5. In den bisher geltend gewesenen Vorschriften, insbesondere auch in dem „Regulativ vom 31. August 1861“, waren Anordnungen getroffen, welche die Feuerungseinrichtungen der Dampfkessel in einer den bau- und feuerpolizeilichen Interessen entsprechenden Weise zu regeln bezweckten. Derartige Anordnungen enthalten die neuen Bestimmungen nicht, weil dieselben sich durchgehends auf Anordnungen von besonderer technischer Bedeutung für Dampfkesselanlagen beschränkt haben. Auf die Dampfkesselanlagen finden daher fortan der hier fraglichen Beziehung zunächst die allgemeinen bau- und feuerpolizeilichen Vorschriften Anwendung. Soweit diese als ausreichend nicht erscheinen sollten, bleibt es der königlichen Regierung überlassen, im Wege der Polizeiverordnung ergänzende Anordnungen zu treffen.

6. Für die im § 18 bezeichneten, als Dampfkessel im gesetzlichen Sinne nicht zu betrachtenden Kesselconstructions, wird von einer Concessionirung überhaupt abzusehen sein. Ihre Anlage und ihr Betrieb ist ohne Weiteres unter Beachtung der allgemeinen bau- und feuerpolizeilichen Vorschriften gestattet. Im Uebrigen sind alle Verfügungen, durch welche bisher für gewisse Kesselconstructions Erleichterungen und Ausnahmen von den allgemeinen Regulativvorschriften nachgegeben waren, durch die festgestellten allgemeinen Normen als aufgehoben zu betrachten.

Die königliche Regierung wird veranlasst, ihre Unterbehörden nach Maassgabe dieser Verfügung unverzüglich mit Anweisung zu versehen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Berlin, den 11. Juni 1871.

(gez.) Graf von Itzenplitz.

Preussisches Gesetz, den Betrieb der Dampfkessel betreffend,
vom 3. Mai 1872.

Wir Wilhelm, von Gottes Gnaden König von Preussen u. s. w. verordnen, mit Zustimmung der beiden Häuser des Landtags, was folgt:

§ 1. Die Besitzer von Dampfkesselanlagen oder die an ihrer Statt zur Leitung des Betriebes bestellten Vertreter, sowie die mit der Bewartung von Dampfkesseln beauftragten Arbeiter sind verpflichtet, dafür Sorge zu tragen, dass während des Betriebes die bei Genehmigung der Anlage oder allgemein vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen

bestimmungsmässig benutzt, und Kessel, die sich nicht in gefahrlosem Zustande befinden, nicht im Betriebe erhalten werden.

§ 2. Wer den ihm nach § 1 obliegenden Verpflichtungen zuwiderhandelt, verfällt in eine Geldstrafe bis zu 200 Thalern oder in eine Gefängnisstrafe bis zu drei Monaten.

§ 3. Die Besitzer von Dampfkesselanlagen sind verpflichtet, eine amtliche Revision des Betriebes durch Sachverständige zu gestatten, die zur Untersuchung der Kessel benöthigten Arbeitskräfte und Vorrichtungen bereit zu stellen und die Kosten der Revision zu tragen.

Die näheren Bestimmungen über die Ausführung dieser Vorschrift hat der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten zu erlassen.

§ 4. Alle mit diesem Gesetze nicht im Einklange stehenden Bestimmungen, insbesondere das Gesetz, den Betrieb der Dampfkessel betreffend, vom 7. Mai 1856 (Gesetzsammlung, S. 295), werden aufgehoben.

Urkundlich unter unserer Höchsteigenhändigen Unterschrift und begedrucktem königlichen Insiegel.

Gegeben Berlin, den 3. Mai 1872.

(L. S.) gez. **Wilhelm.**

(ggz.) Fürst v. Bismarck. Gr. v. Roon. Gr. v. Itzenplitz.
v. Selchow. Gr. zu Eulenburg. Camphausen. Falk.

Preussisches Regulativ

zur Ausführung des Gesetzes vom 3. Mai 1872, den Betrieb der Dampfkessel betreffend.

Auf Grund der Vorschrift im § 3 des Gesetzes vom 3. Mai 1872, den Betrieb der Dampfkessel betreffend, wird Nachfolgendes verordnet:

1. Ein jeder im Betriebe befindliche Dampfkessel soll von Zeit zu Zeit einer technischen Untersuchung unterliegen.

Es bleibt vorbehalten, Ausnahmen hiervon nachzulassen, insoweit dies im Interesse der öffentlichen Sicherheit unbedenklich erscheint.

2. Die technische Untersuchung hat zum Zweck, den Zustand der Kesselanlage überhaupt, deren Uebereinstimmung mit dem Inhalte der Genehmigungsurkunde und die bestimmungsmässige Benutzung der bei Genehmigung der Anlage oder allgemein vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen festzustellen.

3. Die Untersuchung erfolgt hinsichtlich der Dampfkessel auf Bergwerken, Aufbereitungsanstalten und Salinen, auf welche die Vor-

schriften des allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 Anwendung finden, durch die Bergrevierbeamten, im Uebrigen durch die von der zuständigen Staatsbehörde dazu berufenen Sachverständigen. Namen und Wohnort derselben wird, unter Bezeichnung des Bezirkes, auf welchen ihr Auftrag sich erstreckt, durch das Amtsblatt bekannt gemacht.

Bewegliche Dampfkessel gehören zu demjenigen Bezirke, in welchem ihr Besitzer oder dessen Vertreter wohnt, Dampfschiffkessel zu demjenigen, in welchem die Schiffe überwintern, oder falls dies ausserhalb Landes geschieht, zu demjenigen, in welchem ihr Hauptanlegeplatz sich befindet.

4. Dampfkessel, deren Besitzer Vereinen angehören, welche eine regelmässige und sorgfältige Ueberwachung der Kessel vornehmen lassen, können mit Genehmigung des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten von der amtlichen Revision befreit werden.

Es bedarf einer amtlichen Bekanntmachung durch das Amtsblatt, wenn einem Vereine eine solche Vergünstigung gewährt oder dieselbe wieder entzogen worden ist.

Ausnahmsweise kann auch einzelnen Dampfkesselbesitzern, welche für eine regelmässige Ueberwachung ihrer Dampfkessel entsprechende Einrichtungen getroffen haben, die gleiche Vergünstigung zu Theil werden.

5. Die vorgedachten Vereine haben den königlichen Regierungen (resp. Landdrosteien, Oberbergämtern, in Berlin dem königlichen Polizeipräsidium) ein Verzeichniss der dem Vereine angehörenden Kesselbesitzer unter Angabe der Anzahl der von denselben in dem Bezirke betriebenen Kessel, sowie eine Uebersicht aller in dem Laufe des Jahres ausgeführten Untersuchungen, welche zugleich deren Art und Ergebniss ersehen lässt, am Jahresschlusse einzureichen. Sie haben ferner von jeder Aufnahme eines Kessels in den Verband und von jedem Ausscheiden aus demselben dem zur amtlichen Untersuchung der Dampfkessel in dem betreffenden Bezirke berufenen Sachverständigen unverzüglich Nachricht zu geben.

Die veröffentlichten Jahresberichte sind regelmässig dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vorzulegen.

Die Vorschriften im ersten Absatze finden auch auf einzelne von der amtlichen Aufsicht befreite Kesselbesitzer (4) Anwendung.

6. Die amtliche Untersuchung der Dampfkessel ist eine äussere und eine innere. Jene findet alle zwei Jahre, diese alle sechs Jahre statt und ist dann mit jener zu verbinden.

7. Die äussere Untersuchung besteht vornehmlich in einer Prüfung der ganzen Betriebsweise des Kessels; eine Unterbrechung des Betriebes darf dabei nur verlangt werden, wenn Anzeichen ge-

fahrbringender Mängel, deren Dasein und Umfang anders nicht festgestellt werden kann, sich ergeben haben.

Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten: auf die Vorrichtungen zum regelmässigen Speisen des Kessels; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, den Normalwasserstand in dem Kessel zu allen Zeiten mit Sicherheit beurtheilen zu können; auf die Vorrichtungen, welche gestatten, den etwaigen Niederschlag an den Kesselwandungen zu entdecken und den Kessel zu reinigen; auf die Vorrichtungen zum Erkennen der Spannung der Dämpfe im Kessel; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, den Dämpfen einen freien Abzug zu gestatten, wenn die Normalspannung überschritten wird; auf die Ausführung und den Zustand der Feuerungsanlage selbst, die Mittel zur Regelung und Absperrung des Zutrittes der atmosphärischen Luft und zur thunlichst schnellen Beseitigung des Feuers.

Auch ist zu prüfen, ob der Kesselwärter die zur Sicherheit des Betriebes erforderlichen Vorrichtungen kennt und anzuwenden versteht.

8. Die innere Untersuchung erstreckt sich auf den Zustand der Kesselanlage überhaupt; sie umfasst auch die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Kesselwände und des Zustandes des Kesselinneren. Sie ist **stets mit einer Probe durch Wasserdruck** nach § 11 der allgemeinen Bestimmungen für die Anlage von Dampfkesseln vom 29. Mai 1871 zu verbinden. Behufs ihrer Ausführung muss der Betrieb des Kessels eingestellt werden.

Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten: auf die Beschaffenheit der Kesselwandungen, Nieten und Anker im Aeusseren wie im Inneren des Kessels, sowie der Heiz- und Rauchrohre, der Verbindungsstutzen, wobei zu ermitteln ist, ob die Dauerhaftigkeit dieser Theile durch den Gebrauch gefährdet ist, und die nach Art der Locomotivfeurröhren eingesetzten Röhren nöthigenfalls herauszuziehen sind; auf das Vorhandensein und die Natur des Kesselsteins; auf den Zustand der Wasserleitungsröhren und der Reinigungsöffnungen, auf den Zustand der Speise- und Dampfventile; auf den Zustand der Verbindungsröhren zwischen Kessel und Manometer resp. Wasserstandszeiger, sowie der übrigen Sicherheitsvorrichtungen; auf den Zustand des Rostes, der Feuerbrücke und der Feuerzüge ausserhalb wie innerhalb des Kessels.

Die Ummauerung oder Ummantelung des letzteren muss, wenn die Untersuchung sich durch Befahrung der Züge oder auf andere einfache Weise nicht zur Genüge bewirken lässt, an einzelnen zu untersuchenden Stellen, oder, wenn es sich als nothwendig herausstellt, gänzlich beseitigt werden.

9. Werden bei einer Untersuchung erhebliche Unregelmässigkeiten in dem Betriebe ermittelt, so kann nach Ermessen des Beamten in dem folgenden Jahre die äussere Untersuchung wiederholt werden.

Hat eine Untersuchung Mängel ergeben, welche Gefahr herbeiführen, und wird diesen nicht sofort abgeholfen, so muss nach Ablauf der zur Herstellung des vorschriftsmässigen Zustandes erforderlichen Frist die Untersuchung von Neuem vorgenommen werden.

Befindet sich der Kessel bei der Untersuchung in einem Zustande, welcher eine unmittelbare Gefahr einschliesst, so ist die Fortsetzung des Betriebes bis zur Beseitigung der Gefahr zu untersagen. Vor der Wiederaufnahme des Betriebes ist in diesem Falle die ganze Untersuchung zu wiederholen und der vorschriftsmässige Zustand der Anlage festzustellen.

10. Die äussere Untersuchung erfolgt ohne vorherige Benachrichtigung des Kesselbesitzers.

Von der bevorstehenden inneren Untersuchung ist der Besitzer mindestens vier Wochen vorher zu unterrichten; über die Wahl des Zeitpunktes für diese Untersuchung soll der Sachverständige sich mit dem Besitzer zu verständigen suchen, um den Betrieb der Anlage so wenig wie möglich zu beeinträchtigen.

Bewegliche Dampfkessel sind von den Besitzern oder deren Vertretern im Laufe des Revisionsjahres nach ergangener Aufforderung an einem beliebigen Orte innerhalb des Revisionsbezirkes für die Untersuchung bereit zu stellen.

Durch die Untersuchung der Dampfschiffskessel dürfen die Fahrten der Schiffe nicht gestört werden. Die innere Untersuchung von Dampfschiffskesseln ist vor dem Beginne der Fahrten des betreffenden Jahres zu bewirken.

Falls ein Kesselbesitzer der Anforderung des zur Untersuchung berufenen Beamten, den Kessel für die Untersuchung bereit zu stellen, nicht entspricht, so ist auf Antrag des Beamten der Betrieb des Kessels bis auf Weiteres polizeilich still zu legen.

Die zur Ausführung der Untersuchung erforderliche Arbeitshilfe hat der Besitzer des Kessels den Beamten auf Verlangen unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

11. Für jeden Kessel hat der Kesselbesitzer ein Revisionsbuch zu halten, welches bei dem Kessel aufzubewahren ist. Dem Buche ist die nach Maassgabe der Nr. 6 der Anweisung zur Ausführung der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 oder der früheren entsprechenden Bestimmungen erteilte Abnahmebescheinigung anzuhängen.

Der Befund der Untersuchung wird in dies Revisionsbuch eingetragen. Abschrift des Vermerkes übersendet der Sachverständige der Polizeibehörde des Ortes, an welchem der Kessel sich befindet. Diese hat für Abstellung der festgesetzten Mängel und Unregelmässigkeiten Sorge zu tragen.

12. Der Sachverständige überreicht am Jahresschlusse der königlichen Regierung (Landdrostei) des Bezirkes, in Berlin dem königlichen Polizeipräsidium, eine Nachweisung der von ihm im Laufe

des Jahres untersuchten Dampfkessel, welche den Namen des Ortes, an welchem der Kessel sich befindet, den Namen des Kesselbesitzers, die Bestimmung des Kessels, den Tag der Revision und in kurzen Worten den Befund derselben ersehen lässt.

13. Für die äussere Untersuchung eines jeden Dampfkessels ist eine Gebühr von 5 Thalern zu entrichten. Gehören mehrere Dampfkessel zu einer gewerblichen Anlage, so ist nur für die Untersuchung des ersten Kessels der volle Satz, für die jedes folgenden aber die Hälfte zu entrichten, wenn die Untersuchung innerhalb desselben Jahres erfolgt. Letzteres hat zu geschehen, sofern erhebliche Anstände nicht obwalten. Ist die Untersuchung zugleich eine innere, so beträgt die Gebühr in allen Fällen 10 Thaler für jeden Kessel.

14. Bei denjenigen ausserordentlichen Untersuchungen (9.), welche ausserhalb des Wohnortes des Sachverständigen erfolgen, hat dieser auch auf die bestimmungsmässigen Tagegelder und Reisekosten Anspruch.

15. Gebühren und Kosten (13. 14) werden bei der Polizeibehörde des Ortes, wo die Untersuchung erfolgt ist, liquidirt, durch diese festgesetzt, und von dem Kesselbesitzer eingezogen.

Berlin, den 24. Juni 1872.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
(gez.) Graf v. Itzenplitz.

Preussischer Ministerialerlass,

betreffend Aenderung der Anweisung zur Ausführung der Gewerbeordnung vom 4. September 1869.

(Auszug aus demselben, soweit er Dampfkesselanlagen betrifft.)

An die Stelle der Nr. 28—54 der zur Ausführung der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 ergangenen Anweisung vom 4. September 1869 treten die folgenden Bestimmungen:

B. Verfahren bei der Errichtung oder Veränderung von Dampfkesselanlagen.

1. Antrag des Unternehmers.

28. Anträge auf Ertheilung der Genehmigung sind als schleunige Angelegenheiten zu behandeln.

Der Antrag ist,

a) wenn die Anlage innerhalb eines Landgemeindebezirks oder selbstständigen Gutsbezirks errichtet werden soll, bei dem Landrath,

b) wenn die Anlage innerhalb eines Stadtbezirks errichtet werden soll und die Beschlussfassung dem Stadtausschusse oder dem Magistrat zusteht, bei dieser Behörde, andernfalls bei der Polizeibehörde des Stadtbezirks anzubringen.

Aus dem Antrage muss der vollständige Name, der Stand und der Wohnort des Unternehmers ersichtlich sein. Denselben sind in zwei Exemplaren eine Beschreibung, eine Situationszeichnung und der Bauplan der Anlage beizufügen.

49. Das Gesuch um Ertheilung der Genehmigung ist bei den in Nr. 28 bezeichneten Behörden anzubringen. Handelt es sich um die Genehmigung eines zum Betriebe auf Bergwerken und Aufbereitungsanstalten bestimmten Dampfkessels, so ist dasselbe an den Revierbeamten zu richten.

Aus dem Gesuche muss der vollständige Name, der Stand und Wohnort des Unternehmers ersichtlich sein. Denselben sind eine Beschreibung und eine Zeichnung des Kessels in einfachen Linien, ausserdem, wenn die Anlage eines feststehenden Dampfkessels beabsichtigt wird,

eine Situationszeichnung und ein Bauriss in je zwei Exemplaren beizufügen.

50. In der Beschreibung sind die Dimensionen des Kessels, die Stärke und Gattung des Materials, die Art der Zusammensetzung, die Dimensionen der Ventile und deren Belastung, die Einrichtung der Speisevorrichtung und der Feuerung, sowie die Kraft und Art der Dampfmaschine anzugeben.

Aus der Zeichnung muss die Grösse der vom Feuer berührten Fläche zu berechnen, und die Höhe des niedrigsten zulässigen Wasserstandes über den Feuerzügen zu ersehen sein; auf die Einrichtung der Dampfmaschine braucht sie sich nicht zu erstrecken. Die Situationszeichnung hat die an den Ort der Aufstellung des Kessels stossenden Grundstücke zu umfassen.

Aus dem Bauriss muss sich der Standort der Maschine und des Kessels, der Standort und die Höhe des Schornsteins, sowie die Lage der Feuer- und Rauchröhren gegen die benachbarten Grundstücke deutlich ergeben; den Umständen nach kann ein einfacher Grundriss und eine Längensicht oder ein Durchschnitt genügen.

Die Zeichnungen müssen den unter Nr. 31 aufgestellten Anforderungen entsprechen.

31. Für die erforderlichen Zeichnungen ist ein Maassstab zu wählen, welcher eine deutliche Anschauung gewährt; der Maassstab ist stets auf den Zeichnungen einzutragen.

Nivellements und die dazu gehörigen Situationspläne sind von vereideten Feldmessern oder Baubeamten zu fertigen. Alle sonstigen Zeichnungen können von den mit der Ausführung betrauten Technikern und Werkmeistern aufgenommen werden.

Beschreibungen, Zeichnungen und Nivellements sind von Demjenigen, welcher sie gefertigt hat, und von dem Unternehmer zu unterschreiben.

32. Die Behörden, bei welchen der Antrag eingereicht wird, haben zu prüfen, ob gegen die Vollständigkeit der Vorlagen etwas zu erinnern ist. Das eine Exemplar der Vorlagen ist zu diesem Behufe dem zuständigen Baubeamten, das andere, sofern es sich nicht lediglich um ein Genehmigungsgesuch für eine Stauanlage handelt, dem zuständigen Gewerberath vorzulegen. Diese haben die erfolgte Prüfung auf den Vorlagen zu bescheinigen. Erscheint es mit Rücksicht auf die Natur der projectirten Anlage erforderlich, der Situationszeichnung eine weitere Ausdehnung zu geben, oder finden sich sonstige Mängel, so ist der Unternehmer zur Ergänzung auf kürzestem Wege zu veranlassen.

Den Stadtausschüssen und Magistraten, sowie den Kreis Ausschüssen steht es frei, an Stelle des Staatsbaubeamten einen Beamten der Stadtgemeinde oder des Kreisverbandes, welcher die gleiche Qualification besitzt, zuzuziehen.

51. Die Vorlagen sind von der Behörde, bei welcher das Genehmigungsgesuch anzubringen ist, nach den unter Nr. 32 gegebenen Vorschriften zu prüfen. Bei dieser Prüfung ist an Stelle des Baubeamten und des Gewerberathes der mit den Dampfkehlrevisionen beauftragte Sachverständige zuzuziehen. Demnächst werden die Vorlagen von der Behörde, falls dieselbe nicht zugleich die Beschlussbehörde ist, der letzteren mit einer gutachtlichen Aeusserung eingereicht.

Die Beschlussfassung über das Genehmigungsgesuch erfolgt nach den in Nr. 41 gegebenen Vorschriften.

Auf das Recursverfahren finden die Bestimmungen der Nr. 45 und 46 sinngemässe Anwendung.

5. Genehmigungsurkunde.

47. Sind gegen die Anlage Einwendungen nicht erhoben worden und soll die Genehmigung zur Ausführung ohne weitere Bedingungen nach dem Antrage des Unternehmers ertheilt werden, so fertigt die Beschlussbehörde alsbald die Genehmigungsurkunde aus. In allen anderen Fällen erfolgt deren Ausfertigung nach Abschluss des Verfahrens, sobald der Beschluss erster Instanz rechtskräftig geworden oder der Recursbescheid ergangen ist.

In der Urkunde sind sämmtliche Bedingungen, unter welchen Anlage genehmigt worden ist, aufzuführen und die von dem Unternehmer eingereichten, dem Verfahren zu Grunde gelegten Beschreibungen, Zeichnungen und Pläne ausführlich zu bezeichnen, auch, soweit angänglich, durch Schnur und Siegel damit zu verbinden. Auf Karten und Zeichnungen, welche in dieser Art mit der Urkunde nicht verbunden werden können, ist die Zugehörigkeit zu derselben zu vermerken.

Eine Ausfertigung der Genehmigungsurkunde ist dem Unter-

nehmer, eine zweite mit den Verhandlungen der zuständigen Polizeibehörde zu übersenden.

Vor Ertheilung der Genehmigungsurkunde ist die Ausführung der Anlage nicht gestattet.

C. Verfahren behufs Untersagung der ferneren Benutzung einer gewerblichen Anlage (§ 51).

52. Die Untersagung der ferneren Benutzung einer gewerblichen Anlage erfolgt durch schriftliche, dem Besitzer der Anlage zuzustellende Verfügung der Beschlussbehörde. Der Erlass eines Vorbescheides durch den Vorsitzenden dieser Behörde (§ 117 des Gesetzes über die allgemeine Landesverwaltung vom 30. Juli 1883) ist ausgeschlossen.

Dem Erlass einer solchen Verfügung muss eine commissarische Erörterung des Gegenstandes vorausgehen, zu welcher der Besitzer der Anlage, etwaige Antragsteller und der Vorstand der Gemeinde, in deren Bezirk die Anlage sich befindet, zuzuziehen sind.

Der Zweck dieser Erörterung ist, festzustellen, ob und in welchem Umfang durch den Betrieb der Anlage Nachtheile und Gefahren für das Gemeinwohl entstehen.

53. Der Besitzer der Anlage kann innerhalb 14 Tagen nach Zustellung der Verfügung den Recurs einlegen. Er kann aber auch zunächst bei der Beschlussbehörde auf mündliche Verhandlung der Sache antragen. Auf die demnächst stattfindende mündliche Verhandlung finden die Bestimmungen der Nr. 42—44, auf das Recursverfahren die Bestimmungen der Nr. 45 und 46 sinngemässe Anwendung.

54. Nachdem die Verfügung, durch welche die fernere Benutzung der Anlage untersagt wird, rechtskräftig geworden ist, kann die Einstellung des Betriebes polizeilich erzwungen werden.

Berlin, den 19. Juli 1884.

Für den Minister für Handel u. Gewerbe. Der Minister des Innern.

v. Boetticher.

In Vertretung: Herfurth.

Preussischer Ministerialerlass,

betreffend Vorschriften über die Prüfung gebrauchter sogenannter „alter“ Dampfkessel.

Um den in neuerer Zeit mehrfach hervorgetretenen Missbräuchen beim Verkauf und bei der Wiederanlegung von alten Dampfkesseln entgegenzuwirken, erscheint es zweckmässig, bei Neuconcessionirung aller bereits anderweit in Betrieb gewesener, sogen. alter Kessel thunlichst vollständigen Nachweis über folgende Punkte zu verlangen: über den Erbauer des Kessels, über die früheren Betriebsstätten desselben, ferner über die Zeit, während welcher der Kessel

überhaupt schon betrieben worden, sowie über die Gründe, welche s. Z. zur Ausrangirung desselben geführt haben.

Es wird jedoch eine solche Auskunft in der Regel noch nicht als ausreichend zu erachten, vielmehr fortan darauf zu halten sein, dass ausserdem bei der wiederholten Constructionsprüfung des Kessels (No. 6 der allgemeinen Anweisung zur Ausführung der Gewerbeordnung vom 4. September 1869) eine innere Untersuchung mit genauer Ermittlung der Beschaffenheit des verwendeten Materials und der in den einzelnen Kesseltheilen vorhandenen Blechstärken (durch Anbohren oder dergl.) vorgenommen werde. Erst auf Grund dieser Ermittlung ist die höchste Dampfspannung festzusetzen und nach Maassgabe der §§ 11 und 12 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln vom 29. Mai 1871 die vorgeschriebene Wasserdruckprobe mit besonderer Sorgfalt auszuführen.

Bei denjenigen alt angekauften Dampfkesseln, deren frühere Dampfspannung und Herkunft überhaupt nicht nachgewiesen werden kann, darf die Wiederconcessionirung nur ausnahmsweise auf Grund einer nach obiger Anleitung besonders sorgfältig ausgeführten Untersuchung der gesammten Beschaffenheit des Kessels und überdies nur dann erfolgen, wenn der Antragsteller selbst die Aufstellung und Benutzung des Kessels beabsichtigt und die Erlaubniss hierzu unter Einreichung der erforderlichen Vorlagen bei der zuständigen Behörde nachsucht.

Ew. Hochwohlgeboren ersuche ich ergebenst, dem entsprechend die nöthigen Weisungen gefälligst zu ertheilen.

Berlin, den 30. Januar 1885.

Für den Minister für Handel und Gewerbe.

gez. v. Boetticher.

Alphabetisches Sachregister.

- Abblasevorrichtung 164.
Absperrventil 168.
Aetzkalk, Aetznatron 237.
Alban-Kessel 71.
Alte Dampfkessel (Minist. Erlass über Prüfung) 275.
Amphlett's Schwimmer-Apparat 194.
Anker für ebene Stirnwände 50.
Anstrich des Kesselinnern 232.
Antikesselsteinmittel 232.
Anweisung zur Gewerbeordnung 266. 275.
Apparat — Wasserstands-Apparat 183.
— mit einem Glase 187.
— mit zwei Gläsern 188.
— mit Glasplatte 191.
Aschenfänger am Treppenrost 58.
Aufstellung u. Betrieb der Kessel (Gesetz) 260.
Ausdehnung der Flammrohrkessel 28.
— der Flammrohre 30.
Ausrüstung der Dampfkessel (Gesetz) 265.
Ausziehbares Rohrsystem 134.
- B**atteriekessel 53.
Becker, Director des deutschen statistischen Amtes 2.
Bellevillekessel 61.
Béringer u. Stingl's Wasserreinigung 239.
Bestimmungen, allgemeine polizeil. über Anlegung von Dampfkesseln (Gesetz) 261.
Betrieb der Dampfkessel (Gesetz) 270. 271.
Bewegliche Kessel 132.
Bewegliche Kosten bei Rentabilitäts-Berechnungen 156.
Black'scher Apparat 201.
- Bohlig und Heyne's Reinigungs-batterie 246.
Borsig's Kesselfabrikation 84.
Bouilleurkessel 6. 18.
Bourdon-Manometer 181.
Büttner u. Co.-Kessel 71.
Bunte, Dr. Wasserreinigung 241.
- C**hlorbarium zur Wasserreinigung 238.
Chlormagnesium 238. 250.
Clayton, Shuttleworth's Locomobile 136.
Cohnfeld's automat. Speiseapparat 222.
Combinirte Walzenkessel 5. 53.
— Flammrohrkessel 51. 54. 93.
— Walzenkessel mit Heizkammern 20.
Compensationsringe 52.
Compound-Maschine auf Locomobilen 136. 142.
Concessionirung der Dampfkessel (Gesetz) 275.
Condensations-Wasserableiter 213.
Construction der Kessel 1.
Controle der Dampfkessel 258.
Corrosion der Bleche 6. 15. 17. 27. 30.
Cylinderkessel auf Schiffen 147.
Cylindrische Kessel 3.
- D**ampferzeugung per □ m. Heizfläche 156.
Dampfkessel-Explosionen 252.
— Statistik 253.
Dampfkessel-Gesetze 260. 270. 271. 275.
Dampfpumpen, Dampfstrahlgänge 222. 224. 226.
Dampfreducirventil 212.
Dampfspannung 84.
Dampfventil 168.
Dauer der Kessel 23.
Deckbarren 124.

- Dehne, A. L. G. in Halle a./S. 161. 237. 243. 248.
 Dernaux, Reinigungsapparat 237.
 Dichtungsfläche der Ventile 162. 172. 175. 228.
 Dimensionen der Speiseventile 163. 228.
 — der Sicherheitsventile 173. 177.
 Doden's Economiser 222.
 Donneley-Feuerung 111.
 Doppelkessel 6.
 Dreiflammrohrkessel 45. 46.
 Dreiwegehähne 190.
 Dreyer, Rosenkranz u. Droop in Hannover 185. 187.
 Druckprobe (gesetzliche Vorschriften) 264. 273.
 Dürr'scher Kessel 77.
 Dupius-Kessel 92.
 Durchmesser (Dimensionen) der Kessel 23. 33. 36. 37. 39. 54.
Economiser Wasservorwärmer 216.
 Ehler's Wasserscheider 209.
 Einflammrohrkessel 32. 37. 46. 56.
 Einhängerohr bei Speiseventilen 163.
 Einlagen in Kesseln 232.
 Einrichtung der Dampfkessel (Gesetz) 261.
 Elektrischer Sicherheits-Apparat 202.
 Engel, Dr. Geheimrath über Statistik der Kessel 2.
 Erzeugungskosten des Dampfes 154.
 Explosionen 252.
 Explosions-Erklärung 262.
Fairbairn's Kessel 51.
 Federmanometer 179.
 Feuerbuchse, Feuerkiste 92. 103. 107. 109. 122. 127. 129. 130. 132. 135.
 Feuerzüge, Gesetz über Lage derselben 262.
 —, Leitung derselben bei Flammrohrkesseln 25.
 —, Leitung derselben bei Walzenkesseln 9. 10. 14.
 Field'scher Kessel 102.
 Fischer, Dr. — Hannover, über Wasserreinigung 251.
 Flammrohrkessel 23. 32. 38. 45. 46. 47. 51. 54.
 Fletscher's Sicherheitspflock 199.
 Flussschiffkessel 150.
 Fowler's Locomotivkessel 135. 137.
 Funkenfänger 139.
 Furchen durch Abrosten 27. 31.
Gaillet's Reinigungsapparat 237. 245.
 Galloway-Kessel 55. 97.
 Garnitur, Ausrüstung der Kessel 160.
 Garrett, J. D. Locomobilkessel 135. 140. 143.
 Gefässmanometer 180.
 Gegenfeuer 58.
 Gegenstromkessel 6.
 Gehre's Ueberhitzer 207.
 Gesetze über Aufstellung der Kessel 260.
 — über Anlegung von Kesseln 261.
 — über Ausführung der Gewerbeordnung bei Concessionirung von Kesseln 275.
 — über Betrieb der Kessel 270.
 — über Prüfung alter Kessel 278.
 — über Revision der Kessel 271.
 Green's Economiser 221.
 Grösse der Kessel 23. 33. 36. 37. 39. 54.
 — der Speisevorrichtungen 223. 226. 229.
 — der Ventile 163. 173. 177. 228.
 Grosswasserraumkessel 2.
 Grübchen durch Abrostung 27. 31.
 Gysling's Wasserreinigung 241.
Hähne zum Abblasen 165.
 — zum Probiren 185.
 Handpumpen 222. 223.
 Hebermanometer 180. 181.
 Heine's Wasserrohrkessel 83.
 Heizkammern 20.
 Heizröhrenkessel 89.
 Heizung der untern Wasserpartie im Kessel 56. 150.
 Heyne u. Bohlig's Wasserreinigungsbatterie 247.
 Henschel-Kessel 59.
 Heucke's Locomotivkessel 136.
 Hödding u. von Röthe's Dampfpumpen 229.
 Holler'sche Carlshütte 113.
 Hondrick's Condensationstopf 214.
 Howard'scher Wasserrohrkessel 84.
 Huldchinsky-Kessel 81.
 — Speiseregulator 231.
 Humboldt'sche Wasserreinigung 245.
Inanspruchnahme von Rost und Kessel 156. 158.
 Injecteure 222. 224.

- Innenfeuerung 34.
 Isolirschrift im Mauerwerk 10.
- Kalkmilch, Kalkhydrat, gebrannter Kalk** 237.
 Kesselexplosionen 252.
 Kesselgarnitur 160.
 Kessel-Gesetzgebung 260.
 Kessel mit grossem Wasserraum 2.
 — mit kleinem Wasserraum 60.
 — mit mässigem Wasserraum 88.
 Kesselstein-Bekämpfung 232.
 Kistenförmige Schiffskessel 147.
 Klein, Schanzlin & Becker's Armaturen 229.
 Koch, Bantelmann u. Paasch's Armaturen. 214. 228.
 Körting's Armaturen 225.
 Kofferkessel 147.
 Kopp, Hans 18.
 Kosten der Dampferzeugung 154.
 Kuhn's Feuerung u. Kessel 56. 96. 137.
- Labyrinthkessel** 147.
 Lachapelle-Kessel 107.
 Lärmpeifen 196.
 Lang in Mannheim, Locomobilkessel 140.
 Leistung der Kessel 156.
 Leitung der Heizgase bei Flammrohrkesseln 25.
 — der Heizgase bei Schlangenkänen 14. 15. 20.
 — der Heizgase bei Walzenkesseln 10. 11.
 — der Heizgase bei Wellrohrkesseln 37.
 Leutner's Kessel 107.
 Locomobilkessel 132.
 Locomotivkessel 121.
 Loewe's Röhrenkessel 66.
- Magnesia, Reinigung durch** 237. 246.
 Manometer 179.
 Mehrfach combinirte Walzenkessel 53.
 Menk u. Hambrock's Kessel 107.
 Metallpfropfen, schmelzbarer 198.
 Meyn's Kessel 113.
 Mittward's Lärmpeife 198.
- Oberkessel** 6. 13. 18.
 Oberzug bei Flammrohrkesseln 25. 55. 57.
 Ochwad's Wasserstandsapparat 192.
 Ovalwerden der Flammrohre 94.
- Pauksch-Kessel** 96.
 —, Kesselstein-Rectificator 234.
 Piedboeuf, J — Kessel 55. 92.
 Pipes, Stutzen an Doppelkesseln 8.
 Probirhahn u. Probirventil 183.
 Pumpen zum Speisen 222.
- Quersider** 48. 97. 101.
- Rauchrohrkessel** 38.
 Reiche's Kammersystem 6. 20. 55.
 Rentabilitätsberechnung von Kesselanlagen 185.
 Robey's Locomobilen 136.
 Röhrenkessel 89.
 Root's Kessel 66. 209.
- Schäffer u. Budenberg's Armaturen** 170. 181. 184. 186. 197. 198. 199. 200. 209.
 Schenkel, Dr. Wasserreinigung 243.
 Schlangenkänel 14.
 Schmidt's Röhrenkessel 81.
 — Sicherheitsverschluss 178.
 — Speiseregulator 230.
 Schultz-Knaudt's Wellrohrkessel 36. 38.
 Schwartzkopff's Armaturen (Ochwad's Wasserstand. electr. Apparat. Sicherheitsabblasevorrichtungen) 167. 191—202.
 Schwimmer 193. 196.
 Sicherheits-Abblasevorrichtung 167.
 Sicherheitsapparate 198.
 Sicherheitskessel 85.
 Sicherheitsventil 172.
 Siederrohrkessel 18.
 Siemen's Hartglas 193.
 Sinclair-Kessel 84.
 Söding und v. d. Heyde's Kessel 107. 110.
 Speisepumpen 222.
 Speiserufer 196.
 Speiseventil 160.
 Stehbolzen 123. 131.
 Steinmüller-Kessel. Wasserabscheider 72. 209.
 Stockmann, Professor, über Wasserreinigung 249.
 Strube's Treppenrost mit Aschenfang 58.
 — Armaturen 139. 195. 212. 224. 227.
 Sultzer's Oberzug von Dampfkesseln 55.
- Trageböcke der Kessel** 43. 45. 93.
 Tenbrink-Feuerung 53. 57.

Tischbein's Kessel 93.
Transportable Kessel 45. 141.

Ueberhitzer. Ueberhitzen 26. 144. 149.
206. 207.

Undichtigkeiten an Flammrohren 50. 56.
Unterstützung der Kessel 3. 4. 11. 43.
45. 93. 151.

Verrosten der Bleche 5. 15—18. 23. 27.
50. 56. 57. 88. 93. 95. 96. 109.

Versteifung, Verankerung der Kessel 44.
45. 47. 101.

Vorwärmer für Dampf 114.
— für Heizgase 217.

Wahl eines Kesselsystems 152.
Walther & Co. -Kesselsystem 69. 71.

—, Wasserabscheider 209.
Wasserreinigung 232. 235.

Wasserscheider 206—209.

Wegelin u. Hübner's Pumpen 229.

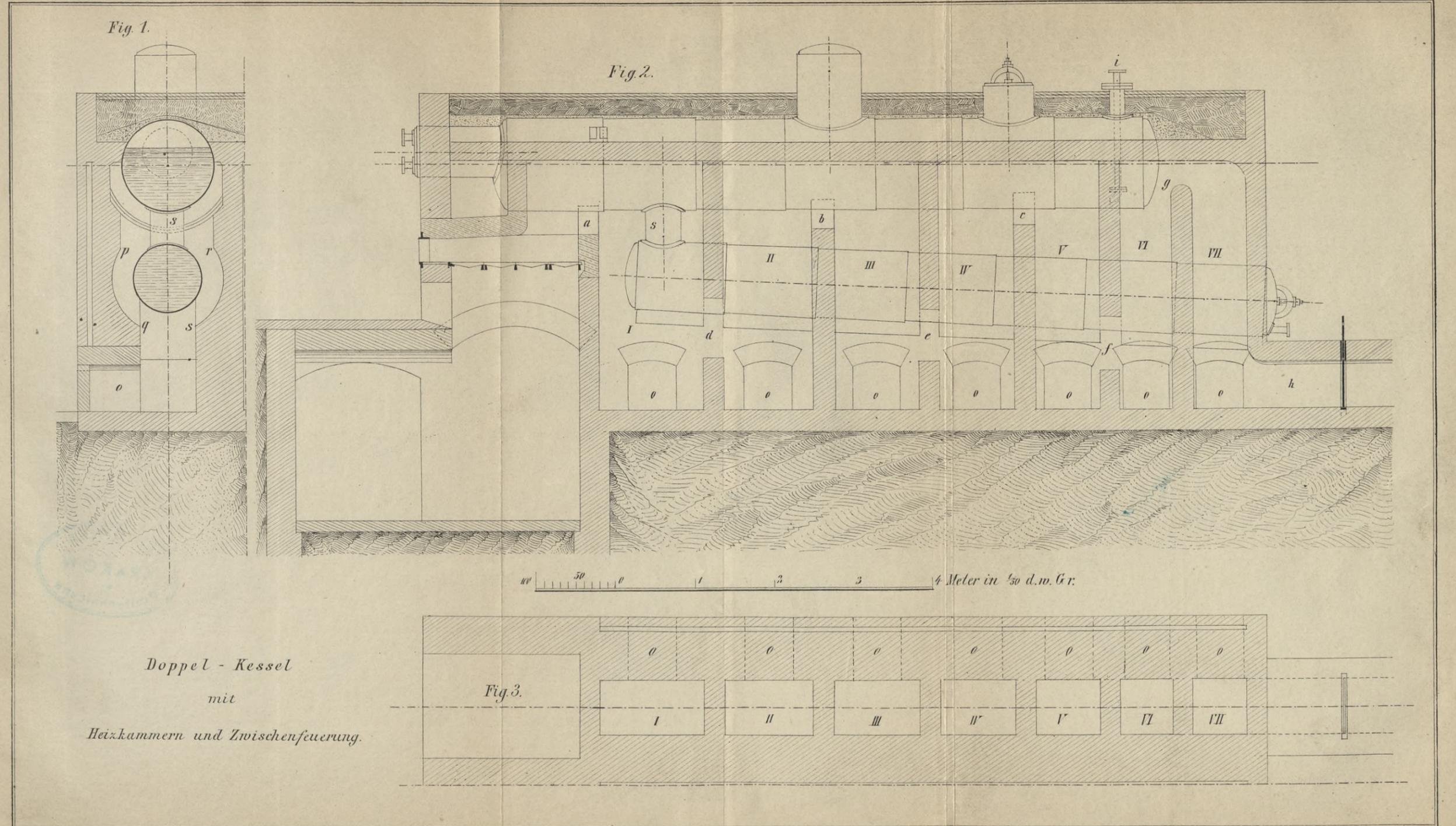
Weinlig's Abblasevorrichtung 167.

— Kesselconstruction 93.

Wickelfedern zum Aufhängen d. Kessel 4.

Zuganker 10.

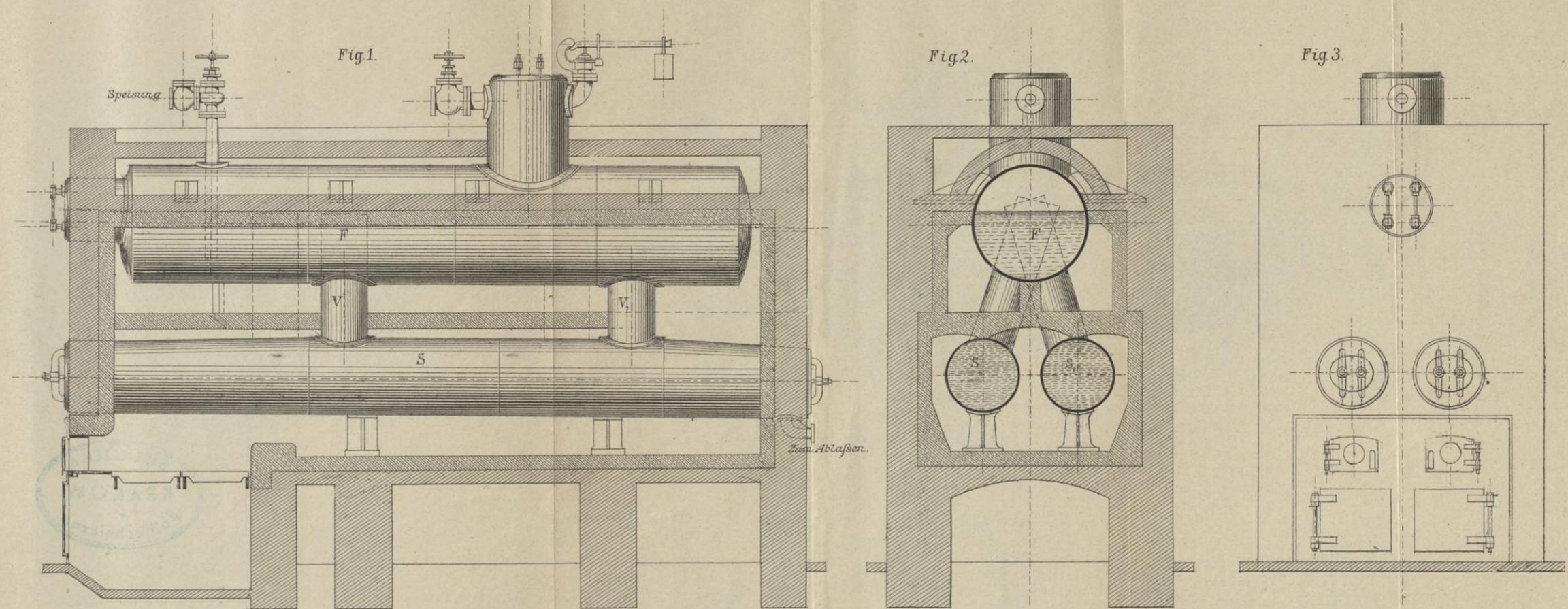




Doppel - Kessel
mit
Heizkammern und Zwischenfeuerung.

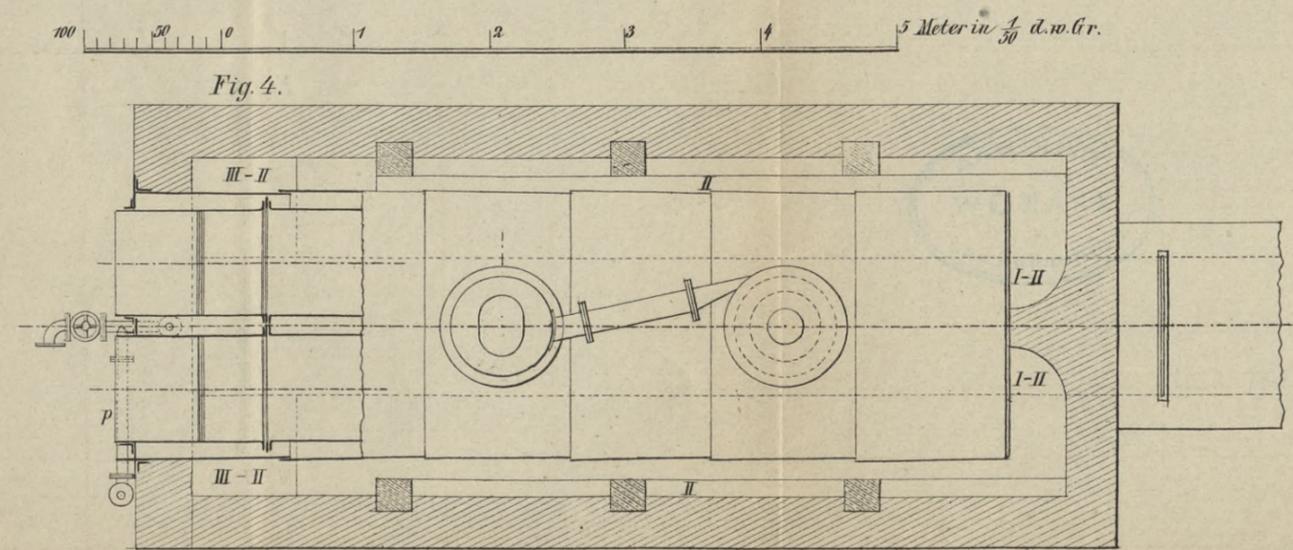
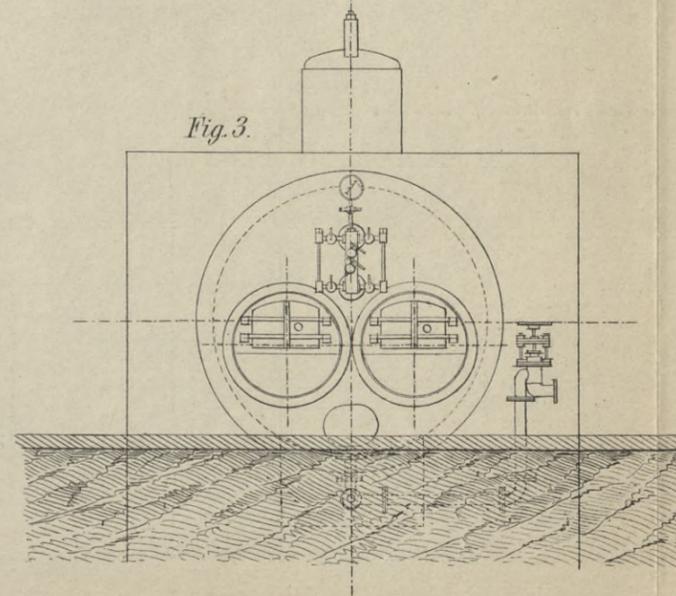
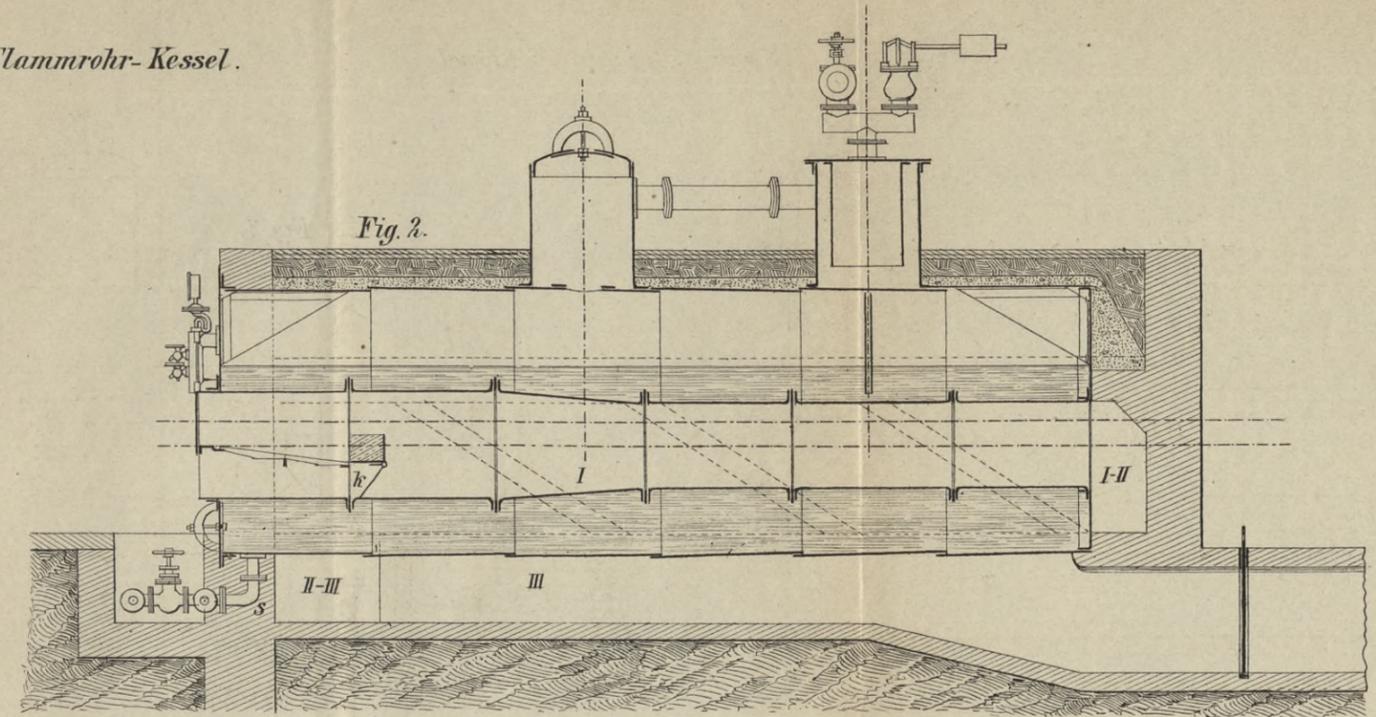
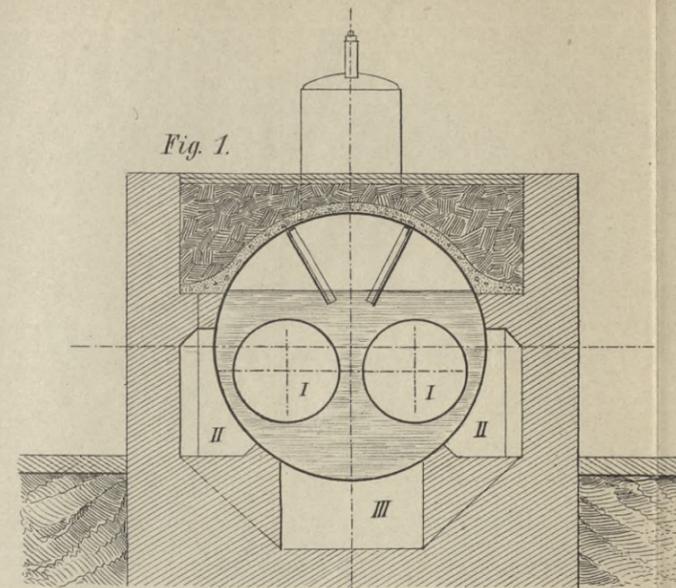


Combinirter Walzenkessel mit Siederohren u. Unterfeuerung
(Bouilleurkessel).



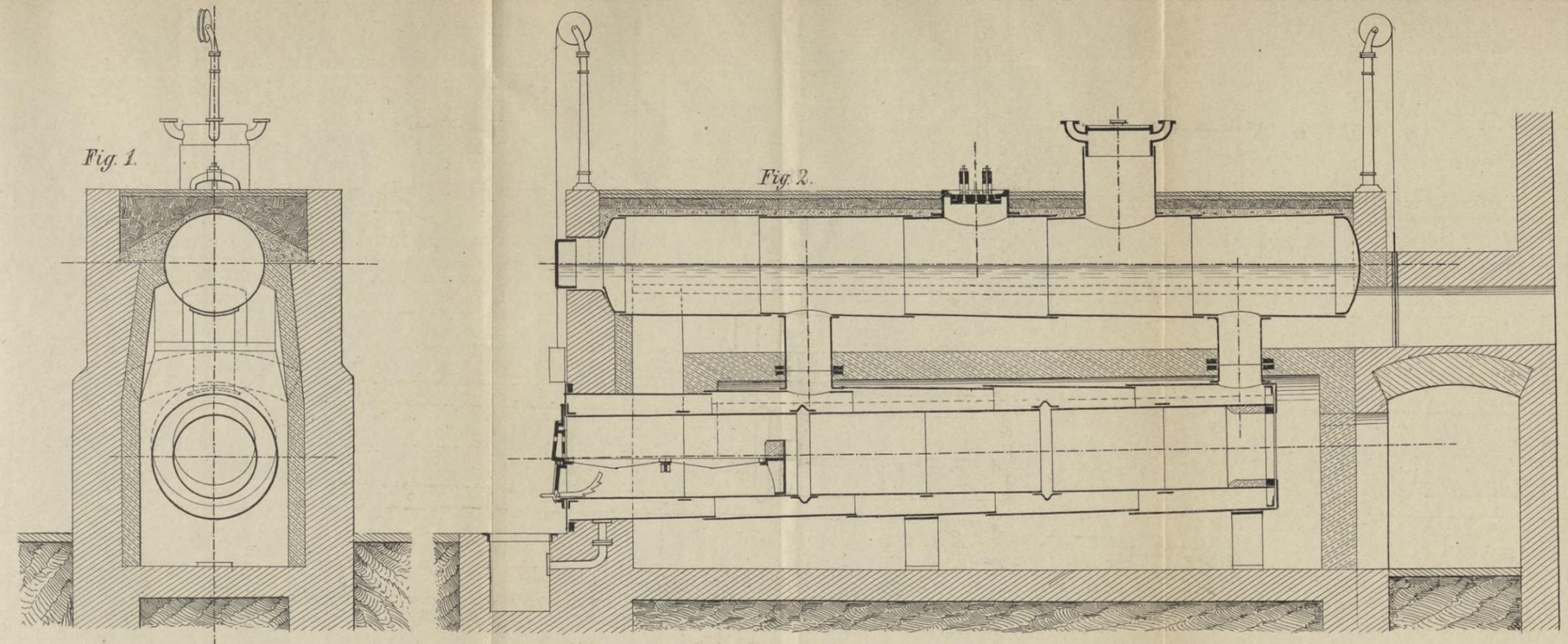


Zwei-Flammrohr-Kessel.



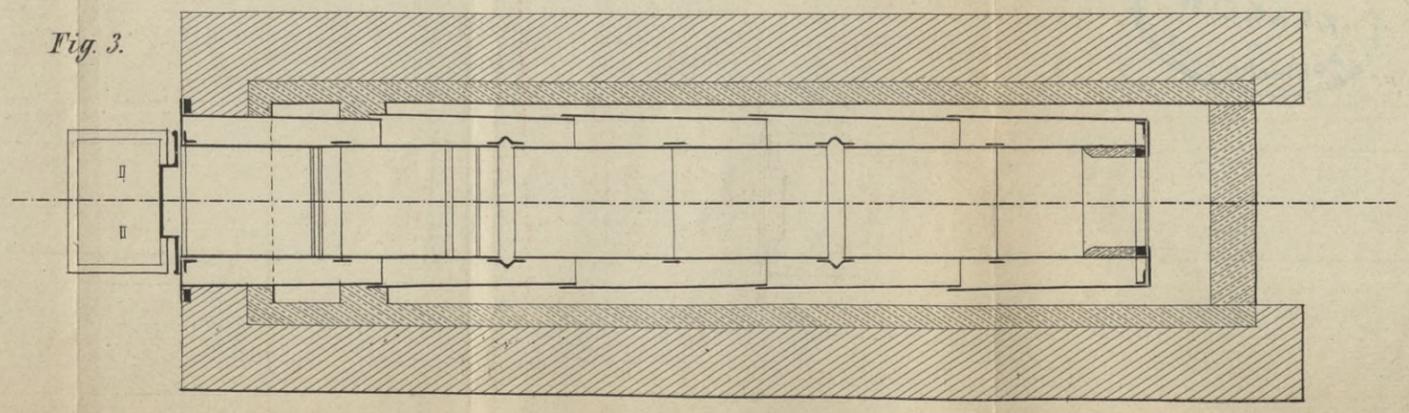




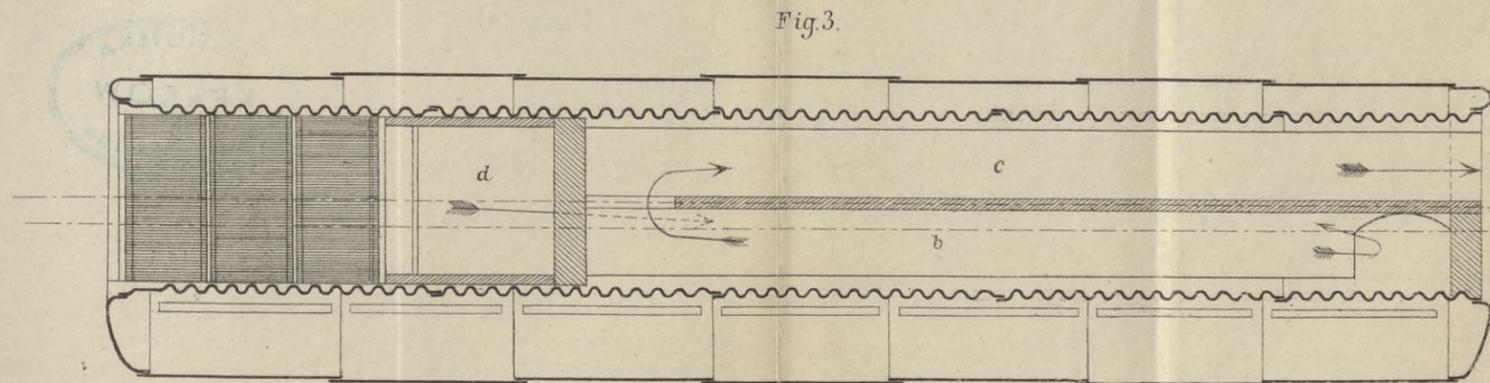
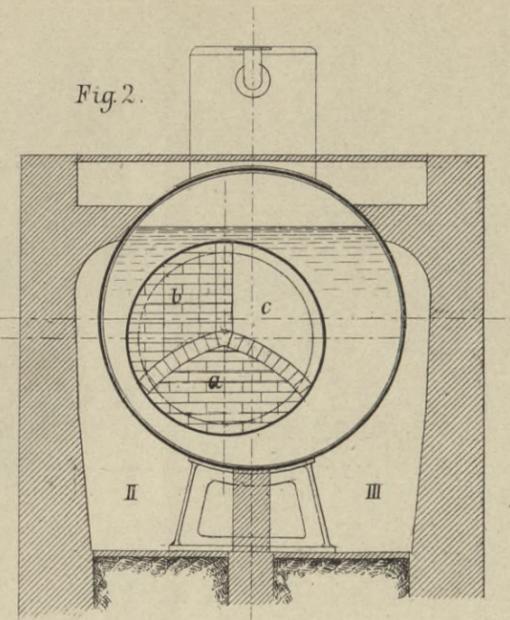
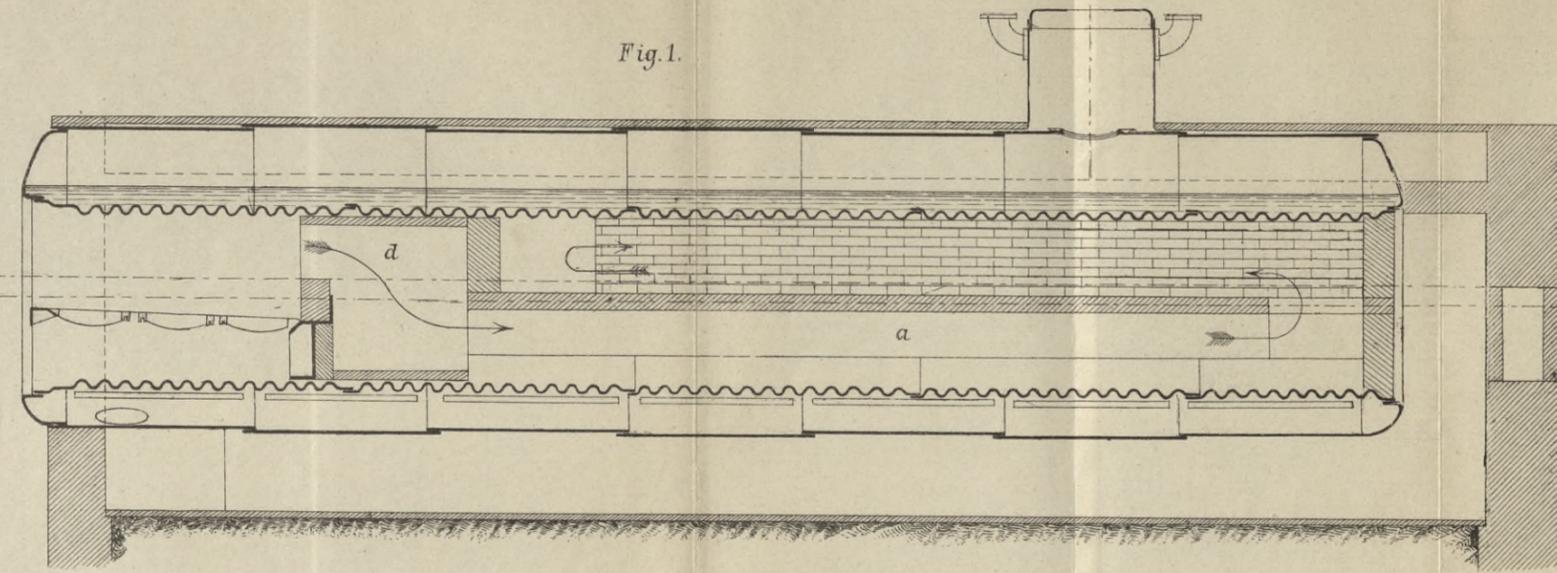


100 50 0 1 2 3 4 5 Meter in $\frac{1}{48}$ d. v. Gr.

Combinirter Einflammrohr-Unterkessel.
(System Fairbairn.)



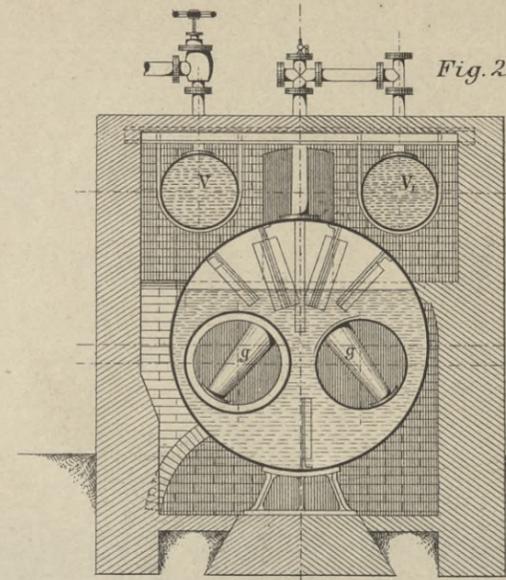




Wellrohrkessel
 von Gewerkschaft Schulz Knaudt
 in Essen Rhproz.

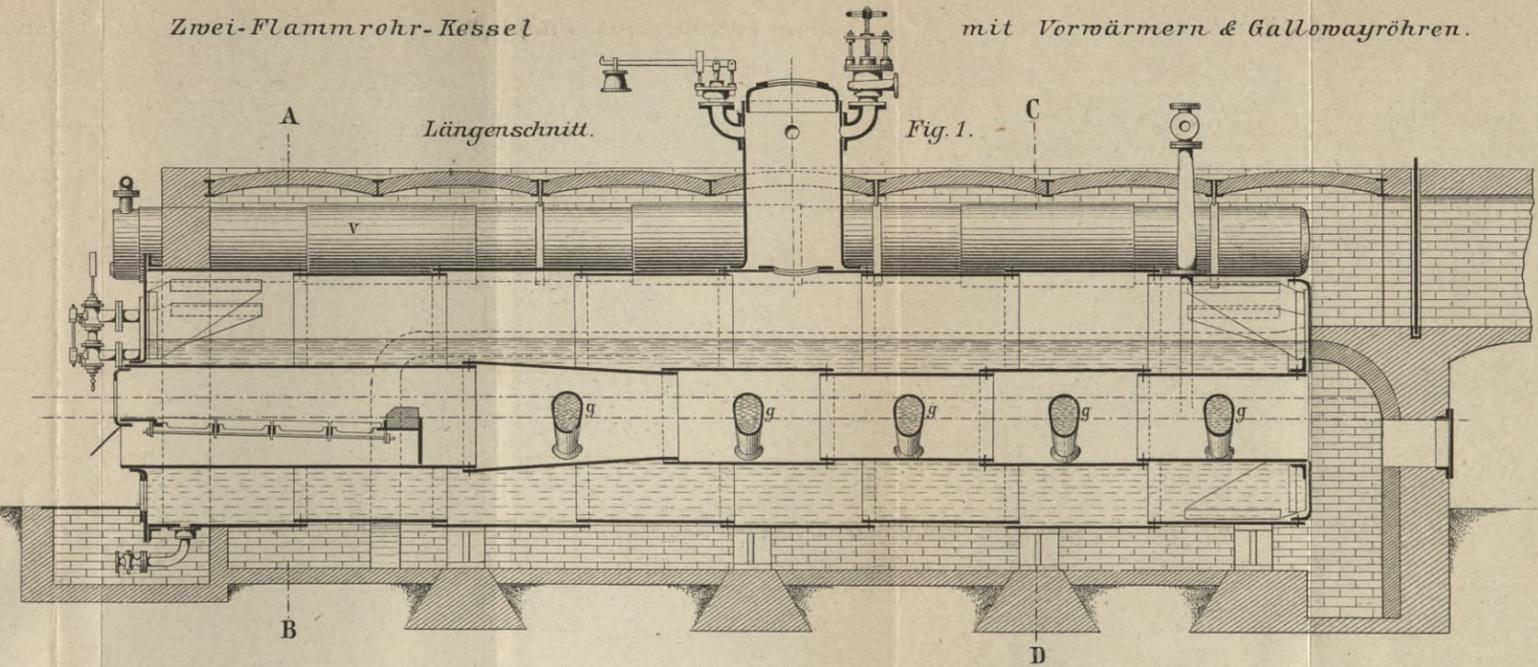


Schnitt A-B. Schnitt C-D.



Zwei-Flammrohr-Kessel

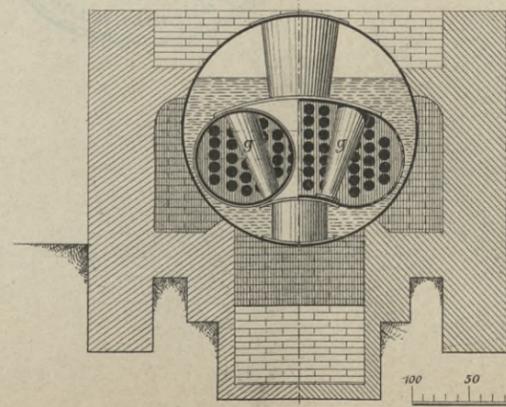
mit Vormärmern & Gallowayröhren.



Zweiflammrohrkessel mit Feuerbüchse, Heizröhren u. Gallowayröhren.

Piedboetf'scher Patentkessel D.R.P.

Fig. 4. Schnitt A-B, Schnitt C-D.



Längenschnitt.

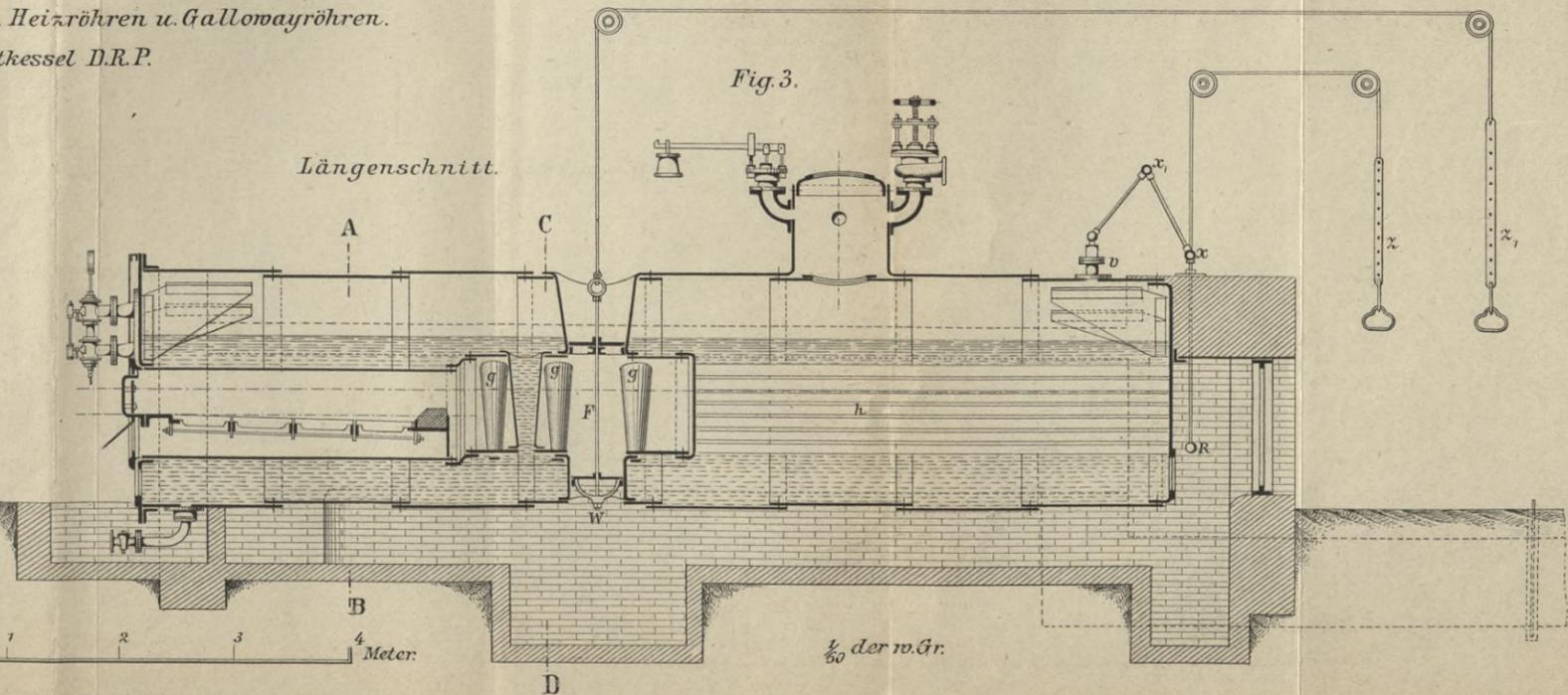




Fig.1.

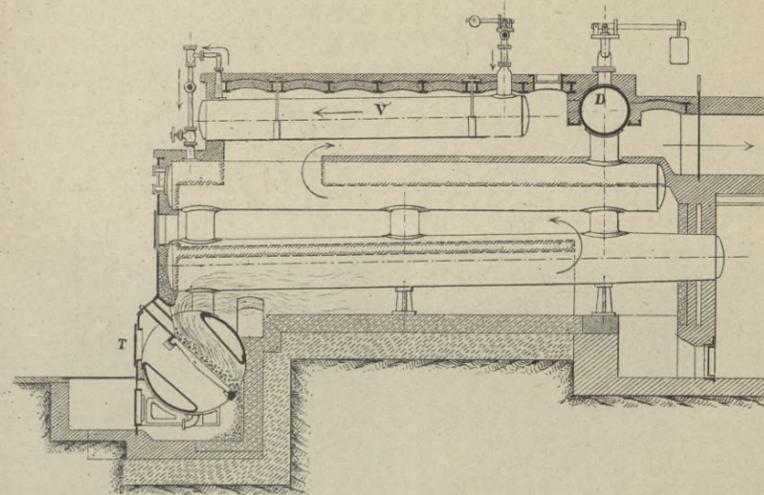


Fig.2.

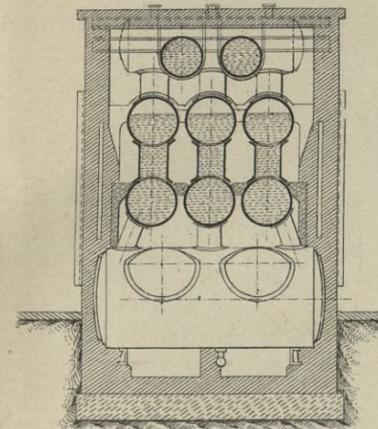


Fig.4.

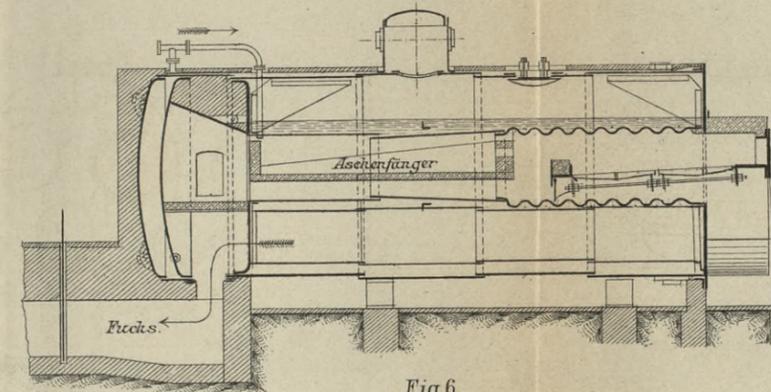


Fig.5.

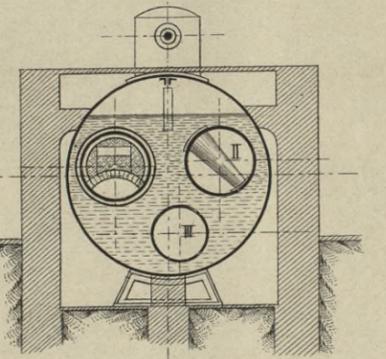


Fig.3.

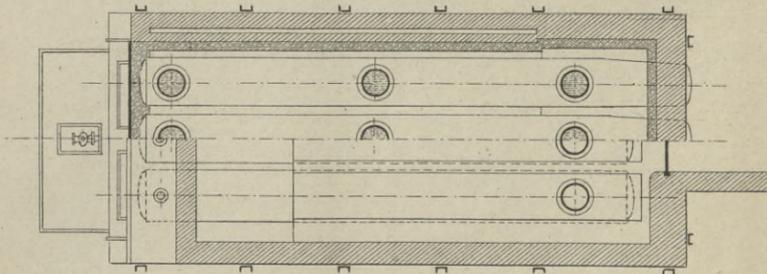
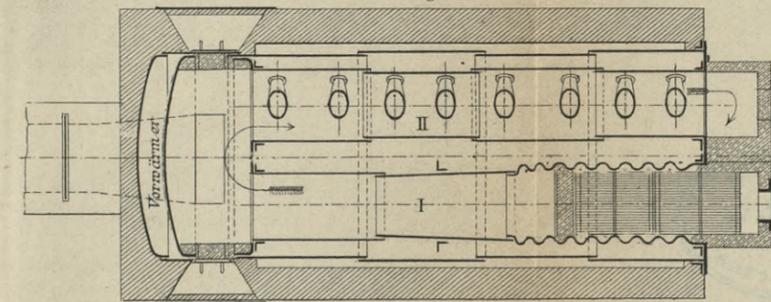


Fig.6.



*Dampfkessel
mit rauchverzehrender
Ten-Brink-Feuerung
ausgeführt von der
Maschinenfabrik Esslingen.*

*Dreiflammrohrkessel
D.R.P.
No 33218
mit Aschenfänger.
Maschinenfabrik Buckau.
Dampfkessel- & Gasometer-Fabrik
Braunschweig.*



Fig. 1. Schnitt a.b.

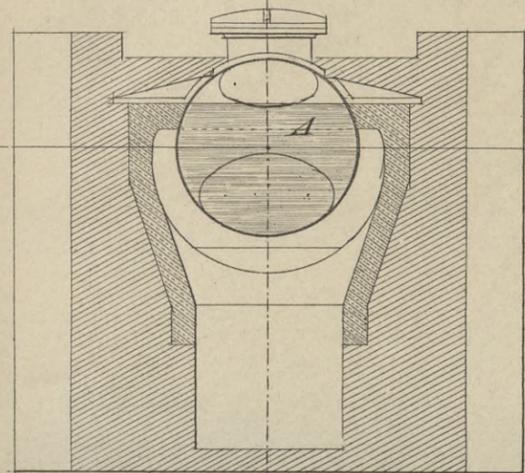


Fig. 2.

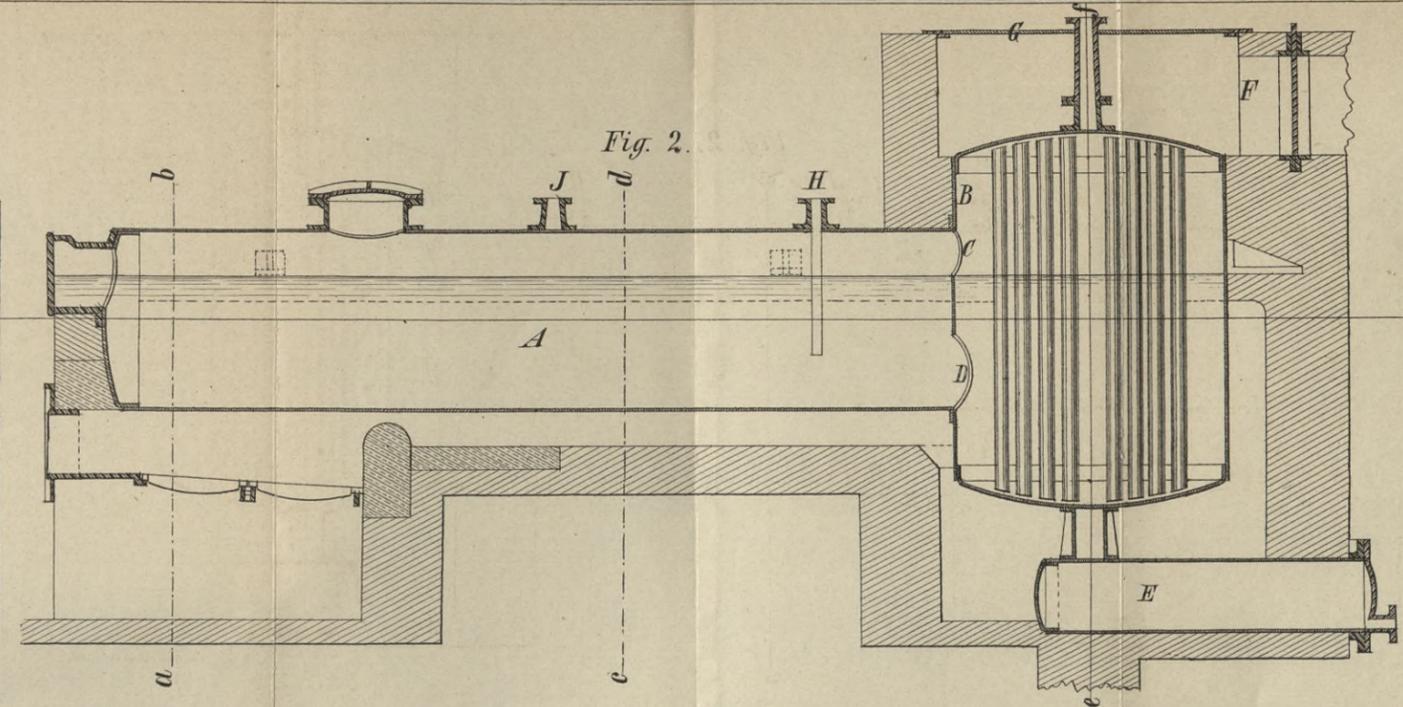


Fig. 3. Schnitt c.d.

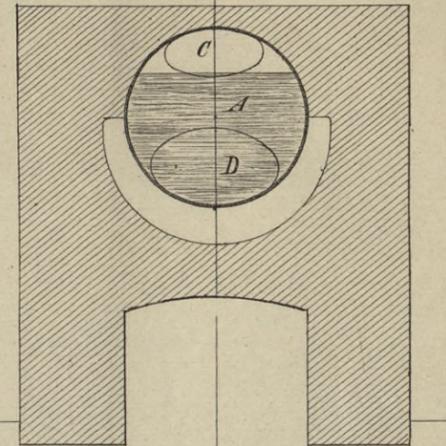


Fig. 4. Schnitt e.f.

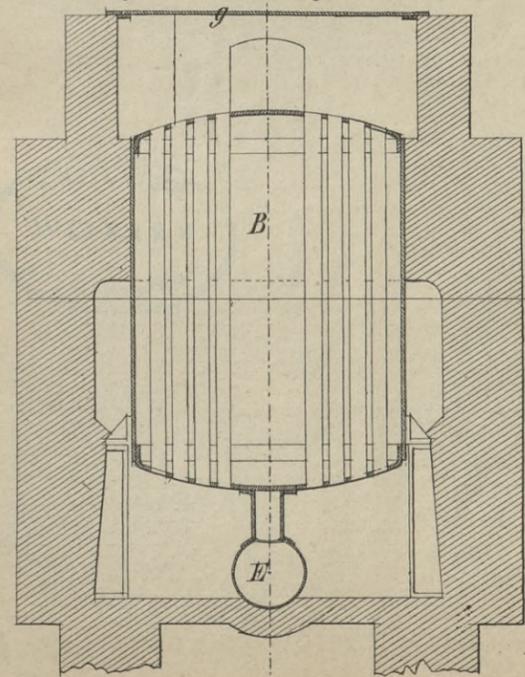
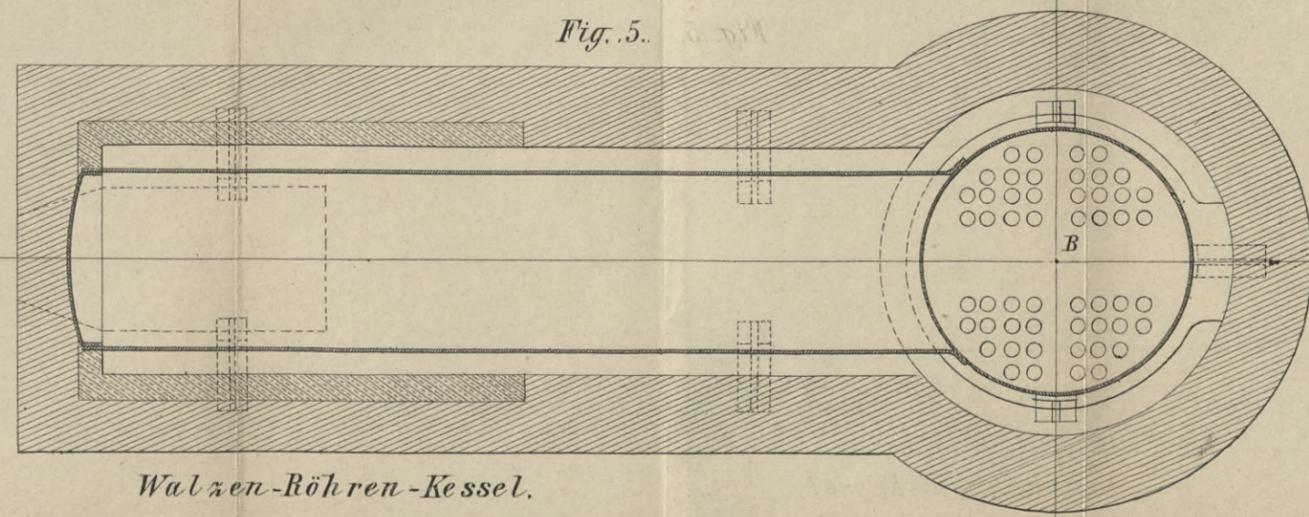
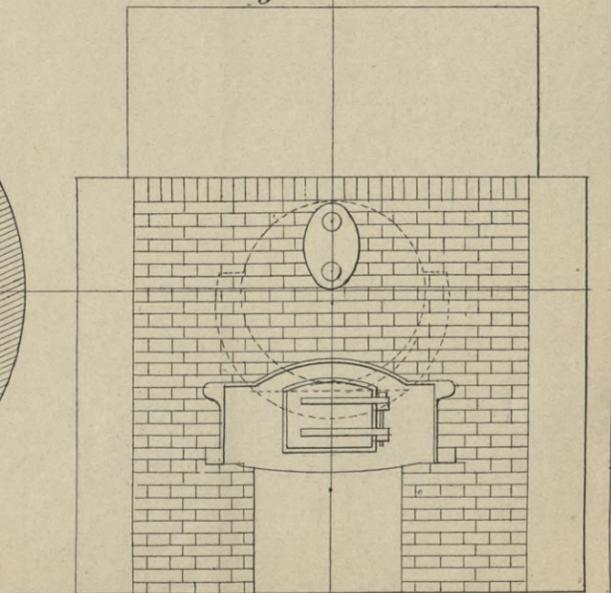


Fig. 5.



Walzen-Röhren-Kessel.
(System Dupuis.)

Fig. 6.



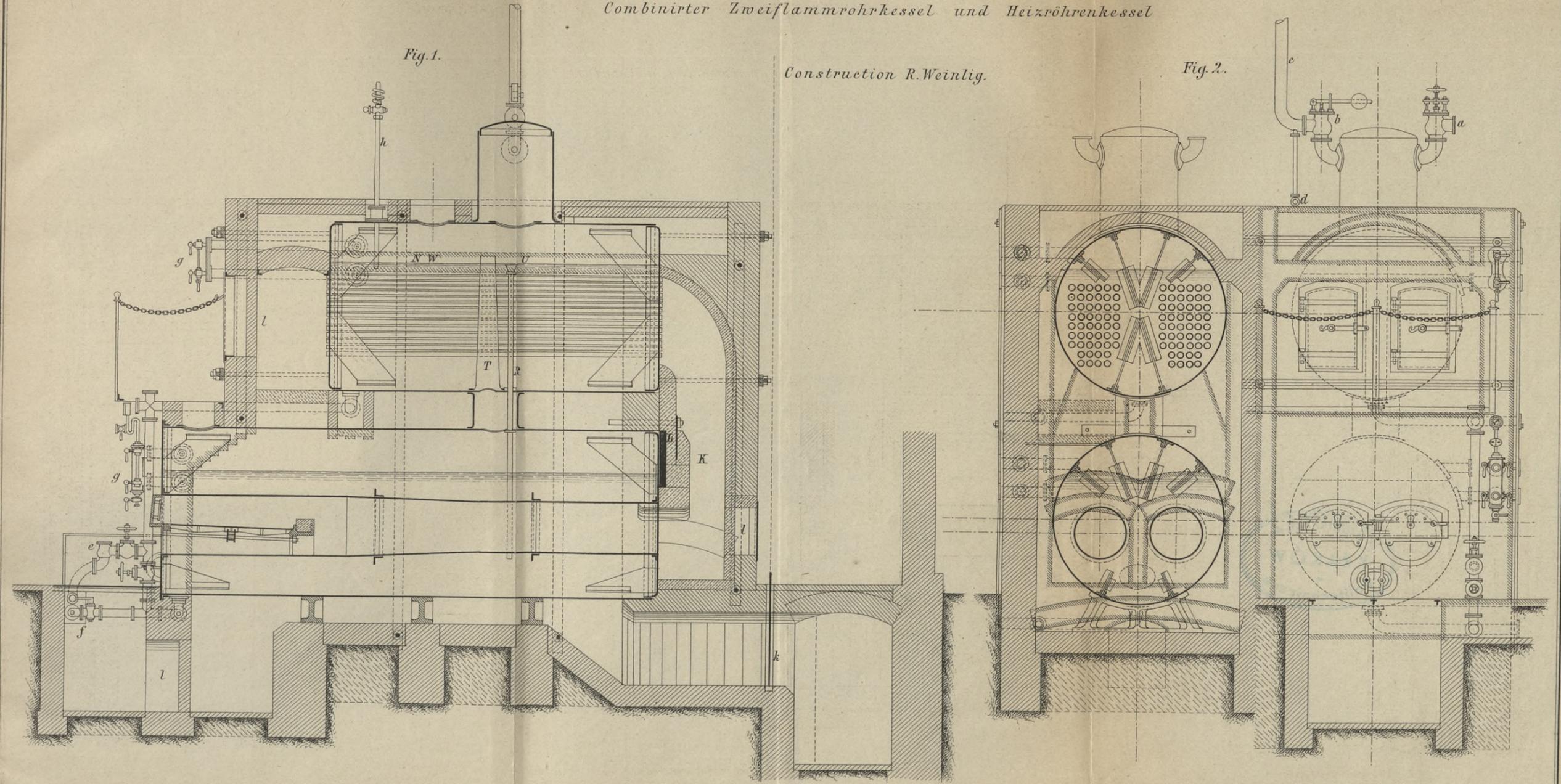


Combinirter Zweiflammrohrkessel und Heizröhrenkessel

Fig. 1.

Construction R.Weinlig.

Fig. 2.





Fahrbarer Locomobilkessel.

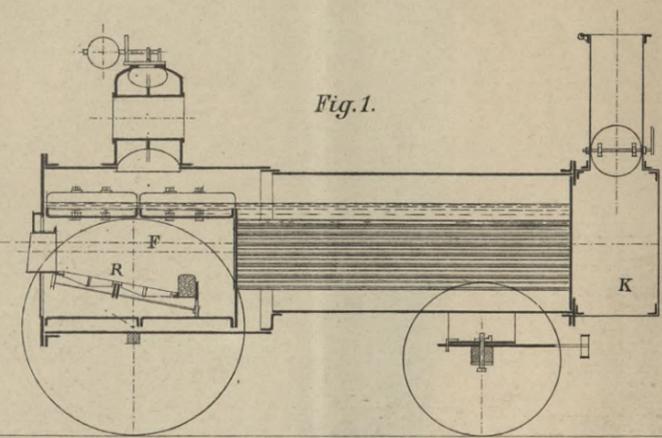


Fig. 1.

Kessel mit ausziehbarem Rohrsystem von R. Wolf in Buchau.

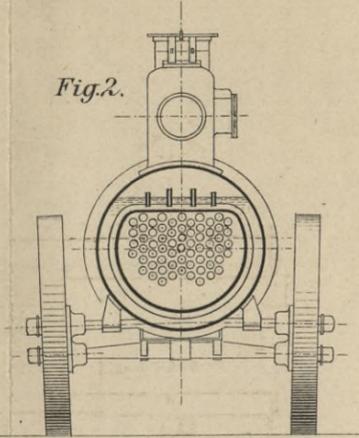


Fig. 2.

Transportabler Kessel auf Tragfüßen.

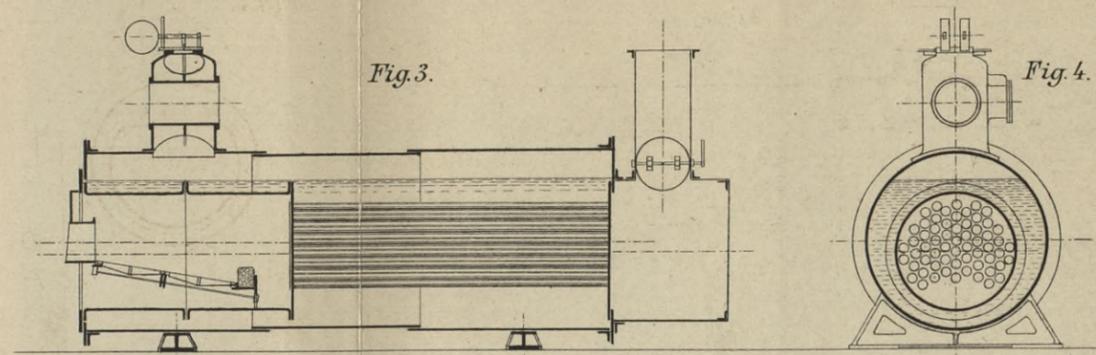


Fig. 3.

Fig. 4.

Dampffluglocomotivkessel von John Fowler & Comp. in Leeds.

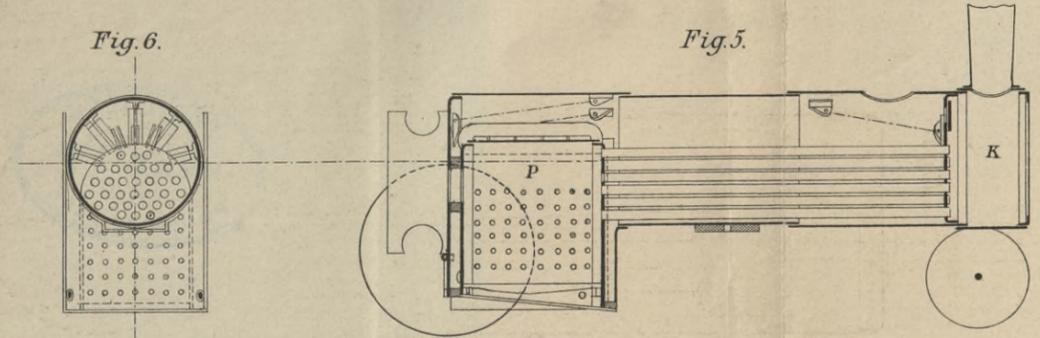


Fig. 6.

Fig. 5.

*Stehender Dreiflammrohrkessel.
D.R.P.
(33218)*

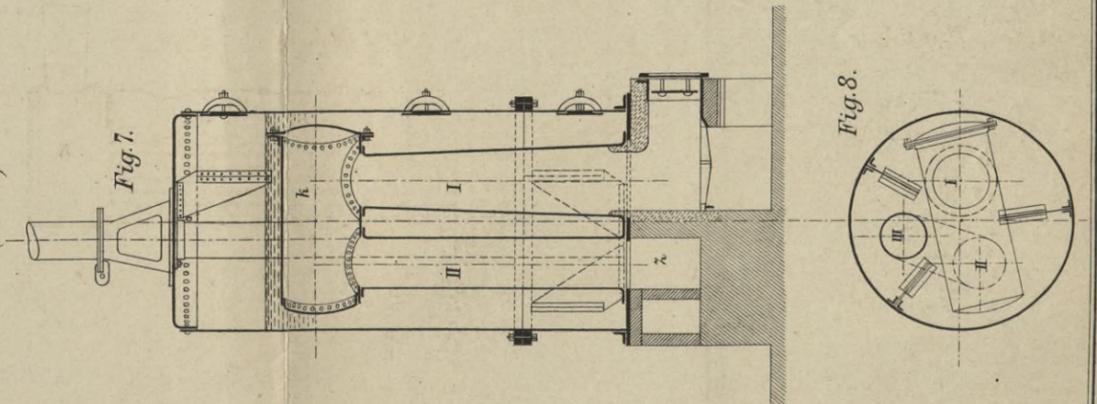


Fig. 7.

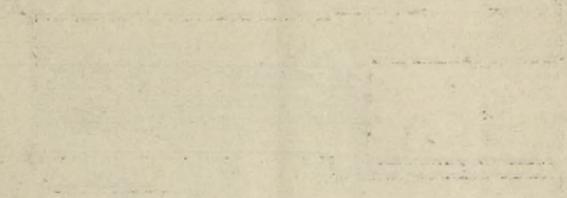
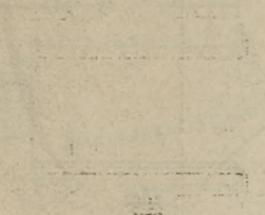
Fig. 8.

1914

1914

1914

1914



1914

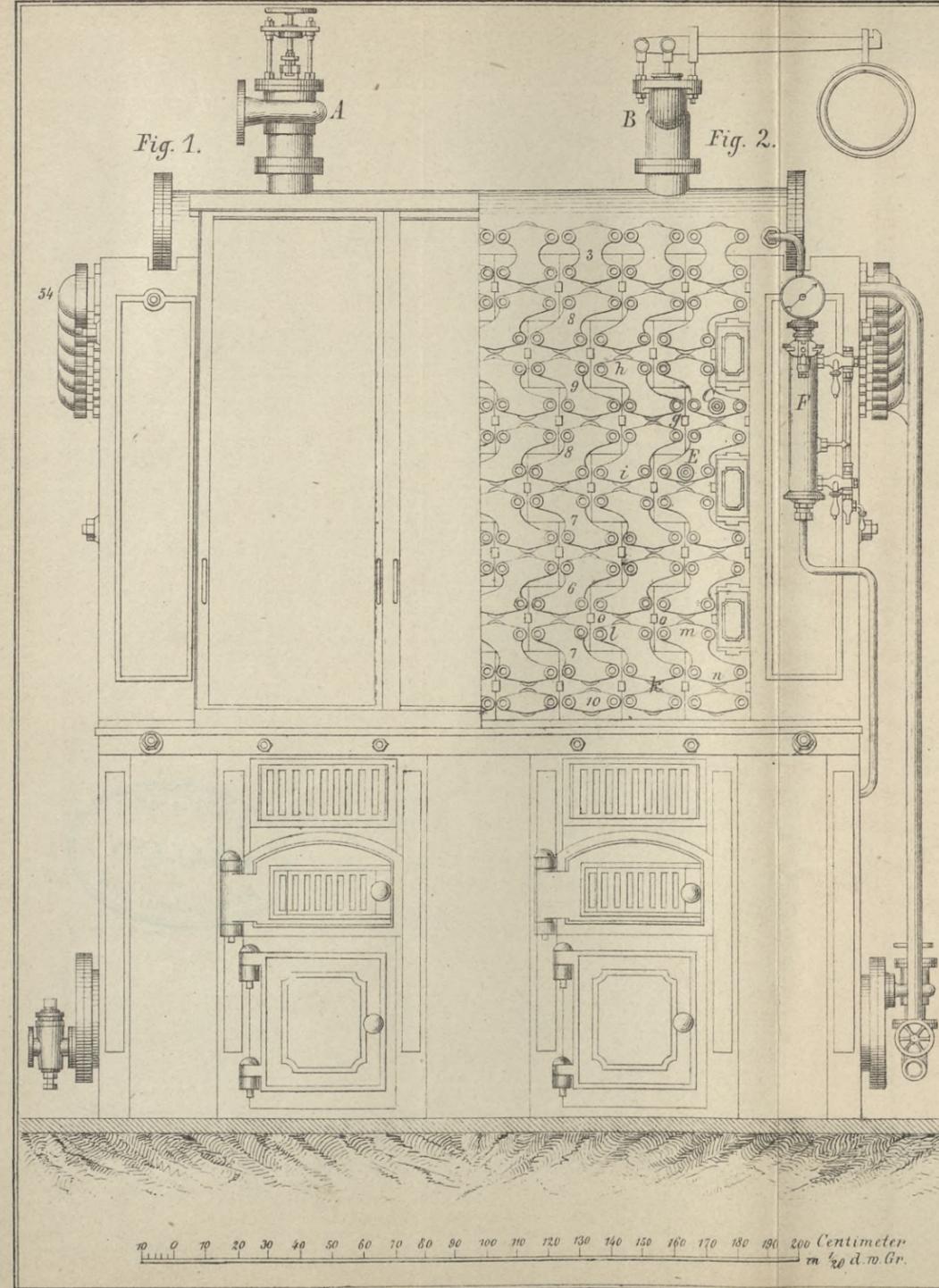
1914

1914

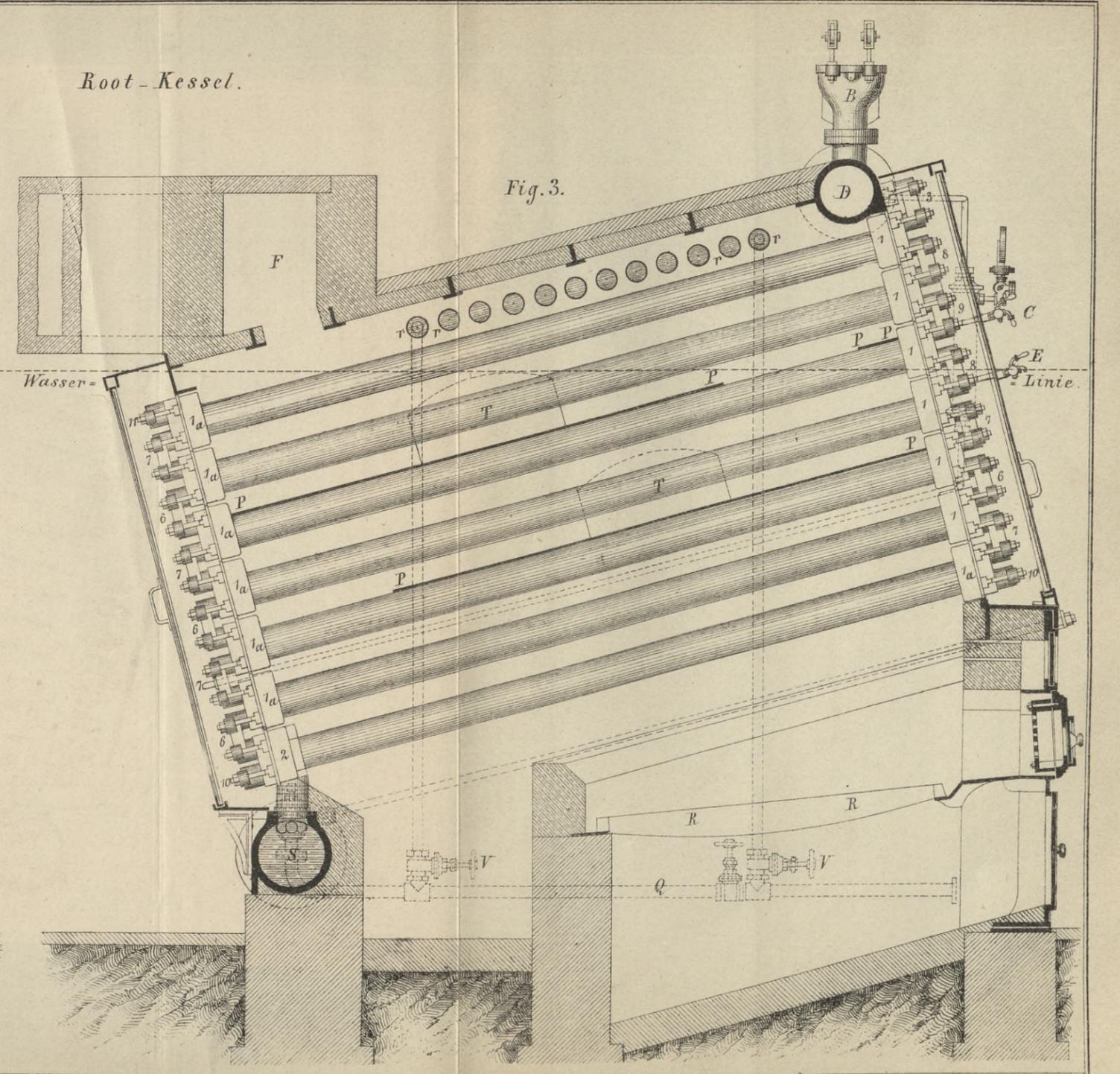


1914



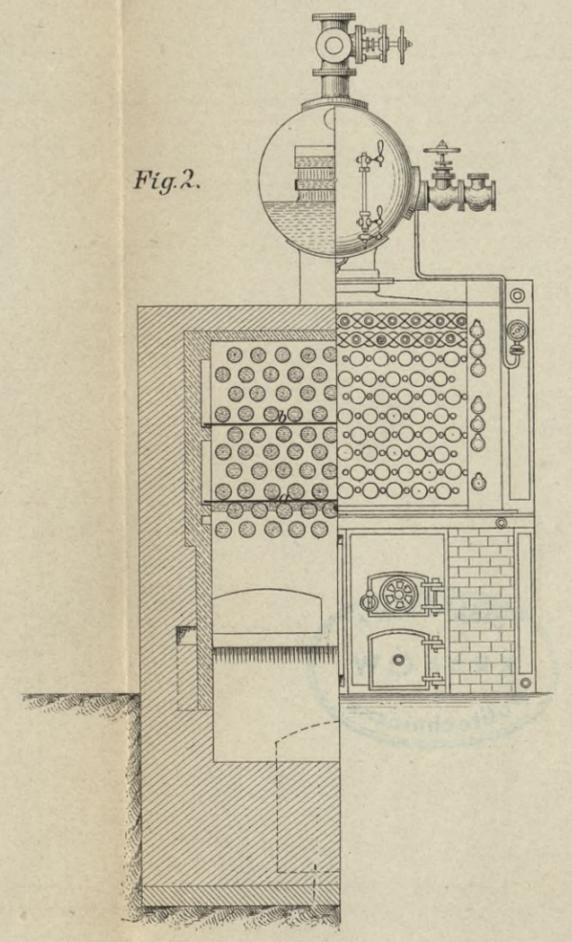
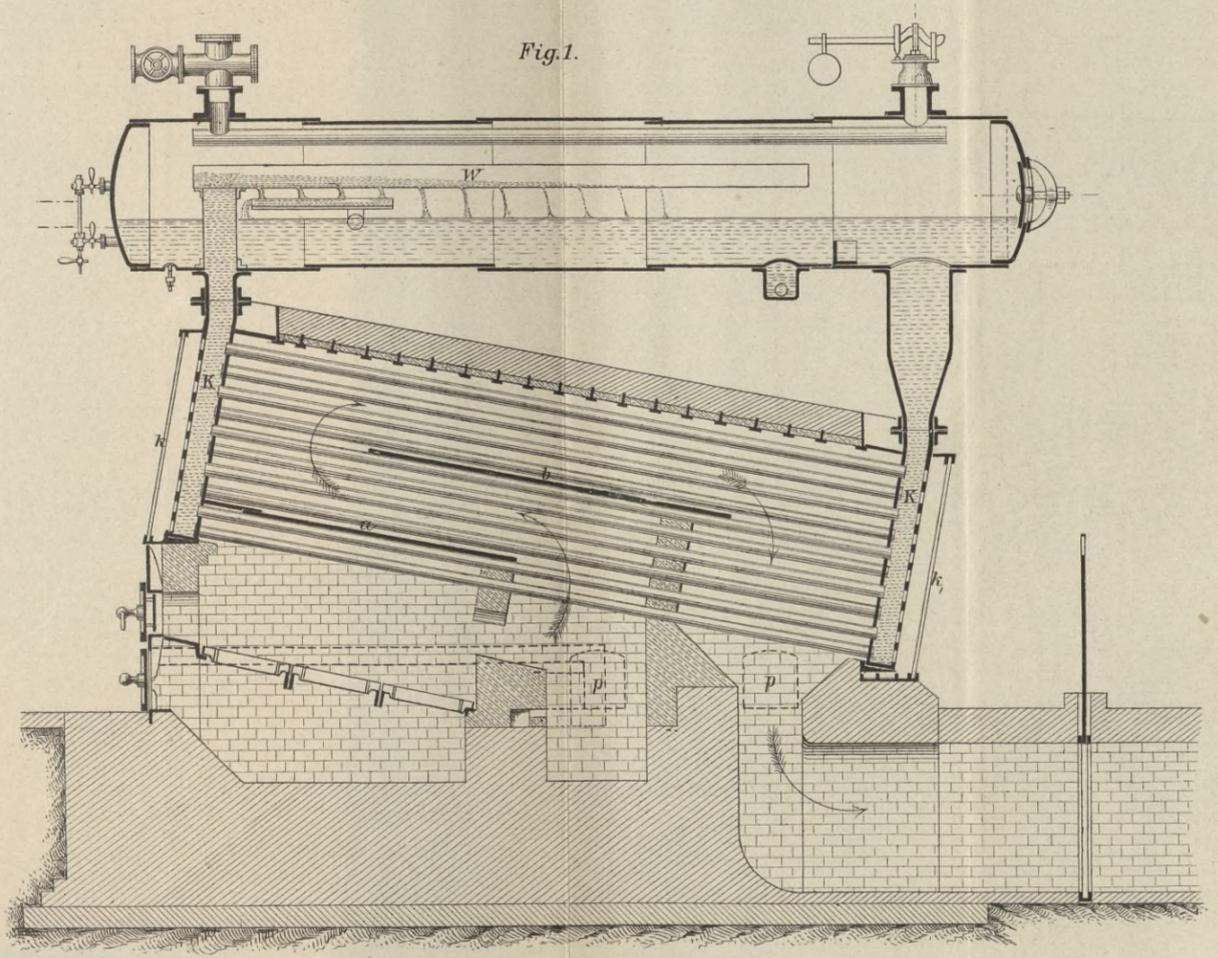


Root-Kessel.

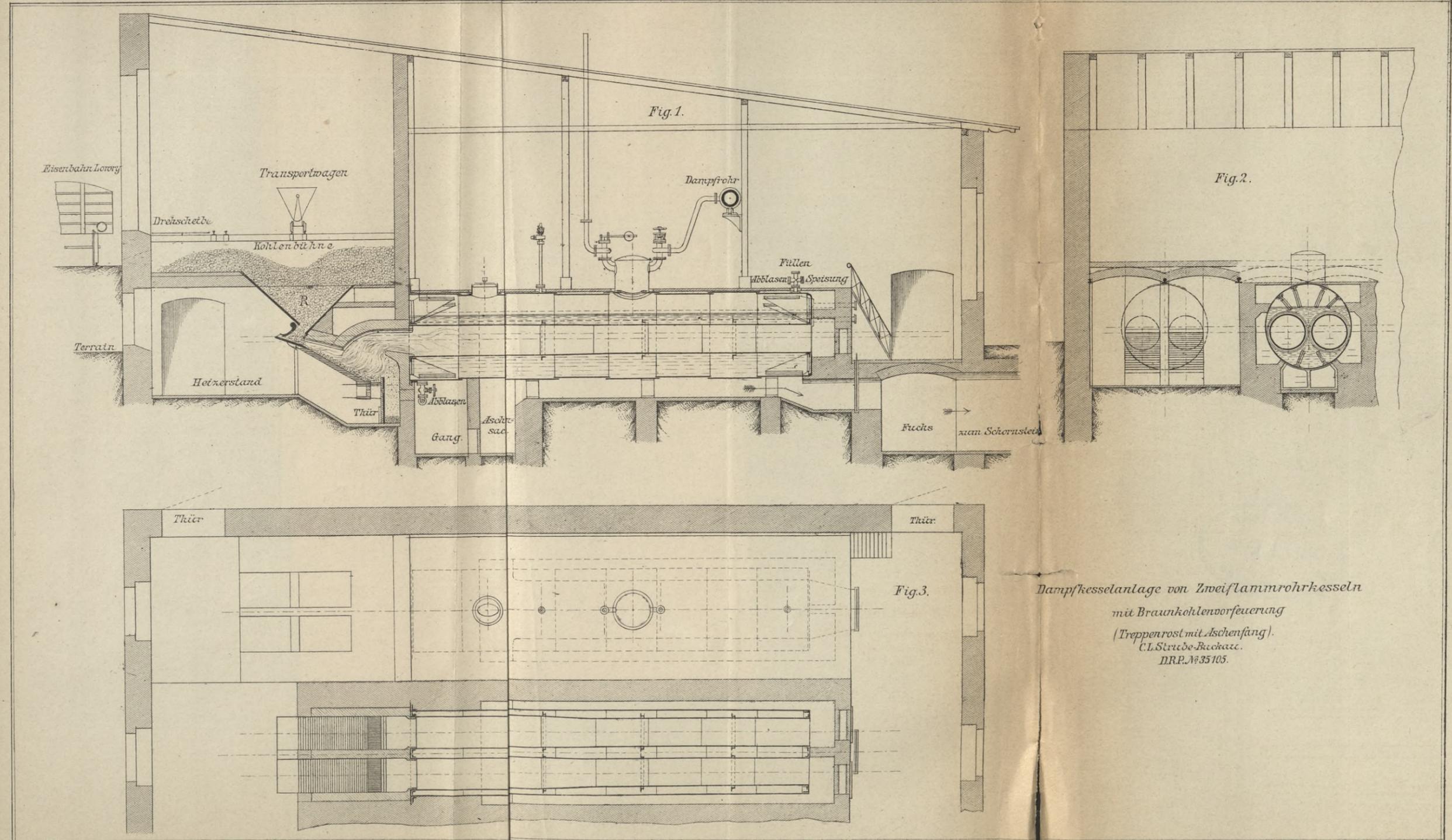




Steinmüller- Kessel.

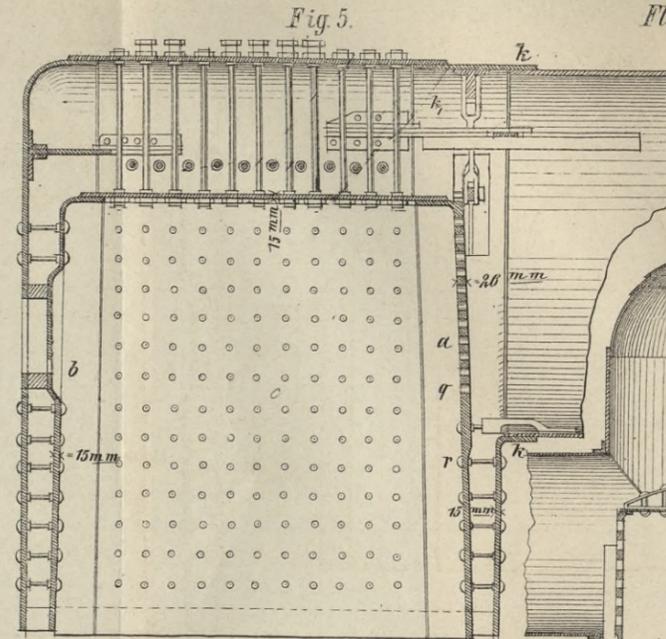
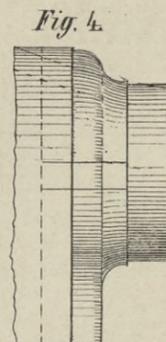
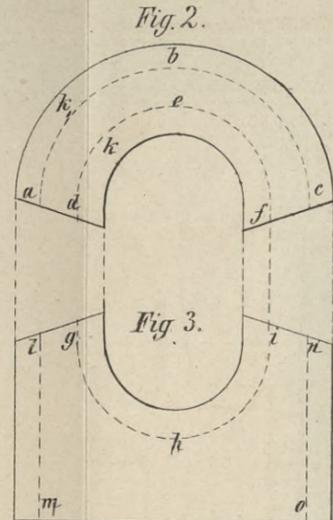
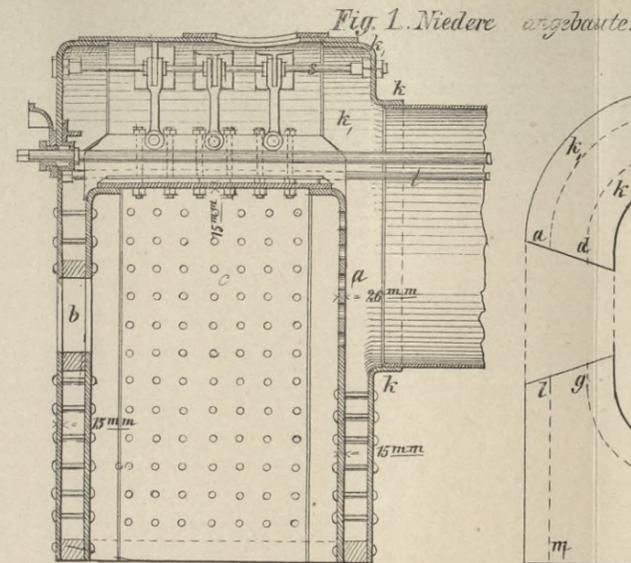




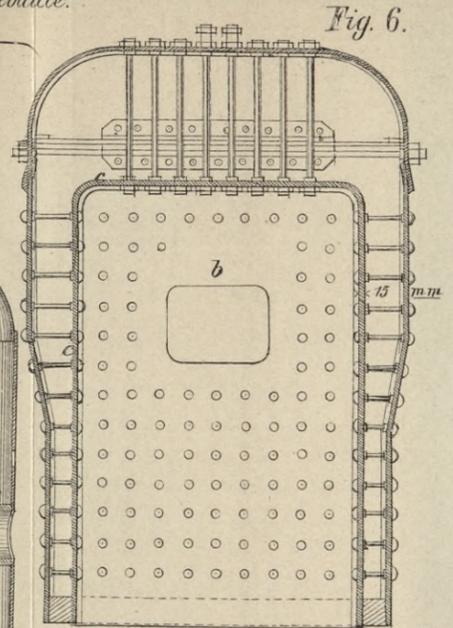
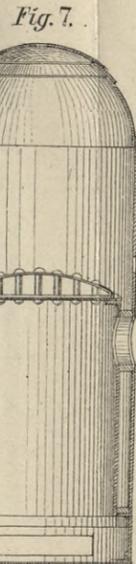


Dampfkesselanlage von Zweiflammrohrkesseln
 mit Braunkohlenvorfeuerung
 (Treppenrost mit Aschenfang).
 C.L. Strube-Bucharc.
 DRP. № 35105.

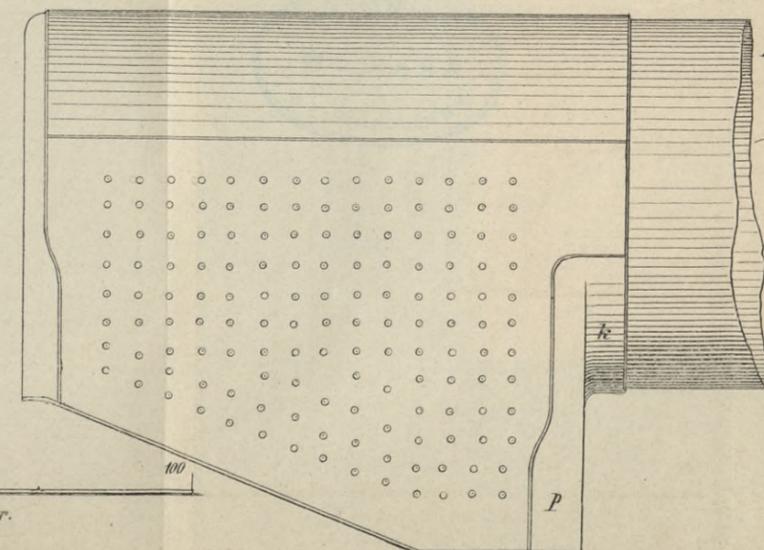
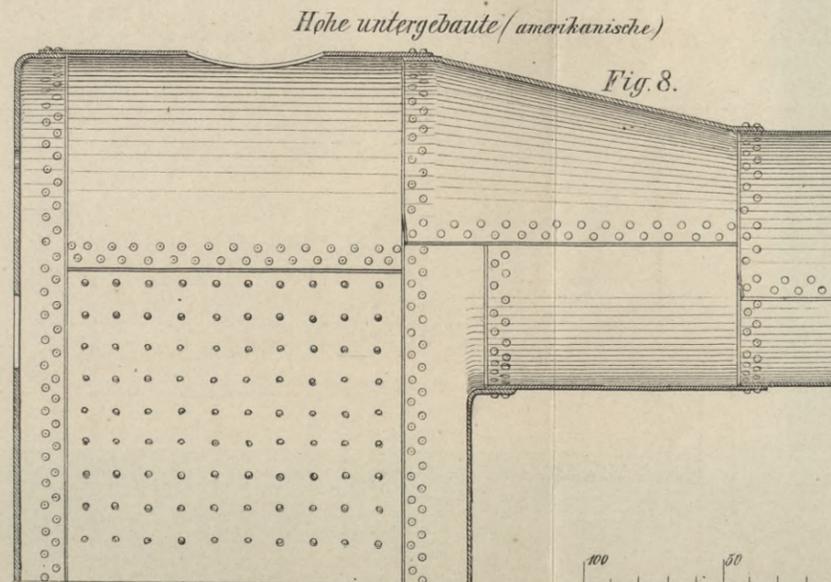




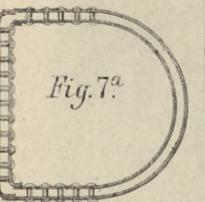
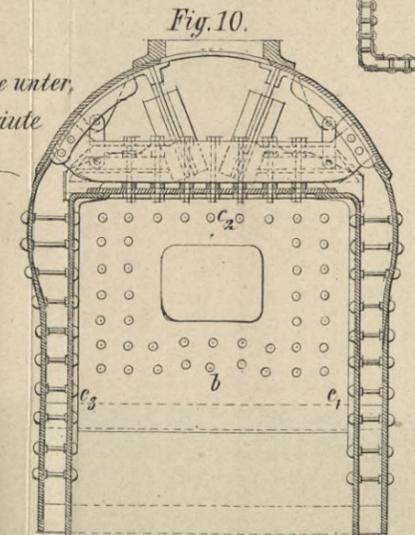
Flache angebaute.



Locomotiv-Feuerkisten.

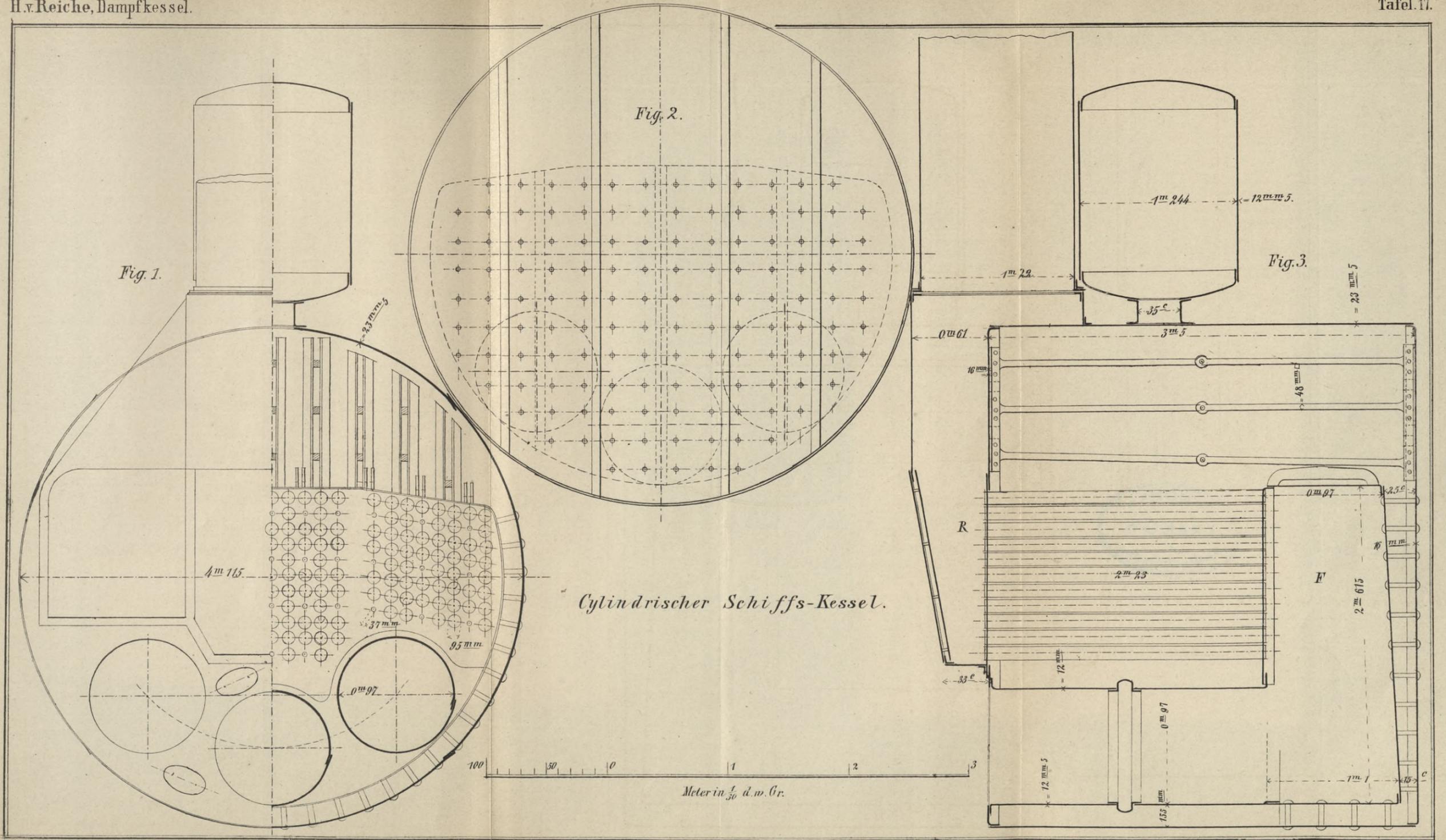


Niedere untergebaute



Centimeter in $\frac{1}{2}$ d. n. G r.





Cylindrischer Schiffs-Kessel.



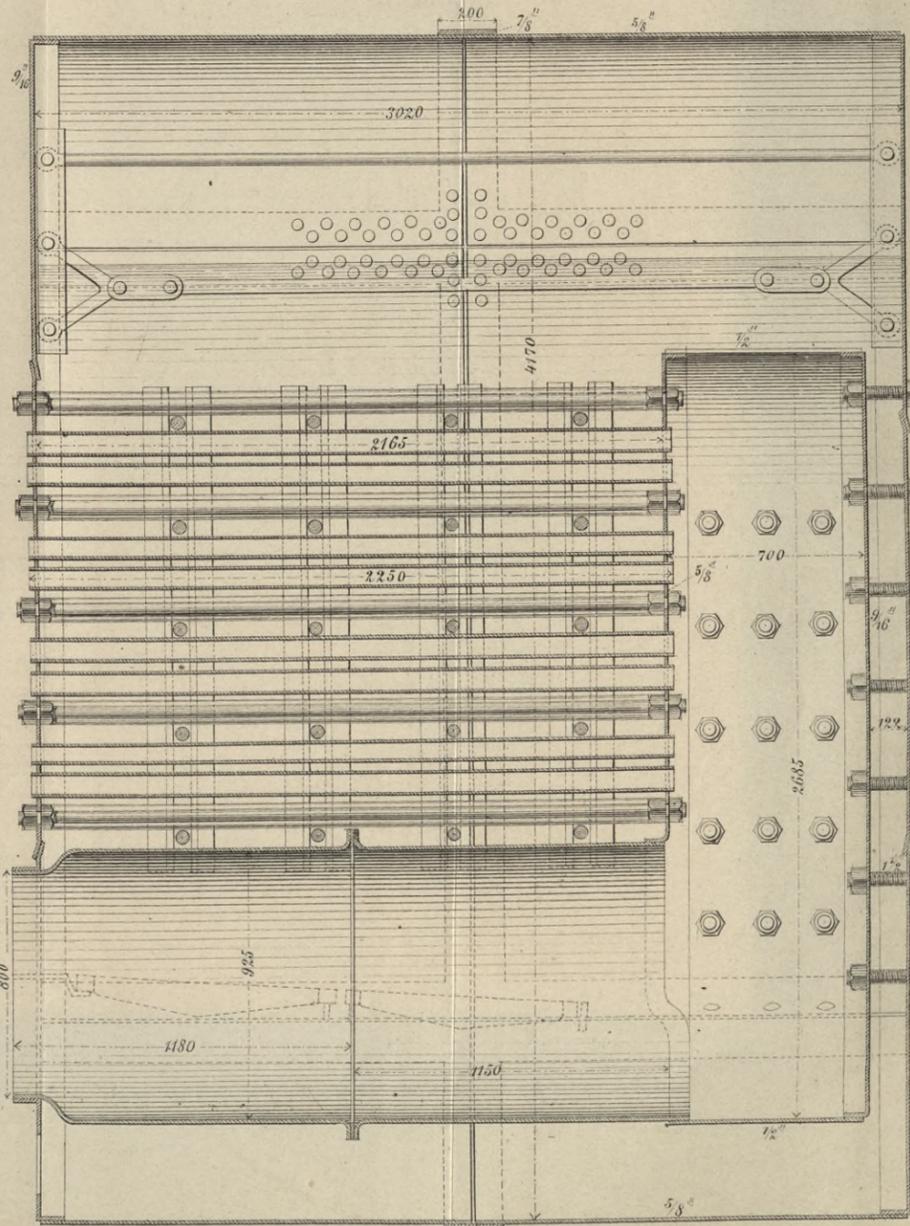
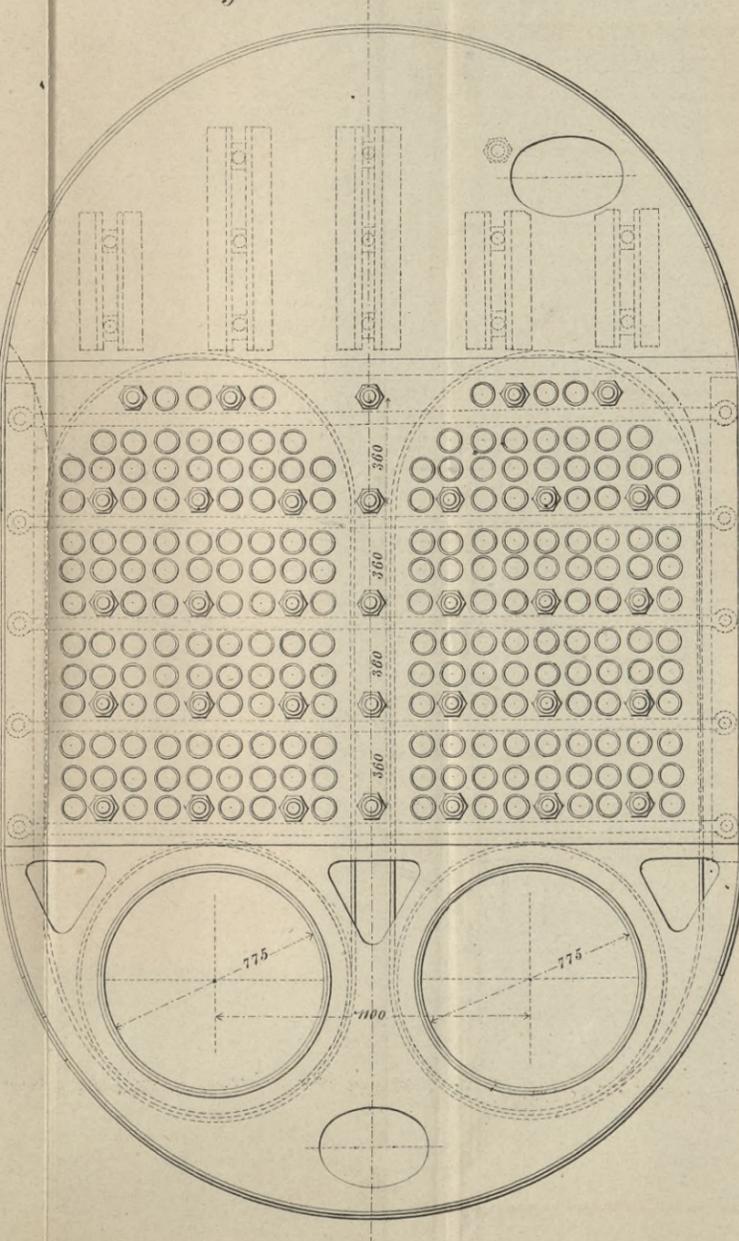
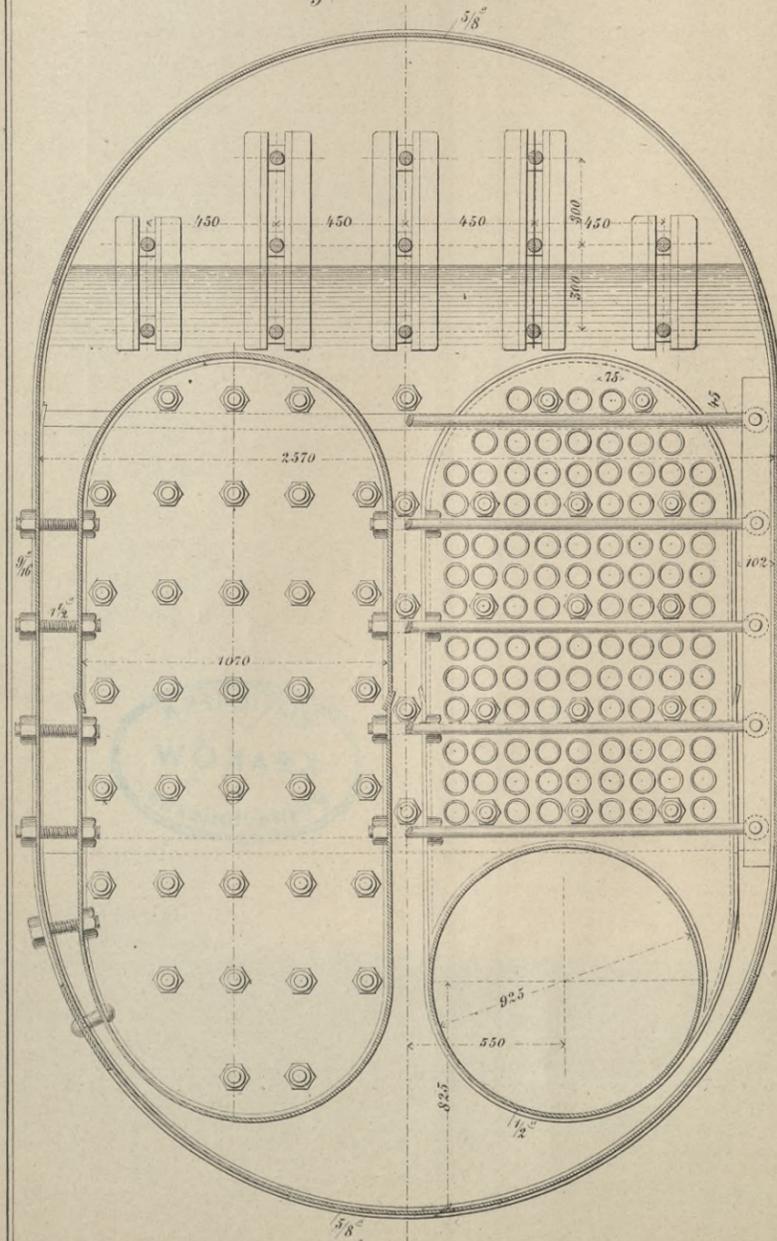
Ovaler Schiffs-Kessel.

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 1 2 3 4 Meter in 1/24 d. v. Gr.

Fig. 1. Querschnitt.

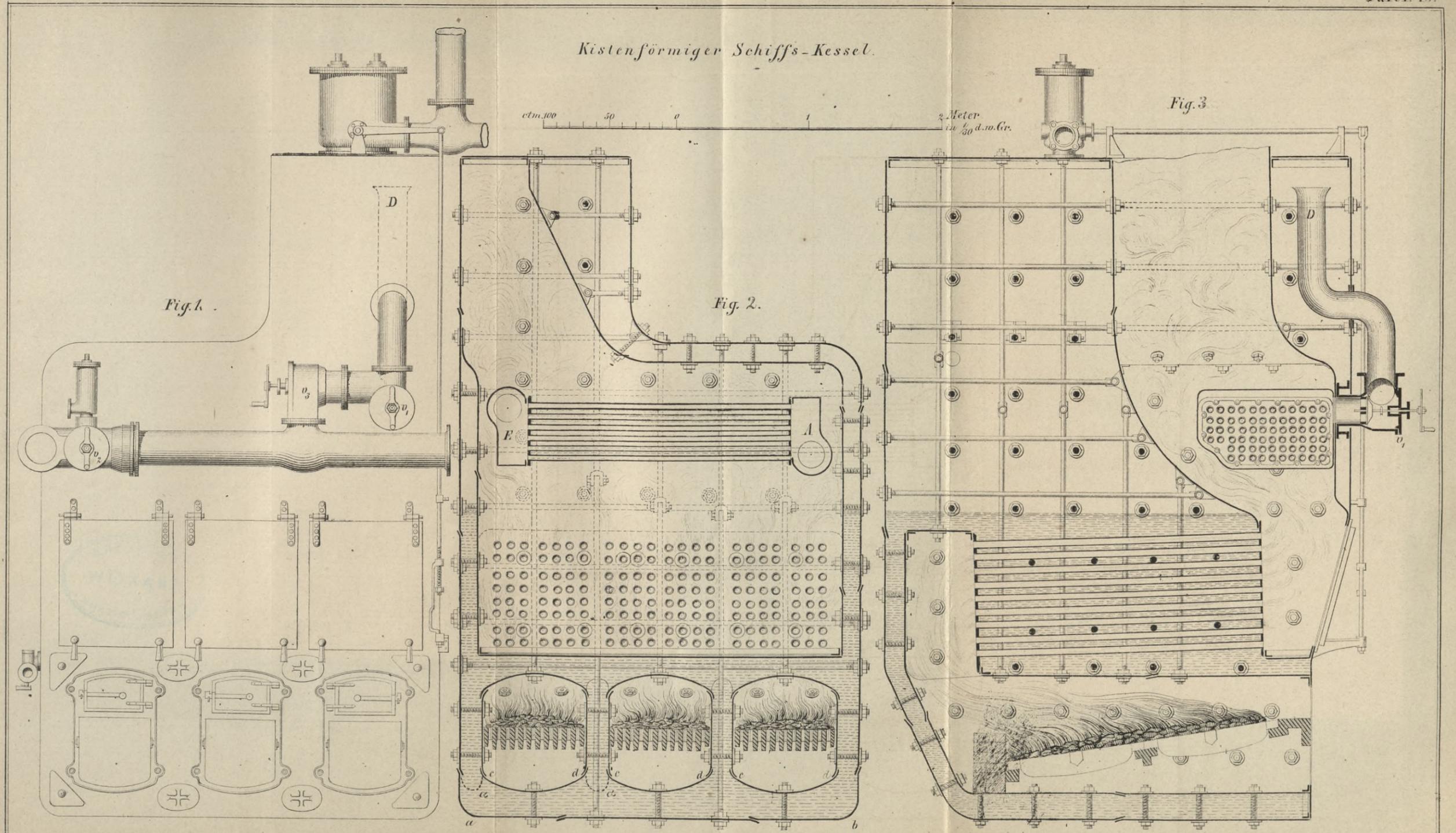
Fig. 2. Vorder-Ansicht.

Fig. 3. Längsschnitt.



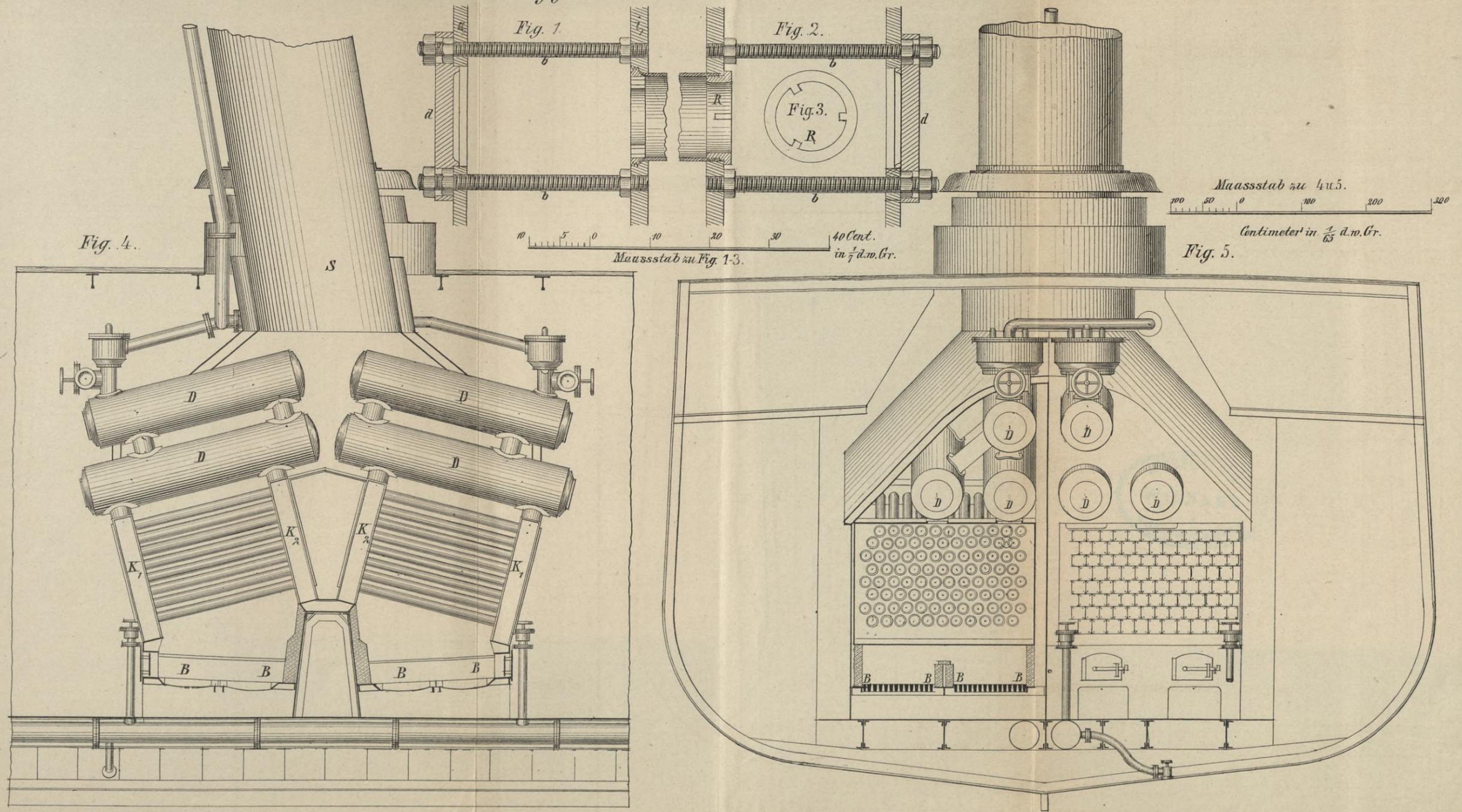


Kistenförmiger Schiff's-Kessel.

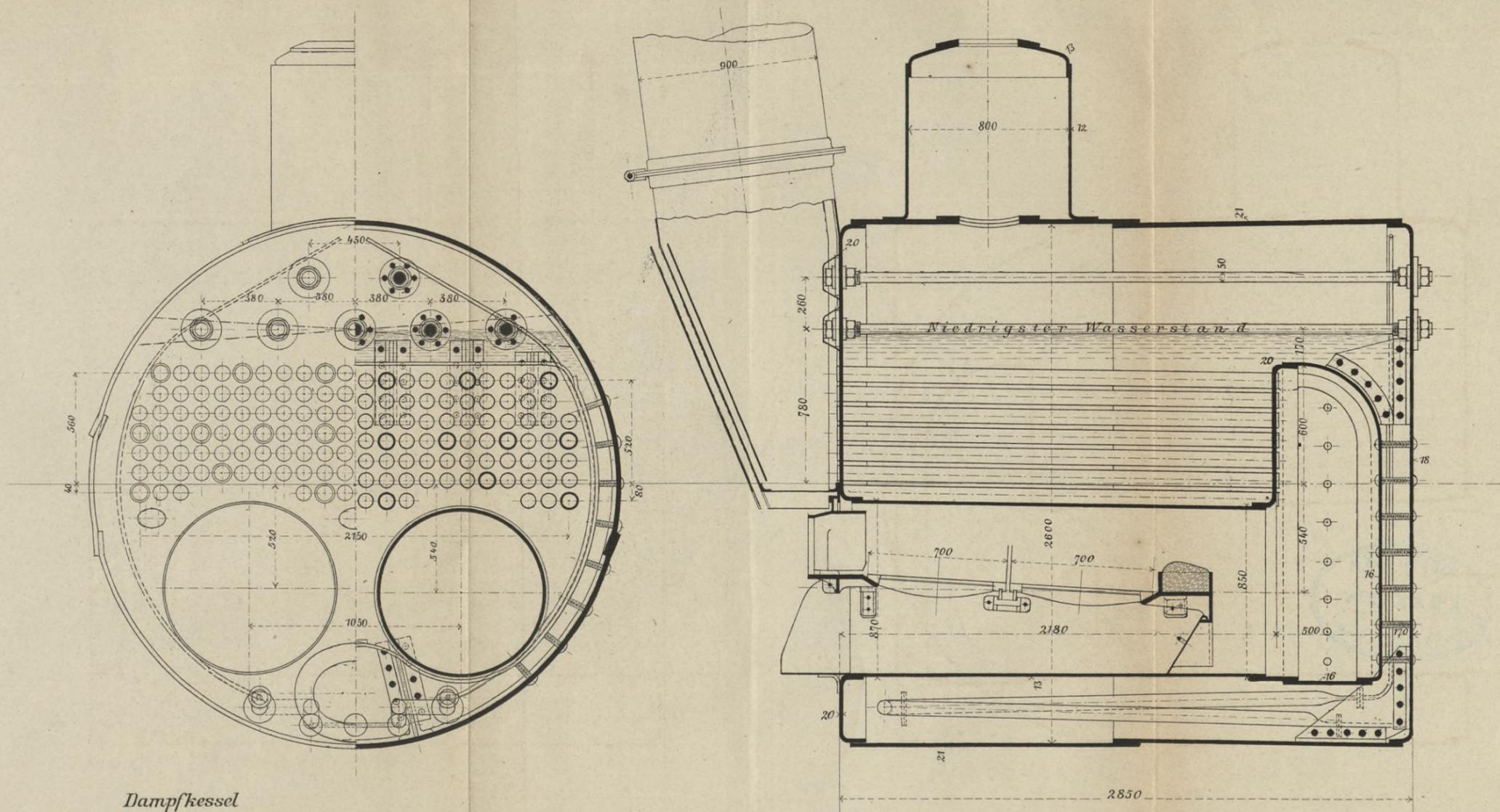




Schiffs-Alban-Kessel.







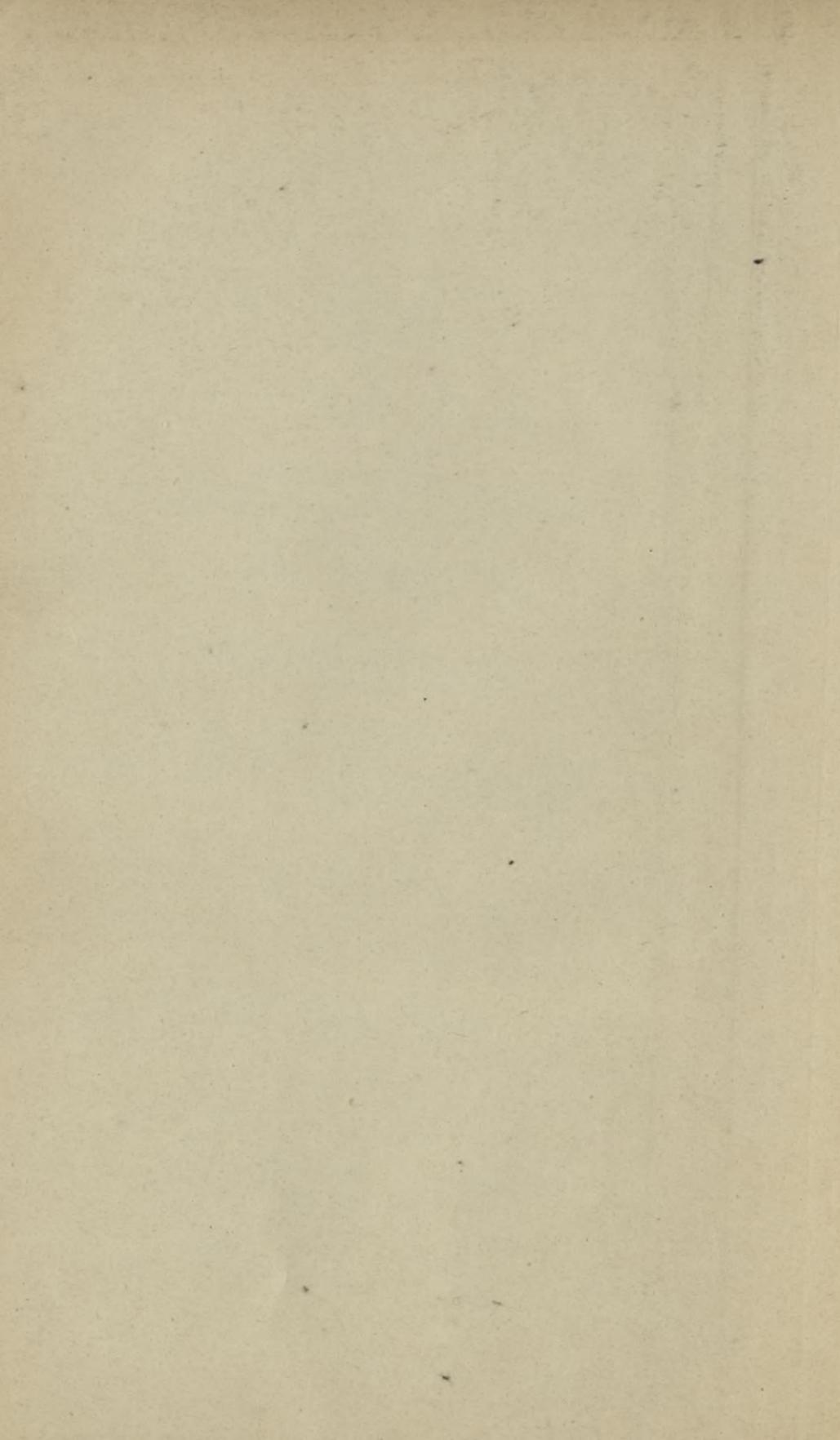
Dampfkessel
für Fluß Dampfschiffe.
Gedr. Sachsenberg-Rosslau & Elbe.

Maassstab 1:25.

Ueberdr. in Atm. 7
 Benetzte Heizfläche 85,90 qm.
 Totale Rostfläche 2,32 qm.
 140 Röhren, davon 120 je 76^m/m äuss ϕ n 3^m/m stark.
 20 Ankerröhren je 83^m/m äuss ϕ n 8^m/m stark.



S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

6884

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299299