

# Anlage, Ausbau und Einrichtungen von Färberei-, Bleicherei- und Appretur-Betrieben.

Von

**Dr. Paul Heermann,**

ständ. Mitarbeiter und Leiter der textiltechnischen Prüfungen  
am Königlichen Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Berlin.

Mit 90 Textfiguren.



**Berlin**

Verlag von Julius Springer.

1911.

ISBN-13: 978-3-642-89813-6 e-ISBN-13: 978-3-642-91670-0  
DOI: 10.1007/978-3-642-91670-0

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1911

**Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)  
in Berlin und Fürstenwalde (Spree).**

## Vorwort.

Der Kampf auf allen wirtschaftlichen Gebieten drängt die Beteiligten immer mehr zu einer planmäßigen, systematischen Arbeitsweise. Denn nur ein bewährtes System führt — insbesondere auch auf dem Gebiete der Industrie und Technik — dauernd zu ideellen Siegen und lohnenden wirtschaftlichen Erfolgen. Ebenso wie zur Erreichung dieser Ziele bei allen Unternehmungen die Finanzierung, die Betriebsführung, der Ein- und Verkauf von Rohstoffen und fertigen Erzeugnissen auf geordneter Grundlage ruhen sollen, so soll auch die Anlage der Fabrik, der Bau und die Konstruktion, sollen auch die inneren Einrichtungen planmäßig durchdacht und ins Werk gesetzt sein, weil auch diese Faktoren die Wirtschaftlichkeit der Betriebe auf der einen Seite stark gefährden, auf der anderen Seite kräftig fördern können. Es sei besonders betont, daß den erwähnten Fragen in der Praxis meist als nebensächlichen Dingen nicht die notwendige Beachtung geschenkt wird, und daß diesen Punkten in Wirklichkeit ein zu hohes Interesse überhaupt nicht entgegengebracht werden kann.

Während in meinen voraufgegangenen Büchern, den „Färberei-chemischen Untersuchungen“ und den „Koloristischen und Textilchemischen Untersuchungen“, neben dem Prüfungswesen die Betriebssystematik der Textilveredlungs-Industrie behandelt ist, habe ich es nun unternommen, in der vorliegenden Schrift gewissermaßen die Systematik der Anlagen und Einrichtungen von Betrieben der Textilveredlungs-Industrie kurz niederzulegen. So werden nachstehend die wichtigsten Gesichtspunkte besprochen, die bei dem Bau von Fabriken, bei Dampf-, Kessel-, Leitungs-, Heizungs-, Beleuchtungs-, Ventilations-, Entnebelungsanlagen usw. in Färberei-, Bleicherei- und Appreturbetrieben in Frage kommen.

Bei der Bearbeitung mehrerer Kapitel benutzte ich das ältere, im Buchhandel nicht mehr befindliche Treysche Büchlein über Anlage, Konstruktion und Einrichtungen von Bleicherei- und Färbereilokalitäten und versicherte mich für das Kapitel

über bauliche Anlagen der Mitarbeit des bewährten Ingenieur- und bautechnischen Bureaus von Ernst Jagenburg, Elberfeld. Auch an dieser Stelle spreche ich Herrn Jagenburg für seine durch reiche Spezialerfahrung auf diesem Gebiete getragene Unterstützung besten Dank aus.

Ich gebe mich der Hoffnung und dem Wunsche hin, daß nachfolgende Schrift bei Anlagen und Verbesserungen aller Art, bei Betriebsentwürfen, -kalkulationen und -kontrollen mancherlei Hilfe leisten und Ratsuchenden die richtigen Wege weisen möge.

Gr.-Lichterfelde-West, im Dezember 1910.

**Paul Heermann.**

---

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Bauliche Anlagen</b> . . . . .	1
<b>Fundation</b> . . . . .	2
<b>Umfassungsmauern</b> . . . . .	3
Holzwände . . . . .	4
Holzfachwände mit Ziegelsteinausmauerung . . . . .	6
Bruchsteinmauern . . . . .	7
Backsteinmauern . . . . .	7
Zementbetonmauern mit Eiseneinlage . . . . .	8
<b>Türen und Fenster</b> . . . . .	9
<b>Bedachung</b> . . . . .	10
<b>Der Boden</b> . . . . .	19
<b>Wasserlauf</b> . . . . .	23
<b>Innerer Ausbau</b> . . . . .	26
<b>Der Dampfkessel</b> . . . . .	26
Kohlenkosten verschiedener Anlagen . . . . .	29
Kesselkosten verschiedener Anlagen . . . . .	29
Dampfkessel mit äußerer Feuerung . . . . .	36
Dampfkessel mit innerer Feuerung . . . . .	42
Wahl eines Dampfkessels . . . . .	45
Kesselbedienung und Kontrolle . . . . .	49
Amtliche Dienstvorschriften für Kesselwärter und Dampfkessel- gesetze . . . . .	53
Anweisung zur Vorbereitung der Kessel . . . . .	55
Anleitung zum Reinigen von Dampfkesseln . . . . .	57
Inbetriebsetzung des Kessels . . . . .	60
Gesetz über den Betrieb der Dampfkessel . . . . .	61
Bestimmungen der Gewerbeordnung über Dampfkesselbetriebe . . . . .	62
Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Landdampfkesseln . . . . .	63
<b>Dampfleitungen</b> . . . . .	77
Gußeiserne Rohre . . . . .	78
Schmiedeeiserne Rohre . . . . .	81
Kupferrohre . . . . .	82
Flanschen . . . . .	82
Winkel und Bögen . . . . .	86
Abschließungen . . . . .	87
Plan der Leitungsanlage . . . . .	94
Kondenswasser-Ableiter und -Abscheider . . . . .	99
<b>Wasserleitung</b> . . . . .	102
Andere Rohrleitungen . . . . .	103
Schläuche . . . . .	105
<b>Transmissionen</b> . . . . .	105
Kuppelungen . . . . .	106
Lager . . . . .	107
Riemenscheiben . . . . .	108

	Seite
Zahnräder . . . . .	111
Schmiervorrichtungen. . . . .	112
Allgemeines über Transmissionen . . . . .	112
<b>Besondere Einrichtungen . . . . .</b>	<b>116</b>
<b>Heizung . . . . .</b>	<b>116</b>
<b>Ventilation . . . . .</b>	<b>121</b>
<b>Entnebelung . . . . .</b>	<b>125</b>
Theorie der Nebelbildung . . . . .	128
Entnebelungsverfahren in der Praxis. . . . .	133
<b>Beleuchtung . . . . .</b>	<b>137</b>
Petroleumbeleuchtung . . . . .	140
Acetylenbeleuchtung . . . . .	140
Gasbeleuchtung . . . . .	142
Elektrische Beleuchtung . . . . .	147
Glühlampen . . . . .	149
Bogenlampen . . . . .	152
Akkumulatoren . . . . .	155
Dufton-Gardner-Licht . . . . .	159
Moore-Licht . . . . .	163
<b>Wasserreinigung . . . . .</b>	<b>166</b>
Allgemeines und Chemisches . . . . .	166
Apparatur . . . . .	171
<b>Abwasserreinigung . . . . .</b>	<b>179</b>
Die Abwässer der Textil-Veredlungsindustrie . . . . .	182
Grenzwerte . . . . .	185
Reinigungsverfahren . . . . .	188
<b>Laboratorium und Prüfungswesen . . . . .</b>	<b>192</b>

---

## Bauliche Anlagen.

Bei Anlage einer Färberei, Bleicherei oder Appretur ist in erster Linie die Frage zu entscheiden, ob die Ausführung der Bauten in einfacher oder besserer Weise erfolgen soll.

Die Größe der Anlage sowie die zur Verfügung stehenden Geldmittel werden wohl immer ausschlaggebend sein für die eine oder andere Art der Ausführung; insbesondere ist darauf zu sehen, daß die Rentabilität der Anlage durch die Bauausführung nicht beeinträchtigt wird.

Färberei-, Bleicherei- und Appretur-Betriebe werden meist zu ebener Erde angelegt. Der große Bedarf an Wasser ist nur mit erheblichen Kosten in größere Höhe zu schaffen, die Kanalisation ist dann schwieriger und teurer, und bei darunter liegenden Hohlräumen müßten für die Zwischendecken mit schweren Maschinen und Einrichtungen besondere Fundationsverhältnisse geschaffen werden.

Für größere Anlagen wählt man Shedbau mit Oberlicht. Die natürliche Beleuchtung ist in diesem Falle eine vorzügliche, die Umfassungswände bleiben von Durchbrüchen — die Türen ausgenommen — frei und können zur Aufstellung von maschinellen Einrichtungen ausgenutzt werden. Einer Vergrößerung des Gebäudes steht der Dachstuhl nicht hindernd im Wege; die Bedachung kann durch Zufügung neuer Parallelsheds oder Verlängerung der vorhandenen Linien beliebig ausgedehnt werden.

Bei kleineren Anlagen bis zu 15—20 m Tiefe ist auch der Etagenbau mit oder ohne aufgebaute Stockwerke anwendbar (der Dachraum wird dann vom Lokal durch eine warme Zwischendecke isoliert). Für nach dem kontinuierlichen Verfahren arbeitende Bleichereien und Färbereien ist der Etagenbau oft wünschenswert, um im 2. Stock die Ausbreitmaschinen, Naßkalander, Zylindertrockenmaschine usw. aufstellen zu können. Die natürliche Beleuchtung ist beim Etagenbau — insbesondere bei tiefen

Lokalen — ungünstiger als beim Shedbau; für die Heizung und Ventilation aber sind günstigere Verhältnisse vorhanden, da der Dachraum nicht miterwärmt werden muß, sondern im Gegenteil als vorzügliche Isolierschicht wirkt, wenn die Bedachung dicht und warm angelegt ist. Am Shedbau wirken gerade die stark wärmeleitenden Oberlichtflächen ungünstig; einigermaßen wird das wieder aufgewogen durch den Umstand, daß bei Oberlicht etwa 40 % Fensterfläche: Bodenfläche genügt, während bei Etagenfenstern etwa 60 % nötig sind.

Die Hilfslokalitäten, Trockenraum, Seng-, Näh-, Pack-, Muster-, Kontrollzimmer usw. werden — wenn auch sehr vereinzelt — bei Shedkonstruktion in einem Etagenbau ausgeführt, welcher in richtigen Verhältnissen dem eigentlichen Arbeitsraum vorgesetzt ist. Besser ist es, die Arbeitsräume unter demselben Dach und über demselben Boden anzulegen und die Zwischenwände so einzurichten, daß sie mit geringen Kosten und ohne Änderung des Hauptgebäudes versetzt werden können. Alle baulichen Anhängsel sind zu vermeiden, weil sie teuer und unschön sind und Änderungen erschweren.

### Fundation.

Gewissenhafte Untersuchung des Baugrundes ist nötig, und die Fundamente sind der Bodenbeschaffenheit entsprechend zu wählen.

Felsgrund ist bei Massengestein und wagerechten Schichten in Abstufungen auszuspitzen.

Kiesschichten, Gerölle mit Kies, Sand und Ton vermischt, nicht mit Wasser getränkt oder mit Wasseradern durchzogen, sind guter Baugrund. Liegt unter der Sandschicht eine Lehmschicht, so muß erstere für Shed- sowie ein- und mehrstöckigen Etagenbau mindestens  $1\frac{1}{2}$  m dick sein, die Fundamentsohlen müssen dann breit angelegt werden.

Bei von Wasser durchtränkten oder durchzogenen Schichten ist eine 0,5—0,8 m starke Kies-Betonschüttung mit Portlandzement die beste Fundierung.

Aller Humus ist abzuheben.

Die gewöhnlichen Fundamente werden, wo das Material in der Nähe vorkommt, aus Bruchsteinen in hydraulischem Kalkmörtel



hergestellt. Wo Kies leicht erhältlich, ist an Stelle von Bruchsteinen Stampfbeton (1 Teil Portland, 3 Teile Sand, 6—8 Teile Kies und Steinbrocken) vorzüglich anwendbar. Die Fundamentsohle soll 80—100 cm unter der Erdoberfläche liegen, damit der Frost nicht unter dieselbe eindringen und Erhebungen verursachen kann.

### Umfassungsmauern.

Den vielen neuen Bau- und Isoliermaterialien steht man vielfach noch ziemlich absprechend gegenüber. Hinter diesen Neuerungen steht meist eine kurze Erfahrungszeit; die Handwerker verhalten sich ihnen gegenüber mancherorts ablehnend oder sind mit denselben nicht vertraut, und schließlich ist es durchaus möglich, mit den landläufigen Baumaterialien die vorgesteckten Ziele vollkommen und zweckmäßig zu erreichen.

Die Umfassungsmauern sollen

1. für den Transmissionsbetrieb hinreichend kräftigen und starren Anhalt geben,
2. schlechte Wärmeleiter sein, um Heizung und Ventilation zu erleichtern,
3. den Einflüssen der Dämpfe und Säuren widerstehen.

In folgendem werden die einzelnen Arten der Umfassungswände stets mit Bezug auf diese drei Erfordernisse beurteilt.

Wir können folgende Einteilung machen:

1. Holzwände.
2. Holzfachwände mit Backsteinausmauerung.
3. Bruchsteinmauern.
4. Backsteinmauern.
5. Zementbetonmauern und Eiseneinlage — Eisenbeton — (Etagenbau).

Die unter 1 und 2 aufgeführten Wände sollen, da dieselben unter den heutigen Verhältnissen wohl selten noch zur Ausführung gelangen, doch der Vollständigkeit halber beschrieben werden. Die Holzwände werden durch die notwendigen Isolierungen sowie durch die Imprägnierung der Hölzer fast ebenso teuer oder noch teurer als massive Mauern, auch wird die Baupolizei die Ausführung der Holzwände in den meisten Orten versagen.

### Holzwände.

Als gut warmhaltende Konstruktion ist nachstehende Bauart bekannt (Fig. 1): Abbund aus  $15 \times 15$  mm Holz, beiderseitig dichte Brettverschlussung (Fig. 2. Nut und Feder) und außen auf den Fugen noch Deckleisten (Fig. 3). Die zwischen den Holzverkleidungen stehende 15-cm-Luftschicht isoliert gut. Es ist eine ganze Reihe von Abweichungen möglich.



Fig. 1.



Fig. 2.

a) Mit eingeschobenen Wänden, d. h. von innen nach außen: dichte Brettverschlussung, Luftschicht 6 cm, in eingestemmt (oder besser durch aufgenagelte Leisten hergestellten) Nuten liegende 3 cm dicke Innenwand, 6 cm Luftschicht, äußere Holzverkleidung (Fig. 4).



Fig. 3.

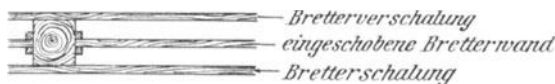


Fig. 4.

Statt der Luftisolierschicht werden häufig Füllmittel, Sägespäne oder Strohzöpfe, mit Kalk vermisch, angewendet; bei dichter Holzverkleidung ist die Luftschicht besser.

b) Statt der äußeren Holzverkleidung werden Zementdielen mit Zementputz verwendet, welche nach außen den Anschein der Dauerhaftigkeit wahren und vorzüglich isolieren.

c) Die Isolierfähigkeit kann wesentlich erhöht werden durch hinter der Holzverkleidung angebrachte besondere Schichten, z. B. aus Filz (sehr teuer), aus Wollabfällen, welche auf Papier aufgeklebt und mit mineralischer Seife feuersicher gemacht sind, aus Superatorplatte (Asbestabfälle auf Drahtgewebe geklebt, sehr feuersicher).

Alle diese Hilfsmaterialien sollen die Wände im Inneren, also zwischen den beiderseitigen Schalungen und nicht an der inneren

oder äußeren Gesichtsseite bedecken, da sie durchweg den Einflüssen der Textil-Gewerbe oder der Witterung nicht unmittelbar ausgesetzt sein sollen, denen Holz besser widersteht.

Amerikanische Holzwände (Fig. 5) aus kreuzweise übereinandergenagelten, in jeder Schicht dichtgefügteten Brettern bestehend, ersparen durch ihre hohe Tragfähigkeit den Gebälkeabbund (Fenster und Türen werden erst an der aufgerichteten Umfassung eingeschnitten) und geben in doppelter durch Isolierluftschicht

getrennter Wand jedenfalls eine vorzügliche Umfassung; auch sind Kombinationen mit anderen die schlechtere Wärmeleitung bezweckenden Bauarten leicht denkbar. Als Hauptübelstand bleibt dabei die Unmöglichkeit, an solchen Wänden Transmissionen zu befestigen, da sie stark federn; die vielen Nägel würden bei den in Frage kommenden Gewerben der Textilindustrie bald rosten, und durch ihre Zerstörung dürfte die anfängliche Dauerhaftigkeit rasch verringert werden.

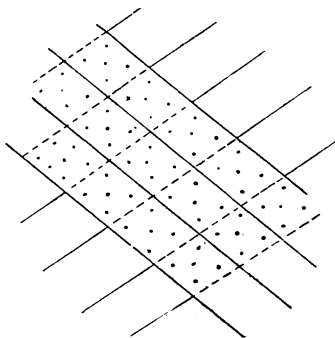


Fig. 5.

Alle Holzwände werden auf einen mindestens 50 cm hohen Sockel (von Portlandzementbeton oder aus Bruch- oder Ziegelsteinen mit Portlandzement abgeputzt) gestellt, um das Holz von dem stets feuchten Boden entfernt zu halten und von den Einflüssen der über den Boden fließenden Chemikalien zu schützen.

Wie schon zuerst bemerkt, ist die Ausführung der Holzwände sehr selten, und können nur ganz besondere Verhältnisse die Ausführung derselben rechtfertigen.

Zu bemerken ist noch, daß die Holzbauten mit einer bedeutend höheren Feuerversicherungsprämie belegt werden als alle anderen Ausführungsarten.

Holz widersteht der Feuchtigkeit nicht vollkommen, am besten von den billigen Hölzern

das Lärchenholz, dann  
harzreiches Föhrenholz.

Eichenholz, des hohen Preises wegen nur als Schwellen-, Tür- und Fenstergestelle und als Unterzüge der Decke oder des Sheddaches verwendbar, ist vorzüglich.

Ein zweimaliges Imprägnieren der Holzkonstruktionen und Brettverschalungen vor dem Aufrichten derselben mit Karbolineum oder Antinonnin — verbunden mit lufttrockenem Ablagern der Hölzer und Bretter — ist unbedingt erforderlich und erhöht die Widerstandsfähigkeit der Holzteile ganz bedeutend.

Die Holzwände verhalten sich

zu 1. ungenügend, namentlich die amerikanischen Wände,  
zu 2. bei Anwendung von Isolierluftschichten und besonderem Isoliermaterial: gut.

zu 3. bei Anstrich mit Karbolineum — gut.

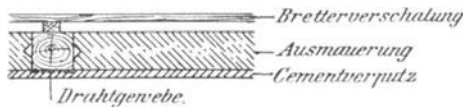


Fig. 6.

Luftisolierschichten sind den Füllmaterialien vorzuziehen, da das Holz in diesem Falle leichter Gelegenheit hat, aufgenommene Feuchtigkeit wieder abzugeben; es stockt weniger. Durch Imprägnierung z. B. mit schweren Teerölen wird dem Holz große Widerstandsfähigkeit verliehen.

#### **Holzfachwände mit Ziegelsteinausmauerung.** (Fig. 6).

Es ist hierbei vorteilhaft, bei den Pfosten eine einspringende Dreikantleiste aufzunageln, an welcher die Backsteine eingepaßt vermauert werden, und welche ein späteres Herausfallen des Mauerwerks verhindert. Ohne besondere Isolierung ist die Riegelwand für fragliche Zwecke ungenügend. Die einfachste Form ist nach innen eine mit Luftschicht vorgesetzte Brettverkleidung, wie bei den Holzwänden beschrieben. Vereinigung mit hinter der Holzverkleidung liegendem besonderem Isoliermaterial ist vorteilhaft (wie bei den Holzwänden). Nach außen ist ein Zementmörtelputz angenommen.

Die Innenflächen der Wände können ebenfalls mit einem geglätteten Zementputz versehen werden, wobei die Holzpfosten mit

Drahtgewebe einzubinden sind. Dieser Innenputz gewährt einen dauerhaften Schutz der Holzkonstruktion und des Ziegelmauerwerks, jedoch ist dann die Anbringung einer äußeren Isolierschicht unerlässlich.

Es ist ein 50 cm hoher Sockel wie bei den Holzwänden nötig. Riegelwände verhalten sich

- zu 1. ungenügend,
- zu 2. je nach der besonders hergestellten Isolation genügend bis vorzüglich,
- zu 3. genügend.

Das Mauerwerk muß gut gedeckt sein; es zieht immer Feuchtigkeit an und steckt dadurch das Gebälke an, welches bei dieser Bauart rascher zerstört wird als bei hohlen Holzwänden. Zementputz im Inneren mindert diese Gefahr bedeutend. Anstrich der Hölzer mit Karbolineum ist stets zu empfehlen.

### **Bruchsteinmauern.**

Wo sich Steinbrüche in der Nähe befinden, sind diese Mauern am vorteilhaftesten; der Isolation wegen ist die Mauerstärke reichlich zu nehmen und überall da, wo schwere Transmission angehängt wird, ein aufrechter Streifen mit Steinen aufzumauern. Nach innen ist durchaus ein Abputz von Portlandzement zu empfehlen; derselbe wird bis auf 2 m Höhe vom Boden ab glatt abgerieben, um ein Abwaschen der Wände zu ermöglichen. Außen genügt ein Zementfugenputz. Die Herabminderung der Wärmeleitung wird — wie erwähnt — durch die große Wandstärke gesucht; es ist dies die einfachste Form der Umfassungsmauern. Eine Vereinigung mit anderen Isolierschichten ist hierbei nicht leicht herzustellen; Hohlräume schwächen das Mauerwerk.

Die Bruchsteinmauern verhalten sich

- zu 1. sehr gut,
- zu 2. gut bei großer Mauerstärke,
- zu 3. sehr gut mit Zementputz.

### **Backsteinmauern.**

Für Shedbauten in 1½ Normal-Steinstärken mit innerem, geglättetem Zementputz und äußerem Zementfugenputz, mit

Verstärkungspfeylern für die Transmissionen ist als einfachste, billigste, aber auch gute Ausführung jetzt überall gebräuchlich.

Eine Verbesserung zur Erzielung schlechter Wärmeleitung ist durch eine 6 cm starke Luftisolierschicht zu erreichen; die Transmissionspfeyler sind in vollen Pfeilern aufzumauern, sonstige Ausführung wie besprochen (Fig. 7). Die Backsteinmauern verhalten sich:

- Zu 1. gut, Pfeiler entsprechend stark nehmen,
- zu 2. genügend, bei Isolation sehr gut,
- zu 3. sehr gut.

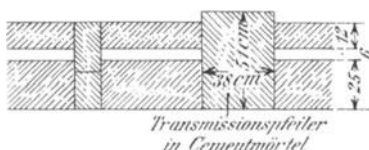


Fig. 7.

Die Backsteine müssen frei von eingesprengten Kalksteinchen sein. Dieser Kalk wird durch das Brennen der Steine in Ätzkalk verwandelt und wird beim oder nach dem Vermauern durch Zutritt von

Feuchtigkeit gelöscht; es tritt Volumenvermehrung ein, welche das Absprengen von Steinstückchen samt Putz zur Folge hat.

### Zementbetonmauern mit Eiseneinlage (Eisenbetonbau.)

Diese Ausführungsart wird bei Etagenbauten Verwendung finden können, und es werden speziell die tragenden äußeren und inneren Pfeiler sowie die Deckenkonstruktionen in Eisenbetonbau ausgeführt, während die Zwischenflächen mit Backsteinen unter Berücksichtigung der unter Backsteinmauern angeführten Grundsätze behandelt werden müssen.

Das Verhalten zu 1., 2. und 3. ist dasselbe wie bei „Backsteinmauern“.

Die Zwischenwände sind möglichst so zu konstruieren, daß dieselben leicht fortzunehmen sind, um an einer anderen Stelle wieder Verwendung zu finden, auch dürfen dieselben nur wenig Raum einnehmen. Es kommen folgende Wandarten in Frage:

- Holzwände,
- Backsteinwände,
- Patentwände.

Die Holzwände sind als Holzfachwerkwände mit eingesetzter oder einseitig aufgenagelter Holzverschalung zu konstruieren;

die (Fig. 8 und 9) sämtlichen zur Verwendung kommenden Hölzer und Brettverschalungen sind vor dem Versetzen zweimal mit heißem Karbolineum zu tränken und lufttrocken abzulagern.

Die Holzwände in dieser Ausführung sind billig, da die Materialien nach Abbruch der Wände wieder verwendet werden können; sie sind aber nicht feuersicher.

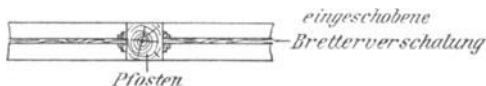


Fig. 8.



Fig. 9.

Backsteinwände in  $\frac{1}{2}$  Normal-Steinstärke in Mörtel mit Zementzusatz in Schornsteinverband ausgeführt, sowie beiderseitig ausgefugt, eventuell aber beiderseitig bis zu einer Höhe von 2,00 m mit geglättetem Zementputz versehen, sind ebenfalls empfehlenswert.

Unter den sogenannten Patentwänden kommt für unsere Betriebe nur die Zement-Rabitz-Patentwand mit beiderseitigem geglätteten Zementputz in Frage.

Diese Wand nimmt sehr wenig Platz ein, ist feuersicher und freitragend, braucht daher nicht die geringste Fundierung, wodurch dieselbe allen massiven Wänden vorzuziehen ist.

## Türen und Fenster.

Die Türen der Umfassungsmauern sind möglichst doppelt auszuführen. Die Türgerichte sind

bei Holz- und Holzfachwerk mit Ausmauerung aus Eichenholz,  
bei Bruchsteinmauern aus Granitstein.

Kalk- und Sandsteine sind auszuschließen; sie verwittern unter dem Zusammentreffen der Dämpfe aus dem Raum und der äußeren Witterungseinflüsse. Fenstergerichte sind aus dem gleichen Material, ebenso die Fensterschwellen. Die Türschwellen ebenfalls; diese erhalten behufs geringerer Abnutzung und zum Dichtbleiben der Fugen an den Kanten eiserne Winkel eingelegt (Fig. 10).

Die Fenster sind doppelt (Vorfenster). Die gesamte zum Öffnen eingerichtete Fensterfläche muß mindestens  $\frac{1}{3}$  der Lichtfläche betragen. Die Lüftungseinrichtungen müssen vom Fußboden aus eingestellt werden können. Ein Teil der Öffnungsfläche ist als Aussteigeflügel auszubilden, muß zu diesem Zweck eine Breite von 60 cm und eine Höhe von etwa 110 cm erhalten und zur Ermöglichung eines leichten Aussteigens bis auf die Fenstersohle reichen. Der Aussteigeflügel muß sich mit einem Griff öffnen lassen. Von der Ventilations-Einrichtung — eine solche wird auch bei den Shedfenstern gefordert — dürften die Textilgewerbe angesichts der bei ihnen vorhandenen anderen Vorrichtungen auf Ansuchen entbunden werden.

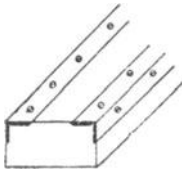


Fig. 10.

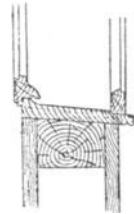


Fig. 11.

Die Fensterrahmen können der landläufigen Bauart aus Eichen- oder Pitch-pine-Holz oder Eisen konstruiert sein; beide Materialien sind unter einem guten Anstrich von Leinölfirnis zu halten (Fig. 11). Die Fensterbank wird nach unten und außen durchbohrt und zum Wasserablauf ein Röhrechen eingelegt.

### Bedachung.

Dieselbe ist verschieden für Etagen- und für Shedbau. Für beide Arten sind folgende Anforderungen zu stellen:

1. Hinreichend dauerhafte Herstellung, um Transmissionssträngen kräftigen und starren Anhalt zu geben.
2. Gute Isolation.
3. Widerstand gegen Einfluß der Säuren und Feuchtigkeit.

Beim Etagenbau wird der Abschluß des Arbeitsraumes nach oben zunächst durch eine Decke erreicht; die eigentliche Dachfläche kann durch zwischenliegende Stockwerke von derselben ganz getrennt sein, als Pfetten- und Sparrendach ausgeführt werden. Bei ihr ist nur auf gute Isolierfähigkeit zu sehen, welche in ähnlicher Weise erstrebt ist wie bei der ohne Oberlicht ausgeführten Dachfläche des Sheddaches (Fig. 12 und 13).

Die Deckenbalken ruhen auf den Umfassungsmauern und auf hölzernen (auf Steinsockeln stehenden), am besten lärchenen oder



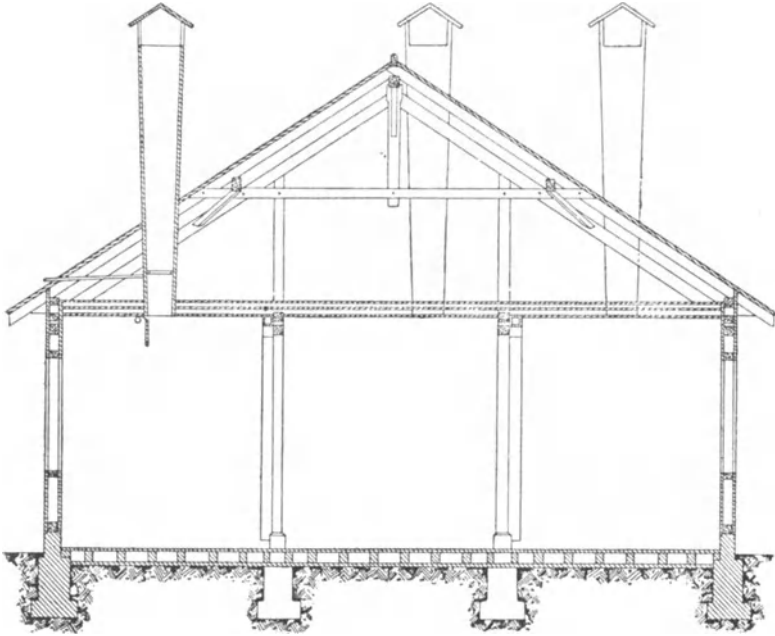


Fig. 12.

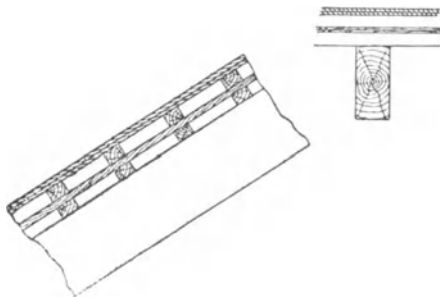


Fig. 13.

eichenen Stützen. Noch richtiger ist es, gußeiserne, flach auf den Boden gestellte Träger zu verwenden. Über den Trägern liegt der Unterzug; es wird empfohlen, denselben doppelt einzulegen, die beiden Balken durch zwischengelegte Gummiplatte voneinander zu trennen und nur durch einen Zaum miteinander zu verbinden

(Fig. 14). An den unteren Balken wird die Transmission gehängt, an den oberen die Wasser- und Dampfleitungsrohre, und ihnen werden die Deckenbalken aufgelegt. Es soll durch diese Bauart erreicht werden, daß die Erschütterungen der Transmission weniger stark auf die Decke (bzw. bei Shedbauten auf das Dach) übertragen werden. Wo im Innern keine Transmission aufzuhängen ist, genügt ein einfacher Unterzug.

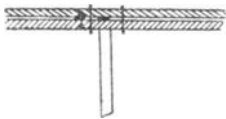


Fig. 14.

Die Decke selbst besteht von unten nach oben aus folgenden Lagen:

Dichte Holzverkleidung mit Feder- und Nut-Brettern mit Karbolineumanstrich, Luftisolierschicht, gewöhnlicher Zwischenboden, Isoliermaterial, dichter Bretterboden.

Als Isoliermaterial kann Steinkohlenschlacke, Guß aus Kalk, Sägspänen, Filz, Platte aus Wollabfällen usw. dienen.

Anstatt der unteren Holzverkleidung ist eine Rabitzdecke in Zement mit geglätteter Unterschicht sehr zu empfehlen; dieselbe ist absolut feuersicher.

Eine Einrichtung zum Auffangen der Tropfen kann bei dieser wagerechten Decke nicht angebracht werden. Zur Ventilation werden über je etwa 25 qm Bodenfläche Abzugsschornsteine aufgesetzt. Es sind dies □-Holzkanäle, am unteren Ende etwa 40 cm Seite messend und in einem Winkel von 3° nach oben divergierend. Zwei Klappen mit Zugschnur, vom Boden aus zu öffnen und selbstschließend, ermöglichen einen gut isolierenden Abschluß. Nahe dem unteren Ende ist im Innern eine Blechrinne mit Ableitungsrohr zum Wegschaffen des sich an den Wandungen bildenden Kondensationswassers angebracht.

Das Sheddach kann in Holzbau oder hart ausgeführt werden.

Säulen aus Gußeisen wie beim Etagenbau.

Doppelter Unterzug wie beim Etagenbau.

Der Dachstuhl aus hölzernen Sparren ist mit Geißfußschnitt auf den oberen Unterzug aufgesetzt, oben verzapft, die Neigung der längeren Dachfläche sei etwa 23°, die der Fensterseite etwa 67°; die letztere soll gegen Norden liegen. Die längere Dachfläche erhält von innen nach außen (Fig. 15) in Nuten liegende dichte Schalung mit Feder und Nute (Nägel würden herausrosten),

Luftisolierschicht, 9 cm dick, äußere dichte Schalung mit doppel-  
lagiger Dachpappe (Fig. 15) oder Schalung mit einfacher Papp-  
lage, darüber Dachlatten und Falzziegeldeckung (Fig. 16).

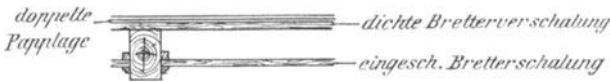


Fig. 15.

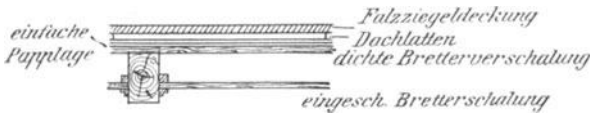


Fig. 16.

Abweichungen mit anderen Isoliermaterialien sind in ver-  
schiedener Zusammenstellung möglich. Als Ventilationsabzüge  
sind die beim Etagenbau beschriebenen Schornsteine anwendbar

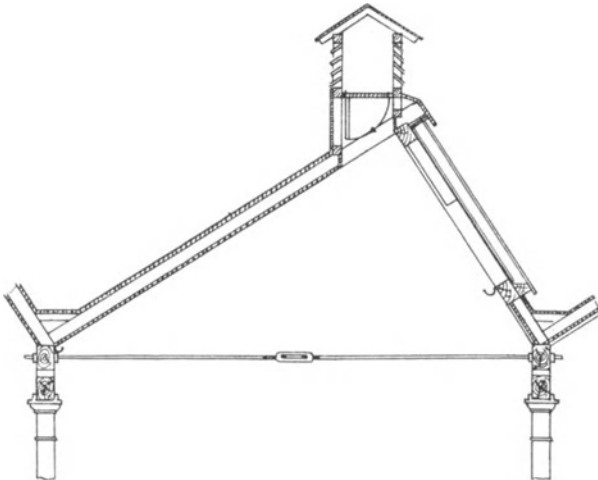


Fig. 17.

oder dann die in Fig. 17 wiedergegebenen Dachreiter mit vom  
Boden aus schließbaren Läden. Die Verglasung der Fensterfläche  
ist eine doppelte. Beide Scheibenschichten werden zwischen  
┘ Eisensprossen gelegt und gut eingekittet, die untere Sprosse

legt sich auf das Pfettenholz der Dachkonstruktion auf, während die äußere Sprosse auf einer starken Querleiste befestigt wird.

Als Glasscheiben sind für beide Schichten 4—6 mm starke Rohglastafeln oder als äußere Scheibe Rohglas und als innere

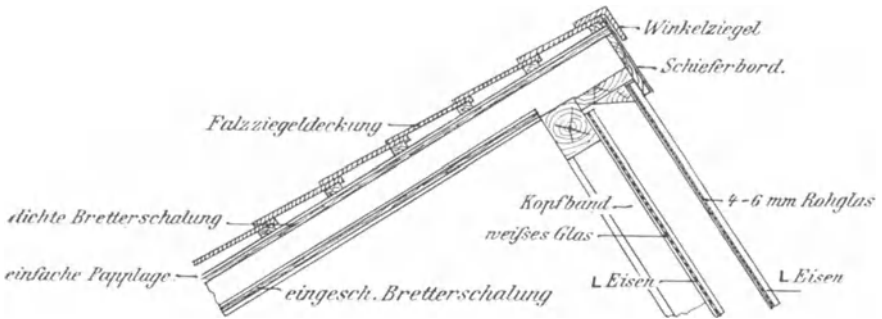


Fig. 18.

Scheibe weißes rheinisches Glas zu verwenden. Die Dichtung bei Falzziegeldeckung ist aus Fig. 18 ersichtlich; wo Dachreiter an der First angeordnet sind, wird die Dichtung aus Zinkblech hergestellt. Das Schweiß- und Tropfwasser sammelt sich am unteren Rahmenende und wird durch ein Röhrchen in eine auf der Innenseite des Gebäudes angebrachte Rinne geleitet, welche zugleich die Bestimmung hat, das Schweißwasser der Innenfläche aufzunehmen; eine ähnliche Rinne ist auf der Innenseite des Daches. Bei Dächern mit nur doppellagiger Dachpappen-Eindeckung wird die Firstdichtung durch eine winklig gebogene Zinkdichtung hergestellt, dieselbe greift von der Pappe bis zu der Schieferbekleidung des Stirnbordes.

Diese Zinkleiste wird auf der Dachseite mit einem aufrecht stehenden Falz versehen, um beim Teeren des Daches ein Beschmutzen der Fensterflächen zu verhindern (Fig. 19).

Das Regenwasser, welches sich auf der Fensterfläche niederschlägt, kann bei beiden Konstruktionen ungehindert in die Hauptrinne abfließen.

Das Sheddach in harter Konstruktion (Fig. 20) setzt sich auf eiserne Unterzüge auf; die Säulen sind aus Gußeisen, die Konsole für den unteren Unterzug besteht aus zwei vorspringenden Armen, auf welche der zusammenschraubte zweiteilige aus zwei ][-Eisen

bestehende untere Unterzug aufgelegt ist; die Konsole für den oberen Unterzug aus I-Eisen bildet ein einfaches Lager. Die Sparren bestehen aus I-Eisen. Zwischen den Sparren wird eine Decke aus hohlen Backsteinen, deren Länge gleich der Sparrenentfernung ist, gelegt. Eine andere Konstruktion ist das Ausfüllen der eisernen Sparren mit einer 6—10 cm starken Bimsbetonmischung. Die Stärke der Decke richtet sich natürlich nach der Entfernung der Sparren.

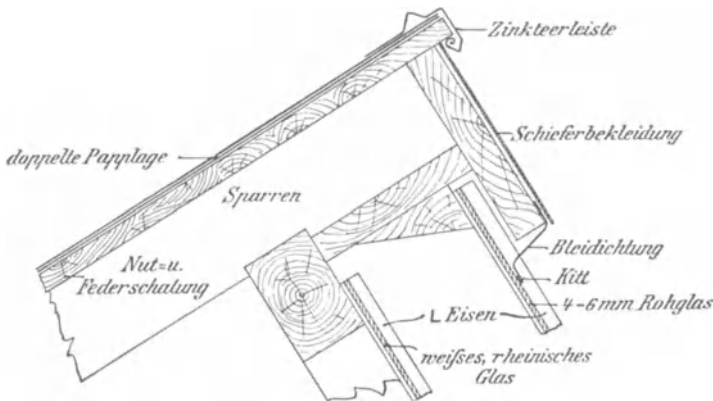


Fig. 19.

Beide Ausführungsarten werden nach innen derart mit Zement verputzt, daß die Eisenkonstruktion mit überdeckt ist, so daß nach innen eine einzige vorzüglich widerstandsfähige Fläche gebildet wird (Fig. 21). Von innen nach außen folgt Luftisolierschicht, äußere dichte Schalung mit doppellagiger Dachpappe oder Schalung mit einfacher Papplage mit Dachlatten und Falzziegeldeckung mit beliebigen Abweichungen. Zur Ventilation dienen die beschriebenen Kamine; die Fensterflächen sind ähnlich wie bei Holzdachstühlen eingerichtet, ebenso die Firsteindeckung und die Vorrichtungen zum Auffangen des Schweißwassers.

Zu diesen gestellten Anforderungen verhalten sich die einzelnen Konstruktionen wie folgt:

Decke beim Etagenbau:

Zu 1. befriedigend. Bei allen Ausführungsarten sind zum Befestigen der Transmissionen in erster Linie die Säulen in Anspruch zu nehmen; sie nehmen die Erschütterungen am besten

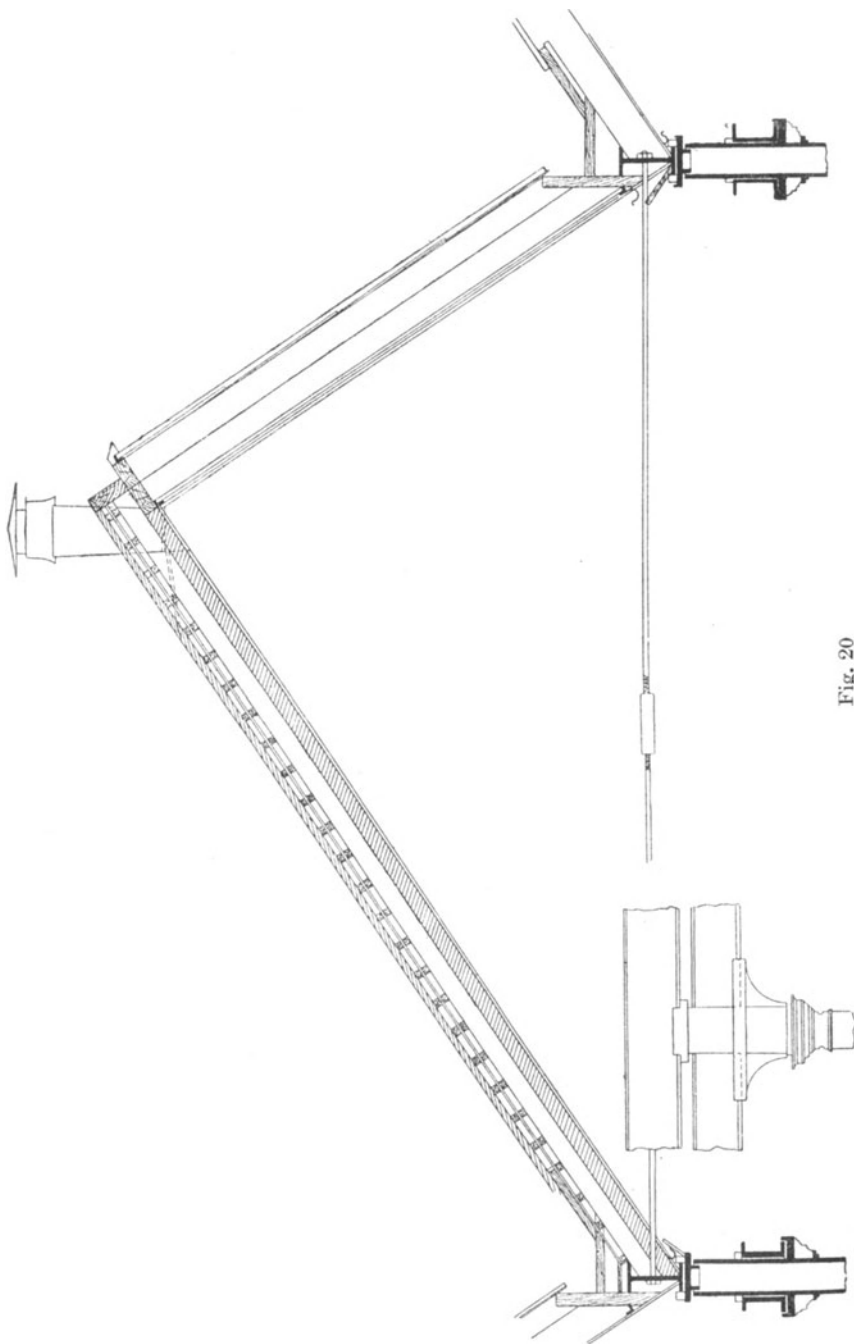


Fig. 20

auf. Querlaufende Transmissionen und Vorgelege werden an zwischen den Unterzügen eingelegten Querbalken befestigt, welche dann zugleich zum Binden bzw. Versperren der Bedachung dienen. Wo keine solchen Traversen nötig sind, werden nötigenfalls Zugstangen angewendet.

Zu 2. vorzüglich.

Zu 3. gut. Karbolineumanstrich unbedingt erforderlich.  
Sheddach, Holzkonstruktion:

Zu 1. gut.

Zu 2. gut.

Zu 3. gut. Karbolineumanstrich unbedingt erforderlich.

Sheddach, Eisen, Stein und Beton:

Zu 1. gut.

Zu 2. befriedigend. Isolation kann beliebig erhöht werden.

Zu 3. vorzüglich.

Es sei noch die Dachkonstruktion erwähnt, bei welcher eine senkrechte Dachfläche als Fachwerkträger dient. Diese Ausführungsart gestattet, große Spannweiten ohne Säulen im Innern des Baues zu überwinden, und zwar bei geringem Konstruktionsgewicht. First und Wasserrinnenwinkel bilden die Gurtungen der Träger, die Fenstersprossen, ev. die Dachsparren, die diagonal gestellt werden, bilden die Gitterstäbe der Träger, es ist somit kein Teil des Dachgerippes, welches als tote Last wirkt. Isolierungen gegen äußeren Temperaturwechsel, Vorrichtungen zum Ableiten und Abfangen von Kondenswasser können ebenso leicht angebracht werden wie bei jeder anderen Dachkonstruktion. Die Dachträger bieten den Transmissionen so feste und starre Aufhängepunkte, wie sie besser nicht gewünscht werden können. Diese Bauart ist in Holz und Eisen ausführbar; die senkrechte Fläche ist bei Shedbau zugleich die Fensterfläche, es können daher gleiche Fensteranlagen wie bei Umfassungswänden angewendet werden. Die Fensterfläche fällt kleiner aus als bei den (im Winkel von  $67^{\circ}$ ) geneigten Shedfenstern. Unter Berücksichtigung später nötig werdender Vergrößerungen und mit Vergleichung endgültiger Kostenanschläge wird diese Ausführungsform bei einem Neubau ernster Beachtung empfohlen.

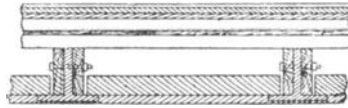


Fig. 21.

Zwischen den Sheds liegt die Dachrinne (Fig. 23). Sie muß namentlich bei langen Gebäuden einen großen Querschnitt haben. Form und reichliches Gefälle wird durch eingelegte Bretter bestimmt und die Rinne aus verbleitem Eisenblech darüber gelegt. Sie ist an beiden Seiten mit Mennigfirnis angestrichen, greift bei der Fensterfläche unter die vorspringenden Scheiben und auf der flachen Dachseite unter die Ziegel. Sie wird mittels Nägeln mit großen Köpfen in Schlitzfenstern befestigt, und zwar nur seitlich, damit eine beschränkte Längsdehnung möglich ist (Fig. 22); die Nuten werden übereinander gefalzt.

Von anderen Materialien liefern Zinkblech und verzinktes Eisenblech schlechte Resultate. Sehr gut, aber teuer ist reines

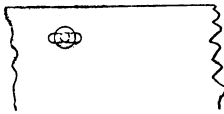


Fig. 22.

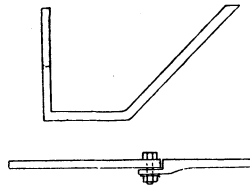


Fig. 23.

Bleiblech, doch muß beim Betreten der Schalen noch größere Sorgfalt verwendet werden als bei verbleitem Eisenblech. Gußeiserne Rinnen gelangen ebenfalls zur Verwendung. Dieselben werden nach gegebenem Querschnitt gegossen; die Fugen sind zum Überblatten und Verbinden mit Mutterschrauben einzurichten; zwischen die Fuge kommt eine Mennigverdichtung, welche zugleich die Gefällsdifferenz in der Fuge ausgleichen soll. Die ganze Rinne ist frei über die Holzschale zu legen und nur an einem Ende zu befestigen. Beidseitiger Anstrich mit Blei-Mennige schützt vor Rosten und gewährleistet in dieser Konstruktion eine fast unzerstörbare Rinne. Ferner ist noch ein Auskleiden der Rinnenschalung mit dreifacher Papplage zu erwähnen; die Lagen sind im Verband gut mit Asphalt einzukleben und zu teeren; diese Rinnenführung ist sehr billig und bei richtiger Unterhaltung von langer Lebensdauer. Das Abfallrohr muß genügend weit sein und wird senkrecht im Innern des Gebäudes — damit ein Einrieren vermieden wird — an den angegossenen Rinnentrichter angeschlossen. Krümmungen sind auszuschließen; in den langen Rinnen häuft



sich im Winter viel Schnee und Eis an, welche in den Krümmungen hängen bleiben und so Störungen und Reparaturen verursachen.

## Der Boden.

Derselbe verlangt — soll er dauerhaft sein— eine zuverlässige unveränderliche Unterlage, so gut wie die Umfassungsmauern ein Fundament. Fehlt dieselbe, so wird die Bodenfläche unterhöhlt und dadurch unfähig, Lasten zu tragen. Humus muß entfernt und notwendige Auffüllungen müssen in dünnen Schichten aufgelegt und festgestampft werden, so daß eine spätere Senkung nicht möglich ist. Um allen Ansprüchen genügen zu können, muß ein Bleich- oder Färbereiboden folgende Bedingungen erfüllen:

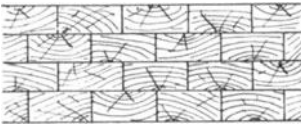


Fig. 24.



Fig. 25.

1. Von dauerhaftem Material sein, hart und widerstandsfähig gegen Ablaufen und Ausfahren durch die meist eisernen Räder der Ziehkarren.
2. Widerstandsfähig gegen Säurelösungen.
3. Widerstandsfähig gegen Chlorklösungen.
4. Widerstandsfähig gegen heiße und kalte Laugen.
5. Er muß den Arbeitsraum nach unten wasserdicht abschließen, damit keine der genannten Flüssigkeiten ins Erdreich gelangen und daselbst unterhöhlen kann.
6. Für den Fuß ordentlichen Halt bieten, keine Gleitfläche darstellen.
7. Notwendige Reparaturen müssen leicht, billig und ohne Betriebsstörung vorgenommen werden können.

Holzplaster (Kopfholzplaster) aus imprägniertem australischem Hartholz (Fig. 24 und 25) hat ganz unbestreitbare Vorteile. Die Holzfaser steht senkrecht; sobald sie wagrecht, liegend verwendet wird, schiefert oder besser spänt sie ab und bildet Vertiefungen, während das Hirnholz eine gleichmäßige Struktur

zeigt und sich deshalb auf der ganzen Fläche ziemlich gleichzeitig abbraucht.

Über das geebnete und hergerichtete Gelände ist eine Fundamentschicht aus Kies-Zementbeton in genügender Stärke zu legen, um gleichmäßigen und sicheren Untergrund zu schaffen. Diese Schicht wird durch einen dünnen Asphaltbeton gegen die Einflüsse der Chemikalien von oben her sorgfältig isoliert. Auf die Asphaltlage kommen die Holzklötze etwa 8—10 cm breit und hoch und etwa 20—25 cm lang, die Fasern senkrecht stehend, jedes einzelne Holz in den gleichen Dimensionen wie das andere. Das Holz soll trocken sein, damit beim Einfluß der Wärme kein Schwinden stattfindet. Die obere Fläche des Holzes muß möglichst homogen sein; große, breite Jahrringe und Äste sind zu vermeiden. Die Fugen werden mit reinem Asphalt ausgegossen.

Zu oben aufgestellten Erfordernissen verhält sich diese Ausführungsart wie folgt:

Zu 1. Das Material ist dauerhaft und genügend hart, gegen Ablaufen und Abfahren sehr widerstandsfähig.

Zu 2. Gegen Säuren ist Holz sehr gut, von verdünnten Lösungen solcher wird es sogar konserviert.

Zu 3. Chlorlösungen zerstören mit aller Sicherheit sämtliche Holzarten, selbst Eichen- und Eisenholz, wenn solche auch sehr lange widerstehen. Ein Imprägnieren der Holzklötze — wie vorgesehen — mit fettigen Stoffen, trocknenden Ölen, Teerölen, Harzen erhöht die Lebensdauer der Holzpfaster um ein bedeutendes. Der Schutz ist ein doppelter, weil den übrigen Einflüssen, welche Faulen hervorbringen, gleichzeitig begegnet wird.

Zu 4. Auch gegen Laugen, namentlich heiße kaustische, ist Holz nicht dauernd widerstandsfähig. Ein Imprägnieren dürfte hierbei weniger helfen; die eben vorgeschlagenen Verfahren sind nicht ganz ausreichend.

Zu 5. Holzpfaster für sich allein würde nicht wasserdicht schließen, es muß abgedichtet werden, wozu sich in ausgezeichneter Weise Asphalt eignet.

Zu 6. Das Holzpfaster bietet dem Fuße hinreichend Halt.

Zu 7. Reparaturen sind vorteilhaft auszuführen. Unbrauchbare Hölzer werden herausgemeißelt, durch neue ersetzt, mit Asphalt vergossen, und die vorher schadhafte Stelle ist sofort wieder zum Gebrauch fertig.

Zementboden. Eine 10—15 cm dicke Unterlage von Stampfbeton, bestehend aus 1 Teil Portland und 5—7 Teilen Kies erhält einen 2—3 cm starken Estrich von 1 Teil Portland und 1 Teil feinem gewaschenen Quarzsand. Vor dem Gebrauch ist ein Ruhen des Bodens während 2 Wochen nötig.

Er verhält sich dann:

Zu 1. Schlecht; die Hauptwege und Fahrstraßen sind in kurzer Zeit ausgetreten bzw. ausgefahren.

Zu 2. Schlecht.

Zu 3. Vorzüglich.

Zu 4. Gut.

Zu 5. Gut.

Zu 6. Ziemlich gut; die Oberfläche darf nicht glatt sein, sondern muß nach dem Glätten mit einer gekuppten Walze abgezogen werden.

Zu 7. Schlecht. Reparaturen sind nur dann ohne Störung möglich, wenn gut abgelagerte quadratische Platten in Vorrat gehalten und nach Bedarf in den schadhafte Boden eingepaßt werden. Die Platten müssen besonders dick, sorgfältig hergestellt und gepreßt sein. Ein neuer Bodenbelag von solchen Platten — am besten Basaltinplatten — ist dauerhafter als Stampfbeton, muß aber über eine Horizontalschicht von Zementboden gelegt werden.

Asphaltboden, als Guß 2—4 cm dick angewendet und über eine Fundamentschicht von Kieszementbeton gelegt, verhält sich:

Zu 1. Genügend.

Zu 2. Die gewöhnliche Kies- und Sandbeimischung wird von Säuren herausgeätzt, so daß der Boden blatternarbig aussieht und rasch verbesserungsbedürftig wird. Wird auf Kollergang oder Schleudermühlen zerkleinerter Granit als Beimischung verwendet, so ist Asphaltbeton vorzüglich.

Zu 3. Gut.

Zu 4. Gegen heiße Laugen und Abtropfen von Öl empfindlich.

Zu 5. Gut.

Zu 6. Gut.

Zu 7. Gut.

Fußböden aus hartgebranntem Tonmaterial. Fußböden aus gewöhnlichen Ziegelsteinen haben sich nicht bewährt, das Tonmaterial muß besonders hart gebrannt sein, um sämtlichen

Ansprüchen, die man an einen dauerhaften Färberei- und Bleichereiboden stellen muß, zu genügen.

**Klinkerplatten.** Dieselben haben eine Größe von  $20 \times 20$  cm und eine Stärke von 6 cm. Diese Platten können glatt und gerillt (Fig. 26) verwendet werden. Die Rillen schützen den Fuß vor Nässe. Das Material hat eine Härte von 6—7.

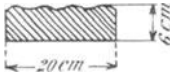


Fig. 26.

Die Verlegung erfolgt auf einer starken Unterlage von Kieszementbeton in reinem Zementmörtel, die Fugen sind gut mit Zementbrühe auszugießen. Dieser Belag ist gut und nicht teuer und verhält sich:

- Zu 1. Gut.
- Zu 2. Gut.
- Zu 3. Gut.
- Zu 4. Gut.
- Zu 5. Gut.
- Zu 6. Gut.
- Zu 7. Gut.

**Pflaster-Klinker** — auch Eisenklinker genannt — in Größe von  $25 \times 12$  cm und einer Stärke von 4,5—5,7 cm, wie vor-

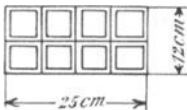


Fig. 27.

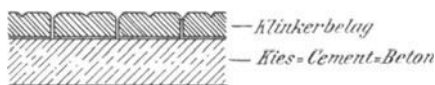


Fig. 28.

stehend verlegt, liefern einen sehr guten und dauerhaften Boden, sind jedoch etwas teurer wie die Klinkerplatten.

Die Oberfläche kann glatt oder gemustert sein; von letzteren empfiehlt es sich, den sogenannten achtkuppigen Stein (Fig. 27 und 28) zu verwenden. Der Fuß wird hier ebenfalls vor Nässe geschützt.

Der Boden verhält sich:

- Zu 1. Sehr gut.
- Zu 2. Sehr gut.
- Zu 3. Gut.
- Zu 4. Gut.

Zu 5. Gut.

Zu 6. Sehr gut.

Zu 7. Sehr gut.

Werksteinboden. Als bester jedoch auch teuerster, ist noch der Bodenbelag aus Niedermendiger Basaltlavasteinen aufzuführen. Die Platten erhalten eine Stärke von 8—12 cm und sind, damit der Belag auch ein gutes Aussehen erhält in gleichen Bahnbreiten vorzusehen.

Als Unterlage der Platten ist ebenfalls eine Kiesbetonschüttung in genügender Stärke vorzusehen; das Verlegen erfolgt in Zementmörtel, die Fugen sind mit reinem Zementmörtel auszugießen. Dieser Belag, sachgemäß und mit Sorgfalt ausgeführt, ist unverwüsthlich.

Der Boden verhält sich:

Zu 1. Sehr gut.

Zu 2. Sehr gut.

Zu 3. Sehr gut.

Zu 4. Sehr gut.

Zu 5. Sehr gut.

Zu 6. Sehr gut.

Zu 7. Sehr gut.

### Wasserlauf (Kanalisation).

Der Ablauf muß ein rascher und vollständiger sein und auf kürzestem Wege zur Betriebsstätte hinausführen, verlangt also genügende Aufnahmeableitungen mit entsprechendem Gefälle. Legen der überströmten Bodenpartien mit Neigung nach den Kanalisationen, Vermeidung von Vertiefungen und Tümpeln im Boden ist deshalb notwendig.

Alle Ableitungen sollen leicht zugänglich sein und gründliche Reinigung ermöglichen. Tieflegung der Ableitungen ist daher zu vermeiden. Kanäle sind in dieser Hinsicht einem Rohrnetz überlegen.

Das Material muß den im Betriebe vorkommenden physikalischen und chemischen Einflüssen widerstehen. Kanäle und Schalen werden daher aus dem gleichen Material wie der Boden und mit demselben erstellt. Von Rohren sind die Steingutrohre im Betrieb widerstandsfähig genug; außerhalb der Gebäude,

wo die Abflüsse bereits stark verdünnt und mehr neutralisiert sind, können Zementrohre verlegt werden. Der Abfluß geschieht unmittelbar oder mittelbar in öffentliche Gewässer; selbstverständlich soll der tiefste Punkt der Kanalisation über deren höchstem Wasserspiegel liegen.

Bei Anwendung von Kanälen führen die Umfassungsmauern entlang Linien und durch die Betriebsstätte hindurch dazu parallele Kanäle; die Wandkanäle können offen bleiben, die inneren werden teils mit durchlöchernten gußeisernen Platten, teils mit Niedermendiger Basaltlavaplaten, deren Fugen etwa  $1\frac{1}{2}$  bis 2 cm stark genommen werden und offen bleiben, abgedeckt.

Sämtliche Längskanäle werden durch einen inneren Querkanal, der zum Gebäude hinausführt, aufgenommen.

Das Rohrnetz liegt immer unter dem Boden und hat den Vorteil, den letzteren ganz und ungeteilt zu lassen. Die Sammlung

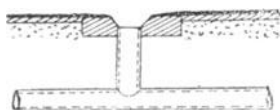


Fig. 29.

des Wassers erfolgt durch senkrecht aufgesetzte Abfallrohre, welche oben in einem Granitabfallstein befestigt und mit gußeisernem durchlöchernten Deckel versehen sind (Fig. 29). Die Aufnahme der Abflußwässer ist eine weniger rasche als bei den Kanälen, die Reinigung

ist eine erschwerte. Aus letzterem Grunde ist es vorteilhaft, von Strecke zu Strecke Sammelschächte anzulegen, welche befahren werden können und das Durchziehen der Rohrleitungen ermöglichen. Sie haben den weiteren Zweck, alles Schwere, sich Absetzende aufzunehmen und alles Schwimmende zurückzuhalten, was durch eine im letzten Achtel der Länge des Schachtes angebrachte Querscheidewand von Eichenholz geschieht, welche immer unter Wasser taucht, ohne den Boden zu berühren, und oben über dem Niveau emporsteht.

Es erübrigt noch, einige Worte über etwaige notwendig werdende Reinigung der Abwässer beizufügen. Man darf behaupten, daß Bleichereiabwässer in ihrer Gesamtheit den Fischgewässern schädlich sind, weil sie kaum vollständig ausgenutzt oder ausgereinigt sind.

Färbereiwässer — auch bei starker Verwendung von Anilinfarbstoffen — sind weniger gefährlich. Für beide ist eine Samm-

lung in einem Teiche günstig, welcher durch Aufnahme aller Wasch- und Spülwässer, die Aufeinanderwirkung alkalischer und saurer Chemikalien eine Verdünnung und Neutralisation eher ermöglicht als bei raschem Übergang in die öffentlichen Gewässer. Atmosphärische Niederschläge, Einwirkung von Licht und Sonne, möglichst auch Zusatz billiger Gegenmittel (Kalkmilch usw.) in abgeteilten Bassins können die Reinigung vervollkommen. Eingebaute Filtrierdämme aus Schichten von Steinen, Kies, grobem Sand und Koks (Fig. 30) wirken ebenfalls verbessernd. Hauptsache ist, daß der Weiher groß genug angelegt ist, um

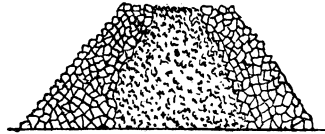


Fig. 30.

bei Bleichereien die Abflüsse etwa 3—4 Tage

bei Färbereien etwa 8 Tage

zur Klärung und Niederschlagung zurückhalten zu können. Kann ein Bach durchgeleitet werden, dessen reines (von Chemikalien freies) Wasser die Verdünnung vermehrt, so ist eine kürzere Frist ausreichend (s. auch Kapitel über Abwässer S. 179 ff.).

## Innerer Ausbau.

Es ist nicht unsere Aufgabe, hier die eigentlichen Arbeitsmaschinen zu beschreiben, welche in großer Reichhaltigkeit und Verschiedenheit in den Betrieben verwendet werden, denen diese Schrift gewidmet ist.

Die Regel für deren Aufstellung ist allbekannt; die einzelnen Abarten werden in übersichtlicher Weise zusammengestellt und die Abteilungen so aneinander gereiht, daß die in Behandlung kommende Ware auf dem kürzesten Wege und ohne unnütze Vorwärts- und Rückbeförderung ihren Kreislauf macht. Je weniger die einzelnen Warenposten sich kreuzen, desto zweckmäßiger ist die Anlage. Jede nachfolgende Maschinenabteilung muß eher mehr als die unmittelbar vorhergehende bewältigen können, so daß kein Warten der Partien stattzufinden braucht.

So müssen z. B. die Trockeneinrichtungen als Abschluß am leistungsfähigsten sein.

## Die Dampfkessel.

Die Wichtigkeit einer zweckmäßigen Kesselanlage für den wettbewerbsfähigen und ungestörten Betrieb verdient eine eingehende Bearbeitung des Erbauers wie des Leiters einer Fabrik. Viel Geld wird auf diesem Gebiete alljährlich verschleudert, ohne daß die Betreffenden eine Ahnung davon haben. Bevor wir die üblichen Kesselsysteme einer vergleichenden Betrachtung unterziehen, seien allgemeine Erwägungen und Berechnungen vorausgeschickt.

Wir haben uns zunächst den Vorgang der Dampferzeugung zu vergegenwärtigen. In einem Kessel befindet sich Wasser, welches durch Erhitzung in Dampf verwandelt werden soll. Die nötige Wärme wird durch ein auf einem Roste brennendes Feuer erzielt, dessen Heizgase die Kesselwandungen möglichst lange



bestreichen, um schließlich durch den Schornstein abzugehen. Es liegt auf der Hand, daß die Ausnützung des Brennmaterials eine um so vollkommener wird, je höher die Temperatur der Verbrennungsgase über der Rostfläche, und je niedriger sie beim Abgang in den Schornstein ist. Die Differenz ist (abzüglich der Verluste durch Ausstrahlung u. ä.) die nutzbar gemachte Wärme. Bei Steinkohlenfeuerung sind beispielsweise etwa 1300 C° Maximum auf dem Roste in gewöhnlichem Betriebe erreichbar (im Mittel ist mit 1150 C° zu rechnen). Gehen die Heizgase mit 300° in den Schornstein ab, so sind 1000 C° ausgenutzt. Es ist nun klar, daß die Wärmeausnutzung zunimmt, und die Temperatur der in den Schornstein abgehenden Gase abnimmt, je mehr die Heizgase Gelegenheit haben, ihre Wärme an den Dampfkessel abzugeben, je kleiner also das Feuer, die Rostfläche, im Verhältnis zur bestrichenen Kesselfläche, der Heizfläche ist.

Ist die erzeugte Temperatur über dem Roste 1150 C°, so absorbiert erfahrungsgemäß annähernd

eine Heizfläche von	.	0	5	10	20	30	40	facher Rostfläche
eine Wärmemenge von		0°	450°	620°	770°	840°	870°	C°
Temperatur der in den Schornsteinabziehen- den Gase . . . . .		1150°	700°	530°	380°	310°	280°	C°

Haben die Gase Gelegenheit, die Kesselwandung längere Zeit zu bestreichen, so ist ihre Verdampfungswirkung eine um so geringere, je mehr sie ihre Wärme verlieren. Die z. B. mit 310° abgehenden Gase haben vor dem Eintritt in den Schornstein natürlich nicht mehr die Verdampfungsfähigkeit wie unmittelbar über dem Roste, sondern es ergeben die obigen Verhältnisse eine durchschnittliche Verdampfungsfähigkeit bei

5 10 20 30 40 facher Rostfläche  
entsprechend einer

Wärme von . . . 925° 840° 765° 730° 715 C°,  
wobei für die Gase mit weiterem Weg größere Absorptionsverluste in Anschlag kommen als bei denen mit raschem Abzug.

Wir können also bei großem Roste und kleinem Feuer viel rascher Dampf erzeugen als im umgekehrten Fall. Da indes die Wärme nicht ausgenutzt ist, so werden dazu auch außer Verhältnis mehr Steinkohlen gebraucht. Es diene darüber die folgende Tabelle:

Heizfläche : Rostfläche . . . . .	5	10	20	30	40
Wasser kann pro qm Heizfläche und Stunde verdampft werden . . . . . kg	52	36	22	15	12,2
dazu sind nötig Steinkohlen . . . . . „	14,5	7,2	3,6	2,25	1,75
pro kg Kohle wird verdampft Wasser „	3,6	5	6,1	6,7	7

Mit diesen Zahlen ist die Grundlage gewonnen, um für eine bestimmte Dampfmenge bei verschiedenartigen Anlageverhältnissen die Erzeugungskosten berechnen zu können. Sie zeigen deutlich, daß die Kohlenersparnis mit der der besseren Wärmeausnutzung gleichbedeutend ist.

Man hat also bei hohen Kohlenpreisen alle Ursache, die Verhältniszahl Heizfläche : Rostfläche möglichst groß zu wählen. Das hat aber natürlich auch seine Grenzen, und zwar

1. in den größeren Verlusten bei weitem Weg der Heizgase,
2. in dem höheren Kesselpreis, dessen Verzinsung und Tilgung die Vorteile des billigeren Betriebes unter Umständen aufzehren.

Infolge des zweiten Punktes muß namentlich die Betriebszeit berücksichtigt werden. Eine Anlage, die nur aushilfsweise (z. B. ein Lokomobil) verwendet wird, muß billig sein, auch wenn ihre Kohlenkosten dadurch hohe werden. Wir verdeutlichen das am besten, wenn wir versuchen, von Anlagen verschiedener Größen, Kesselverhältnisse und Betriebszeiten die Kohlenkosten auszurechnen und unter sich zu vergleichen.

Als Größe nehmen wir den Bedarf einer kleinen Anlage mit 200 kg stündlichem Dampfverbrauch  
 „ mittleren „ „ 700 „ „ „  
 „ größeren „ „ 1200 „ „ „

Die Kesselverhältnisse sollen, wie oben, in 5, 10, 20, 30, 40 facher Heizfläche : Rostfläche durchgerechnet werden.

Hinsichtlich Betriebszeit soll eine Anlage für Einzelzwecke mit nur . . . . 100 Arbeitsstunden im Jahr  
 eine solche mit . . . . . 1000 „ „ „  
 eine normale 300 × 11 mit . . . 3300 „ „ „  
 eine Tag und Nacht arbeitende . 8400 „ „ „  
 berücksichtigt werden.

Der Kohlenpreis wird frei Fabrik auf 150 M. für 10 000 kg angenommen.

Daraus ergibt sich nachstehende Tabelle:

**Kohlenkosten verschiedener Anlagen.**

Heizfläche : Rostfläche . . . . .	5	10	20	30	40
Verdampfungsfähigkeit auf 1 qm Heizfläche und Stunde . . . . . kg	52	36	22	15	12,2
1 kg Kohle verdampft dabei Wasser . . . . .	3,6	5	6,1	6,7	7

Anlage für 200 kg Dampf für je eine Stunde.

Hierfür ist eine Heizfläche nötig von qm	4	6	9	14	17
„ „ „ Rostfläche „ „ „	0,8	0,6	0,45	0,45	0,41
der Kohlenverbrauch pr. Stunde beträgt kg	55,5	40	33	30	29
Kohlenverbrauch in 1 Stunde in Mark . .	0,83	0,6	0,5	0,45	0,43

Anlage für 700 kg Dampf in einer Stunde.

Nötige Heizfläche . . . . . qm	13,5	19	32	47	57
„ Rostfläche . . . . . „	2,7	1,9	1,6	1,5	1,4
Kohlenverbrauch in einer Stunde . . kg	194	140	115	105	100
„ „ „ „ . . . . . Mark	2,91	2,1	1,72	1,57	1,5

Anlage für 1200 kg Dampf in einer Stunde.

Nötige Heizfläche . . . . . qm	23	33	55	80	99
„ Rostfläche . . . . . „	4,6	3,3	2,7	2,7	2,4
Kohlenverbrauch in einer Stunde . . kg	333	240	200	180	170
„ „ „ „ . . . . . Mark	5,0	3,6	3,0	2,7	2,55

Die Tabelle ergibt, daß mit einem großen Kessel bei gleichen Mengen Dampf weniger Kohlen gebraucht werden. Dafür ist aber auch der Kessel teurer als ein kleinerer und verschlingt für Zins und Tilgung unter Umständen so viel als ein kleiner Kohlenfresser, namentlich bei niedrigem Kohlenpreis, oder wenn der Kessel nur kurze Zeit während des Jahres im Betriebe ist.

In nachstehender Tabelle wird auf Grund angenommener Kohlenpreise versucht, Zins und Tilgung für eine Betriebsstunde in gleicher Weise vorzuführen wie vorstehend die Kohlenkosten.

**Kesselkosten verschiedener Anlagen.**

Heizfläche : Rostfläche . . . . .	5	10	20	30	40
Anlage für 200 kg Dampf in einer Stunde.					
Nötige Heizfläche . . . . . qm	4	6	9	14	17
„ Rostfläche . . . . . „	0,8	0,6	0,45	0,45	0,41
Preis des Kessels für 5 Atm. etwa . Mark	1800	2400	3000	4500	5400
Hiervon 12% Zins und Tilgung etwa . „	216	288	360	540	648
Zins und Tilgung in					
bei 100 jährl. Arbeitsstdn. Pf.	216	288	360	540	648
„ 1000 „ „ „	22	29	36	54	65
„ 3300 „ „ „	6,5	9	11	17	20
„ 8100 „ „ „	2,5	3,5	4,5	6,5	8

Anlage für 700 kg Dampf in einer Stunde.

Nötige Heizfläche . . . . .	qm	13,5	19	32	47	57
„ Rostfläche . . . . .	„	2,7	1,9	1,6	1,5	1,4
Preis des Kessels für 5 Atm. etwa .	Mark	4500	5700	8000	9000	10000
Hiervon 12 % Zins und Tilgung etwa	„	540	684	960	1080	1200
Zins und Tilgung in	bei 100 jährl. Arbeitsstdn. Pf.	540	684	960	1080	1200
einer Betriebsstde.)	„ 1000 „ „ „	54	68	96	108	120
	„ 3300 „ „ „	17	21	29	33	36
	„ 8400 „ „ „	6,5	8	11,5	13	14

Anlage für 1200 kg Dampf in einer Stunde.

Nötige Heizfläche . . . . .	qm	23	33	55	80	99
„ Rostfläche . . . . .	„	4,6	3,3	2,7	2,7	2,4
Preis des Kessels für 5 Atm. etwa .	Mark	6500	8000	10000	12000	13500
Hiervon 12 % Zins und Tilgung etwa	„	780	960	1200	1440	1620
Zins und Tilgung in	bei 100 jährl. Arbeitsstdn. Pf.	780	960	1200	1440	1620
einer Betriebsstde.)	„ 1000 „ „ „	78	96	120	144	162
	„ 3300 „ „ „	24	29	36	44	50
	„ 8400 „ „ „	9	11,5	14	17	19

Kohlenkosten und Kesselkosten zusammengezählt ergeben die regelmäßigen Auslagen, welche in der Art und Weise der Anlage selbst begründet sind; ist die letztere zweckentsprechend, so werden diese Auslagen das Mindestmaß erreichen; wenn unzumutbar, so wird sie Jahr aus und ein den Betrieb verteuern und unter Umständen in kurzen Jahren einen Mehrbedarf ausmachen, der dem eigenen Wert oder demjenigen einer zweckdienlichen Anlage gleichsteht. Mancher alte Betrieb, für den das Kesselhaus mit Inhalt zu klein geworden ist, arbeitet noch Jahre lang damit weiter und bedenkt nicht den Schaden, welchen der angestrengte Betrieb stündlich bringt. Wartung, allgemeine Unkosten usw. hängen von örtlichen Verhältnissen ab und bleiben deshalb in der umstehenden Zusammenstellung unberücksichtigt (S. 31 u. 32).

Wir wollen das Ergebnis der umstehenden Tabelle kurz zusammenfassen:

Die Kohlenkosten vermindern sich bei größerer Anlage.

Die Kesselkosten vermehren sich unter den gleichen Verhältnissen.

Die Summe beider Kosten ist überwiegend zugunsten größerer Anlagen mit Ausnahme der selten vorgefundenen lokomobilartigen Betriebe von 100 jährlichen Arbeitsstunden; bei 1000 jährlichen Arbeitsstunden stellt sich die Heizfläche gleich der

30—20 fachen Rostfläche am günstigsten; bei regelmäßigem Jahresbetrieb die 40 fache, bei Tag- und Nachtbetrieb wird eine noch höhere Verhältniszahl Vorteile bringen.

Mit obigen Ausführungen dürfte die Wichtigkeit der Wahl eines in seinen Verhältnissen richtigen Kessels genügend gekennzeichnet sein. Die in der Anlage begründeten und später nicht zu ändernden Kesselbetriebskosten zeigen in der Tabelle eine Verschiedenheit wie 1 : 2, d. h. wo eine richtige Anlage 10 000 M im Jahre kostet, benötigt eine unzweckmäßige 20 000 M. Das ist zwar ein grelles Beispiel, aber nehmen wir nur an, daß in einem kleinen Betriebe Jahr für Jahr nur 1000 M unnötig geopfert werden müssen, so bietet dieser Verlust zum mindesten eine beachtenswerte Größe. Handelt es sich dabei um die zu großen „Kesselkosten“, so ist das tröstlich, denn diese werden immer kleiner und sinken mit der Zeit auf Null herab; die „Kohlenkosten“ aber sind bleibende.

### Vergleich der ständigen Kosten verschiedener Anlagen.

Anlagen für die stündliche Erzeugung

a) von 200 kg Dampf

Heizfläche : Rostfläche . . . . .	5	10	20	30	40
bei 100 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	83	60	50	45	43
„ Kesselkosten . . . . „	216	288	360	540	648
„ Gesamtkosten . . . . „	299	348	410	585	691
bei 1000 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	83	60	50	45	43
„ Kesselkosten . . . . „	22	29	36	54	65
„ Gesamtkosten . . . . „	105	89	86	99	108
bei 3300 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	83	60	50	45	43
„ Kesselkosten . . . . „	6	9	11	17	20
„ Gesamtkosten . . . . „	89	69	61	62	63
bei 8400 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	83	60	50	45	43
„ Kesselkosten . . . . „	3	4	5	7	8
„ Gesamtkosten . . . . „	86	64	55	52	51

## b) von 700 kg Dampf

Heizfläche : Rostfläche . . . . .	5	10	20	30	40
bei 100 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	291	210	172	157	150
„ Kesselkosten . . . . „	540	684	960	1080	1200
„ Gesamtkosten . . . . „	831	894	1132	1237	1350
bei 1000 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	291	210	172	157	150
„ Kesselkosten . . . . „	54	68	96	108	120
„ Gesamtkosten . . . . „	345	278	268	265	270
bei 3300 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	291	210	172	157	150
„ Kesselkosten . . . . „	17	21	29	33	36
„ Gesamtkosten . . . . „	308	231	201	190	186
bei 8400 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	291	210	172	157	150
„ Kesselkosten . . . . „	7	8	12	13	14
„ Gesamtkosten . . . . „	298	218	184	170	164

## c) von 1200 kg Dampf

Heizfläche : Rostfläche . . . . .	5	10	20	30	40
bei 100 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	500	360	300	270	255
„ Kesselkosten . . . . „	780	960	1200	1440	1620
„ Gesamtkosten . . . . „	1280	1340	1500	1710	1875
bei 1000 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	500	360	300	270	255
„ Kesselkosten . . . . „	78	96	120	144	162
„ Gesamtkosten . . . . „	578	456	420	414	417
bei 3300 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	500	360	300	270	255
„ Kesselkosten . . . . „	24	29	36	44	50
„ Gesamtkosten . . . . „	524	389	336	314	305
bei 8400 jährlichen Stunden					
stündliche Kohlenkosten . . . Pf.	500	360	300	270	255
„ Kesselkosten . . . . „	9	12	14	17	19
„ Gesamtkosten . . . . „	509	372	314	287	274

Wir sehen, mit welchem unmittelbaren Nutzen es verbunden ist, mit recht großen Kesseln zu arbeiten. Die teurere Anschaffung

macht sich rasch durch Kohlenersparnis bezahlt, ein angestrebter Betrieb dagegen befriedigt trotz der Mehrauslagen nicht, weil es immer ein Zusammentreffen der Bedürfnisse geben wird, denen er einmal nicht genügen kann, so daß Störungen nicht ausbleiben. Reparaturen an Rost und Kessel werden sich häufiger einstellen, und der Betrieb entschieden unzuverlässiger sein. — Bei Betrieben mit großen Arbeitsschwankungen — wie sie namentlich in Lohngeschäften zu verzeichnen sind — ist oft die Frage zu entscheiden, ob es vorteilhafter ist, einen großen Kessel, das eine Mal in vollen, das andere Mal in schwachen Betrieb zu nehmen, oder zwei kleinere Kessel zu benutzen, wovon der eine in der toten Saison kaltgestellt wird und nur zur Aushilfe dient. So angenehm auch ein Ersatzkessel ist, so hat doch das erstere Betriebssystem entschiedene Vorteile. Die „Kesselkosten“ sind kleinere als bei zwei Kesseln von gleicher Gesamtheizfläche; der Betrieb — die Kohlenkosten — ist bei vollem Gebrauch vorteilhafter, weil ein Anheizen genügt, wo sonst zwei nötig sind; bei schwachem Betrieb ist aber die Wärmeausnützung eine vollständigere. Außer Betrieb stehende, nur zeitweilig benutzte Kessel verlangen erfahrungsgemäß mehr Reparaturen als gleichmäßig geheizte und mäßig in Anspruch genommene.

Wie das Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche, so kommt für den billigen Betrieb der Dampfdruck sehr in Betracht.

Hochgespannter Dampf ist im Betrieb weit wirtschaftlicher als Dampf von geringer Spannung; der Unterschied im Verbrauch von Brennmaterial ist äußerst klein gegenüber wenig gespanntem, d. h. mit 1 kg Kohle wird sozusagen die gleiche Menge Dampf erzeugt, gleichviel ob derselbe 1,5 oder 10 Atmosphären Spannung erhält. Wir treten damit einem weitverbreiteten Irrtum entgegen, bei schwachem Geschäftsbetrieb auf weniger Druck heizen zu lassen, um „zu sparen“.

Die Wärmeberechnung wird in sog. Kalorien, Wärmeeinheiten, ausgedrückt. Eine Wärmeeinheit ist diejenige Wärmemenge, welche eine Gewichtseinheit Wasser um 1 C° erwärmt.

Der Siedepunkt des Wassers liegt bei 100 C°. Um also eine Gewichtseinheit Wasser von 0° auf 100 C°, also zum Sieden, zu erwärmen, werden 100 Wärmeeinheiten gebraucht.

Damit ist aber das siedende Wasser noch kein Dampf, und um es zu Dampf von der gleichen Temperatur von 100 C° zu

verwandeln, benötigt man weiterer 537 Wärmeeinheiten, nochmals mehr als das Fünffache, ohne daß die Temperatur zunimmt. Ist das Wasser einmal in Dampf verwandelt, so wird eine Gewichtseinheit durch erheblich weniger als eine Wärmeeinheit um 1 C<sup>0</sup> erwärmt, und zwar schon durch 0,305 Kalorien (spezifische Wärme des Dampfes).

Die erforderlichen Kalorien zur Erzeugung von Dampf verschiedener Temperaturen sind folgende:

für	1	Atm.	von	100	C <sup>0</sup>	sind	erforderlich:	100	+	537	=	637	Kal.
„	2	„	„	120	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	6	=	643	„
„	3	„	„	134	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	10	=	647	„
„	4	„	„	144	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	13	=	650	„
„	5	„	„	153	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	16	=	653	„
„	6	„	„	160	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	18	=	655	„
„	7	„	„	166	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	20	=	657	„
„	8	„	„	172	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	22	=	659	„
„	9	„	„	177	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	23	=	660	„
„	10	„	„	181	C <sup>0</sup>	„	„	637	+	25	=	662	„

Die Erzeugung einer Gewichtseinheit Dampf von 10 Atm. Spannung braucht also nur 25 Kalorien mehr als diejenige der gleichen Menge Dampf von 1 Atm. Die Arbeitsleistung des Dampfes von 10 Atm. ist aber bei einer Expansionsmaschine ungefähr die dreifache. Mit anderen Worten, bei einem kleinen Mehrverbrauch von 4 % Brennmateriale ist die dreifache Arbeitsleistung zu erzielen.

Es sei nun untersucht, in welchen Fällen diese Nutzwirkung zutage tritt; hierzu seien die beiden Verwendungsarten des Dampfes berücksichtigt.

#### 1. Zum Betrieb einer Dampfmaschine.

Hier ist die Spannung maßgebend; die Arbeitsleistung wächst mit dem Druck. Man hat also das größte Interesse daran, für Motorenbetrieb Kessel mit dem höchsten zulässigen Arbeitsdruck zu verwenden. Der Kessel wird in der Konstruktion teurer, die „Kesselkosten“ höher, die geleistete Arbeit ist aber unverhältnismäßig größer und dadurch in der Einheit billiger. Wo die Anlage groß genug ist, empfiehlt es sich, für die Dampfmaschine einen besonderen Kessel für hohen Druck aufzustellen. Das bringt den weiteren Vorteil mit sich, die Maschine vor den Schwankungen



im Erzeuger zu bewahren, wie sie in den Färbereibetrieben mit ihren äußerst unregelmäßigen Dampfantnahmen unvermeidlich sind.

2. Zu Heizzwecken (Erwärmung von Wasser oder Luft) ist die Spannung nebensächlich und, weil der höhere Druck größere Kesselkosten verursacht, Mehrkosten bedingend.

Eine Gewichtseinheit Dampf kann nicht mehr Wärmeeinheiten abgeben, als sie selbst besitzt. Wie wir gesehen haben, ist nun der Unterschied in der Kalorienzahl bei großem und bei kleinem Druck ein sehr geringer; für die Erwärmung von Luft oder Flüssigkeiten ist die Verwendung hochgespannter Dämpfe also eher teurer. Für Bleichereien, wo unter Hochdruck gebäucht wird, spielt ein bedeutungsvolles, weiteres Moment mit.

Nach angestellten Untersuchungen erträgt die Baumwollfaser eine Temperatur bis zu 130—140 C° — ihre kritische Grenze — wo die Zerstörung ihren Anfang nimmt. Die Anwendung von Kesseln mit hohem Druck schließt also beim Bäumen besondere Gefahren in sich, welche nur durch besondere Vorsichtsmaßregeln vermieden werden können.

Für kleinere Anlagen empfiehlt es sich daher, Kessel mit geringer Dampfspannung zu wählen. Solche werden vielfach nur für 5 Atm. geliefert und für etwa 4 Atm. im Betriebe verwendet; neuerdings scheint Neigung zum Bau von Kesseln mit 6—7 Atm. Überdruck vorhanden zu sein.

Für Betriebe, welche Dampf für beide Zwecke benötigen, erscheint es am wirtschaftlichsten, hochgespannten Dampf zu erzeugen (von etwa 10 Atm. Überdruck) und denselben für Kraftgebrauch (Übertragung durch Dampfturbinen auf Dynamomaschinen u. ä.) zu verwenden. Den Abdampf von etwa 4 Atm. benutzt man weiter für Heizzwecke. Auf diese Weise stellt sich der für Heizzwecke erforderliche Abdampf außerordentlich billig.

Die Dampfkesselsysteme werden in zwei Gruppen geteilt, in solche mit äußerer und in solche mit innerer Feuerung, von denen wir die gebräuchlichsten Typen kurz beschreiben. Ferner kann die Einteilung geschehen in liegende und stehende Kessel, in ortsfeste (stationäre), halbstationäre und lokomobile Kessel, in Gleichstrom- und Gegenstromkessel. Am gebräuchlichsten ist die nachfolgend übernommene Einteilung nach der Lage der Feuerung und der Bauart.

### A. Dampfkessel mit äußerer Feuerung.

Die einfachste Form stellt der einfache Zylinder- oder Walzenkessel (Fig. 31) dar. Es ist ein beidseitig geschlossener Zylinder, auf Lagern ruhend und teilweise mit Wasser gefüllt, unter dem auf einem Roste das Brennmaterial die Verdampfung einleitet; die Heizgase bestreichen in angebrachten Zügen einen Teil der übrigen Kesseloberfläche. Mit diesem einfachen Kessel werden trotz geringer Wärmeausnützung vielfach kleinere Betriebe ausgerüstet. Beliebter ist dieses System in Verbindung mit ein bis zwei unter der Feuerung befindlichen Vorwärmern, wobei die Heizgase vor dem Abgang in den Kamin ihre Wärme zugunsten

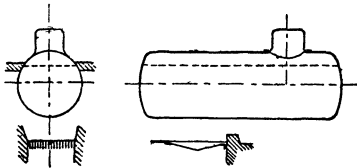


Fig. 31.

des Vorwärmerinhaltes abgeben (Fig. 32). Das Speisewasser tritt in den Vorwärmer ein, läßt hier infolge der Erhitzung bestimmte Verunreinigungen zurück und tritt durch einen Verbindungsstutzen in den eigentlichen Kessel, wo es in Dampf verwandelt wird.

Besondere Vorzüge des Walzenkessels sind: einfacher und wenig reparaturbedürftiger Bau, bequeme Reinigung und niedrige Anschaffungskosten. Ungünstig ist die Verdampfungsfähigkeit und der verhältnismäßig große Raumbedarf.

Beim Sieder- oder Bouilleurkessel (Fig. 33) wird die Feuerung statt über die Vorwärmer unter dieselben verlegt, so daß das auf dem Roste befindliche Feuer direkt die letzteren bestreicht, und nur die Heizgase den eigentlichen Kessel erhitzen. Es werden 1—3 solcher Sieder (Bouilleurs) angebracht, die mit Wasser gefüllt sind; der Dampfraum befindet sich ausschließlich in dem eigentlichen Kessel, aber auch da über einer entsprechenden Wasserlinie. Die vorhandene große Wassermenge ist die Ursache eines langsamen Anheizens, dagegen ist der einmal erreichte Druck mit Leichtigkeit zu halten. Bei der schon erwähnten unregelmäßigen Entnahme zu Heizzwecken, wie sie die Färbereien meist mit sich bringen, ist dieses System recht gut verwendbar. Die Wärmeausnutzung ist eine ziemlich gute (immerhin nimmt das

Mauerwerk sehr viel Wärme auf), die Reinigung eine leichte, wenn von den manchmal angebrachten Heizrohren im Hauptkessel Abstand genommen wird. Heizrohre werden zur Vergrößerung der Heizfläche durch den „eigentlichen Kessel“ gelegt,

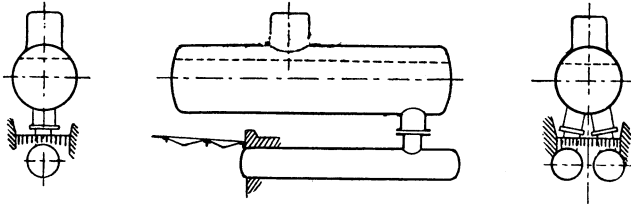


Fig. 32.

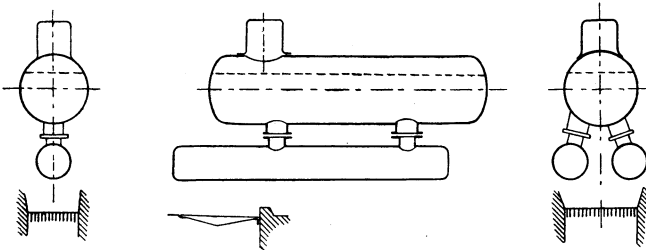


Fig. 33.

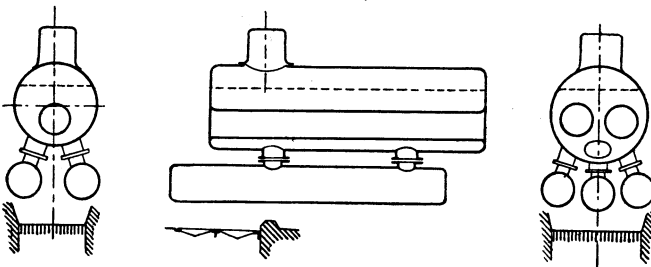


Fig. 34.

sie stellen dann einen weiteren Zug dar. Sie werden in zwei Anordnungen verwendet, als weite Heizrohre oder Rauchröhren, 1—2 Stück für einen Kessel (Fig. 34), und als enge Heizrohre in größerer Anzahl (Fig. 35); die Reinigung des betreffenden Kessels wird durch sie erschwert.

Man unterscheidet wiederum Einsiederkessel, Zweisiederkessel und Dreisiederkessel oder Elsässer Kessel, je nachdem ob ein, zwei oder drei Sieder angebracht sind. Beim Batterie-kessel sind die Sieder in Paaren übereinander angeordnet und haben einen gemeinschaftlichen Dampfsammler.

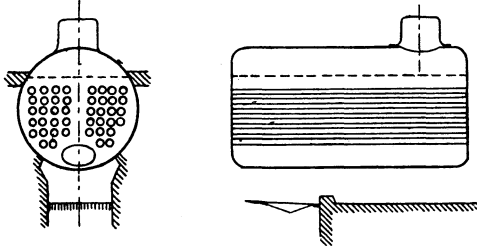


Fig. 35.

Oberkessel und Unterkessel (Sieder) sind durch Stützen verbunden, deren Querschnitt wenigstens  $\frac{1}{60}$  der Heizfläche betragen soll.

Die Siederkessel haben ein Verdampfungsvermögen etwa wie Flammrohrkessel, sind gegen diese jedoch leichter im Gewicht, bequemer zu reinigen, für hohe Dampfdrucke geeignet und nicht

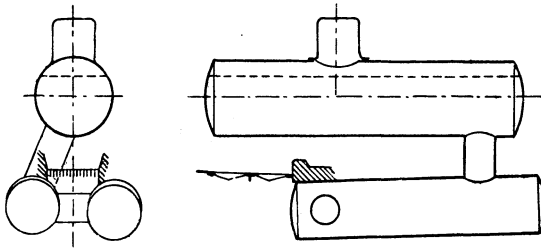


Fig. 36.

teuer im Anschaffungspreis. Sie verlangen dagegen besonders sorgfältiges, teures Mauerwerk und genaue Montage; ferner bedingen sie stark vorgewärmtes Wasser, da sonst leicht Zerfressen im Innern entsteht.

Wird bei den vorgenannten Systemen, wo der Dampferzeuger aus mehreren Zylindern besteht, die Einrichtung getroffen, daß das Speisewasser an demjenigen Punkt in den Kessel tritt, wo die

Heizgase die Heizfläche zuletzt bestreichen, und ist der Kreislauf des Wassers derjenigen der Heizgase immer entgegengesetzt durchgeführt, so haben wir den Gegenstromkessel. Eine einfache Form ist z. B. folgende (Fig. 36):

Es liegen drei Zylinder übereinander, der eigentliche Kessel zu oberst in wagerechter Lage. Vorn liegt er unmittelbar über dem Roste, hinten steht er durch einen Stutzen mit dem ersten Vorwärmer (dem mittleren Zylinder) in Verbindung. Der Vorwärmer liegt nicht mehr wagerecht, sein höchster Punkt ist beim gemeinschaftlichen Stutzen. Der Stutzen der ersten beiden Zylinder ist an deren hinterem Teile angebracht. Der zweite und dritte Zylinder sind wieder durch einen Stutzen verbunden, dieser befindet sich am entgegengesetzten, dem vorderen Teile. Am hinteren Ende des dritten Zylinders befindet sich die Vorrichtung zum Eintritt des Speisewassers.

Der Gegenstrom findet nach folgendem Schema statt:

Weg der Heizgase.	Weg des Wassers.
I. Rost, untere Fläche des ersten Zylinders von vorn nach hinten.	IV. Durch den Stutzen des oberen Sieders in den Kessel von hinten nach vorn.
II. Um den ersten Stutzen herum zum Sieder, dessen untere Fläche von hinten nach vorn bestreichend.	III. Aus dem Stutzen des Eintrittsieders in den ersten Sieder von vorn nach hinten in diesen.
III. Um den zweiten Stutzen herum zum unteren Sieder, dessen untere Fläche von vorn nach hinten bestreichend.	II. Von hinten nach vorn im Eintrittsieder.
IV. Austritt in den Schornstein.	I. Eintritt am hinteren Ende des untersten Zylinders.

Der Gegenstromkessel wird häufig mit dem Ten-Brink-Apparat (Fig. 37) vereinigt und erreicht dann eine hohe Verdampfungsziffer; ohne diese Vorrichtung steht er hinsichtlich der letzteren Wirkung dem Siederkessel gleich.

Der Wasserröhrenkessel (Fig. 38) schließt die Reihe der Kesselsysteme mit äußerer Feuerung. Er wird in sehr verschiedenen Systemen gebaut, von denen das Rootsche wohl das verbreitetste sein mag. Wir haben bei ihm zwei ganz verschiedene Teile zu unterscheiden:

den Dampferzeugungskörper und  
den Dampfsammler.

Der erste ist immer ein umständlicher Apparat und besteht

aus einer Anzahl enger Wasserröhren, welche mit dem Dampfsammler dicht verbunden sind, so daß das zu verdampfende Wasser durch den ganzen Kessel fließen kann. Das Röhrenbündel

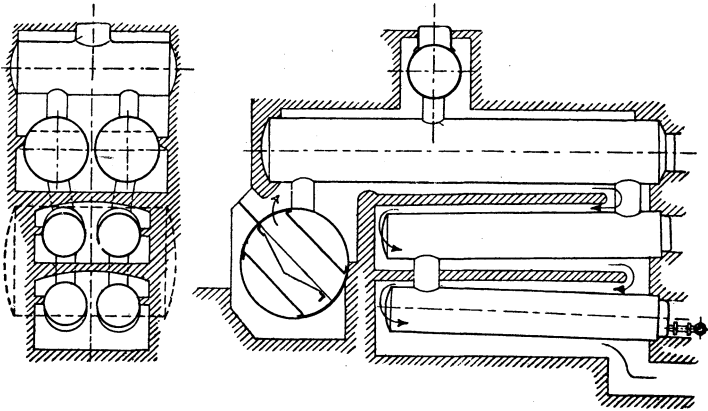


Fig. 37.

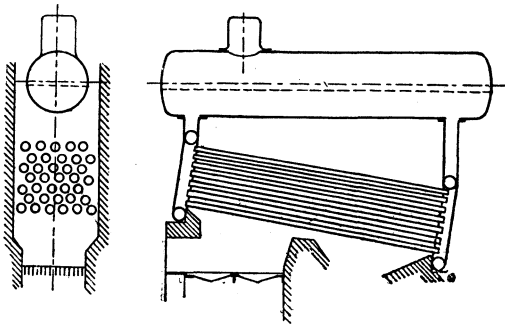


Fig. 38.

wird mit ziemlich starker Neigung unmittelbar über den Rost gelegt; das Feuer und die Heizgase bestreichen zunächst aufsteigend den vorderen, höher liegenden Teil des Röhrenbündels und steigen durch die Zwischenräume seines hinteren Teiles herab, um in den Schornstein abzugehen. An diesem hintern Teil ist der Wassereintritt. Das Wasser gelangt nicht unmittelbar durch das Speiserohr in das Röhrensystem, sondern wird von dem ersteren zunächst in den Dampfsammler gebracht, von wo es

dann durch verschiedenartige Vorrichtungen zu den Röhren herabsinkt.

Am vorderen Teil des Röhrenbündels findet das erhitzte Wasser eine Sammelvorrichtung und gelangt durch dieselbe in den Dampfsammler zurück. So findet durch die Röhren hindurch eine fortwährende Bewegung statt.

Der Dampfsammler liegt wagerecht oberhalb des Röhrenbündels und ist in der Hauptsache ein geschlossener Zylinder mit den erwähnten, mit den Wasserröhren gemeinschaftlichen Verbindungsteilen. Er nimmt das Wasser aus der Speiseröhre auf und gibt den Dampf ab. Die Heizgase bestreichen meist seine untere Fläche, bei einigen Bauarten aber nicht.

Die Wasserröhrenkessel zeichnen sich durch eine große Verdampfungsfähigkeit (Wärmeausnützung) aus. Die vielen kleinen Wasserröhren bieten eine sehr große Heizfläche dar und haben dabei geringen Inhalt; dadurch ist rasche Betriebsbereitschaft ermöglicht. Für Motorenbetrieb sind diese Kessel — wo verwendbar — gute Dampferzeuger, weil mit keinem andern System so hohe Spannungen gleich rasch und gefahrlos erzeugt werden können. Bei Röhren bzw. Zylindern ist eine um so größere Wandstärke nötig, je größer ihr lichter Durchmesser wird (um dem inneren Druck widerstehen zu können). Man hat es bei diesem System in der Hand, die engen Röhren stark genug anzulegen, um jeder Explosionsgefahr mit Sicherheit vorzubeugen, was bei großen Zylinderdurchmessern in gleichem Maße nicht möglich ist. Der Dampfsammler ist gegenüber den entsprechenden Zylindern anderer Kesselarten ebenfalls klein und, da er öfters von den Heizgasen nicht und von der Rostflamme niemals bestrichen wird, weit sicherer als jene. Gewisse Bauarten haben diesen Vorzug der „Nichtexplodierbarkeit“ halber in einzelnen Staaten die amtliche Erlaubnis zur Aufstellung unter bewohnten Räumen erhalten. Das System hat aber auch seine Schattenseiten. Für hartes Wasser kann es nicht empfohlen werden, weil die Kesselsteinbildung die vorhandenen kleinen Durchgänge stark beeinträchtigt. Überhaupt ist und bleibt die erschwerte Reinigung des immerhin verwickelten Apparates ein Übelstand. Man hat allerdings Bauarten, welche eine Reinigung des Speisewassers vorsehen; ob das aber vollständig erreicht werden kann, bleibt von der jeweiligen Zusammensetzung des

Wassers abhängig (siehe Wasserreiniger). Die vielen kleinen Einzelteile machen ebenso viele Verdichtungen notwendig, und damit wächst die Reparaturbedürftigkeit. Der verhältnismäßig kleine Dampf- und Wasserraum sowie der Umstand, daß der erzeugte Dampf im Sammler vor seiner Entnahme erst wieder eine kühlere Wasserschicht durchstreichen muß, also gewissermaßen wieder abgekühlt wird, bringt es mit sich, daß mit dem Dampf Wasserteilchen mitgerissen werden. Es werden deshalb besondere „Dampfentwässerer“ gebaut; durch alle diese Hilfsapparate wird das System natürlich nur verwickelter.

### B. Dampfkessel mit innerer Feuerung:

Die einfachste Form ist der Flammrohr- oder Cornwallkessel (Fig. 39). Er besteht aus zwei ineinander geschobenen Zylindern, von denen der innere beidseitig offen, der äußere durch

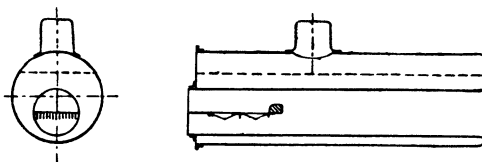


Fig. 39.

Stirnseiten mit dem inneren so vernietet ist, daß er den letzteren als geschlossener Mantel umgibt. Im vorderen Teil des inneren Zylinders wird der Rost angebracht, sein hinterer Teil wird von den Heizgasen durchzogen und bildet den ersten Zug. In dem gemauerten zweiten Zug werden die Gase, dann die untere Fläche des äußeren Zylinders (von hinten nach vorn) entlang geführt, steigen vorn in die Höhe und im dritten Zug über die obere Fläche des äußeren Zylinders von vorn nach hinten und dann in den Schornstein. Die Verdampfung ist bei großer Verhältnisziffer von Heizfläche zu Rostfläche eine gute, weil die Hauptwärme über dem Rost unmittelbar durch die Feuerröhre hindurchwirkt. Dagegen haben diese Kessel mit einem Flammrohr den entschiedenen Nachteil erschwerter Reinigung. Der innere Zylinder liegt in dem äußeren exzentrisch, und die kleinste Entfernung (an der unteren Seite des Mantels) ist zu ungenügend, um eine



gründliche Reinigung zu ermöglichen. Zwecks leichterer Reinigung und verstärkten Wasserumlaufes wird das Flammrohr bisweilen seitlich angelegt. Besitzer von Anlagen, die mit Kesselstein bildendem Wasser arbeiten, seien darauf hingewiesen. Das ganze System hat den Nachteil eines großen Zylinderdurchmessers und daraus folgendem bedeutenden Risikos und verlangt aufmerksamen Bau und Bedienung. Über dem Flammrohr steht das Wasser in verhältnismäßig wenig hoher Schicht; bei den meisten Unglücksfällen ist nachgewiesen, daß diese Wasserschicht aus irgendeinem Grunde zu tief sank, wodurch es dem Rostfeuer ermöglicht wurde, den oberen Teil des Flammrohres zum Glühen

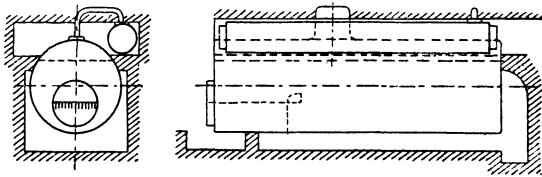


Fig. 40.

zu erhitzen. In diesem Zustande ist das Eisenblech zu weich, um dem inneren Druck widerstehen zu können; es reißt, die verhältnismäßig große Wassermenge im Mantel findet durch die eintretende Druckentlastung Gelegenheit, sich momentan in Dampf zu verwandeln, der einen ungeheuren Raum beansprucht und sich einen Ausweg sucht.

Ist ein Flammrohr in den Wasserkessel eingebaut, so haben wir den Einflammrohrkessel, bei zwei Flammrohren den Zweiflammrohrkessel.

Richtige Reinigung ist bei den größeren Kesseln dieses Systems mit zwei Flammrohren (auch Lancashire- oder Fairbairnkessel genannt) ermöglicht. Sie können an der unteren Mantelfläche im Raume zwischen den beiden inneren Zylindern befahren werden. Im übrigen gilt das für die Kessel mit einem Flammrohr Gesagte. Sie entwickeln rasch Dampf, erfordern aber die Aufmerksamkeit des Heizers, weil Wasserstand und Druck raschen Schwankungen unterworfen sind. Für Bleicherei- und Färbereianlagen haben sie sich bewährt; reichlich große Anlage ist erforderlich. Zur Vergrößerung der Heizfläche werden

Vorwärmer (in den dritten Zug zu legen, Fig. 40) mit Recht empfohlen. Dieselben erhalten das Speisewasser, erwärmen es und geben es an den Kessel ab.

Die Gallowaykessel (Fig. 41) sind ganz ähnlich den Cornwallkesseln gebaut. Der Unterschied besteht darin, daß im hinteren Teil des Flammrohres, wo solches als Zug wirkt, durchgehende Stützen in konischer Form den oberen Teil des Mantel-

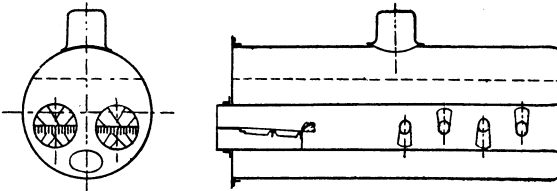


Fig. 41.

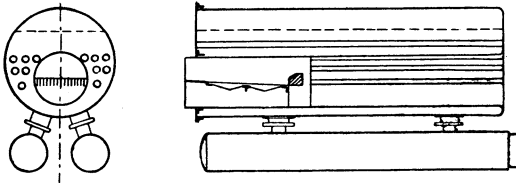


Fig. 42.

inhaltes mit dem untern Teil desselben verbinden. Erhöhung des Wasserumlaufes, Vermehrung der Heizfläche, bessere Ausnutzung der Heizgase, die im ersten Zug an die Feuerrohrwandung gedrängt werden, ist ihr Zweck. Da sie das System gleichzeitig verwickelter gestalten, sind sie nicht überall beliebt. Eine Abart der Flammrohrkessel sind solche mit engen Heizröhren (Fig. 42). Statt eines durchgehenden inneren Zylinders ist der letzte hinter dem Roste mit Stirnwand versehen, und der erste Zug wird von einer Anzahl Heizrohre gebildet, welche durch diese Stirnwand und die hintere des Mantels führen. Durch die große Gesamtheizfläche, welche eine größere Zahl enger Röhren bilden, ist bessere Wärmeausnutzung auf Kosten erhöhter Reparaturbedürftigkeit und erswerter Reinigung des Kesselinneren erzielt.

Auch eine Vereinigung mit unter dem Roste liegenden Vorwärmern kommt vor, ebenso mannigfaltige andere Zusammenstellungen.

Der Ten-Brink-Kessel (Fig. 37) ist in der Regel ein Gegenstromkessel mit dem vorgesetzten Ten-Brink-Apparat. Während bei dem Flammrohrkessel das Feuerrohr der Achse des Mantelzylinders parallel läuft, bildet der Ten-Brink-Apparat einen kurzen, zu den übrigen Zylindern querliegenden Mantelzylinder, dessen Mantelfläche durch ein auf der Zylinderachse senkrecht stehendes Feuerrohr durchbrochen ist, während die Stirnseiten ganz bleiben. Das Feuerrohr ist mit starker Neigung angeordnet und enthält in seiner ganzen Länge den unter ca.  $45^{\circ}$  abfallenden Rost. Für das Wasser im Ten-Brink-Apparat bleibt ein kleiner Raum, so daß rasche Erwärmung eintritt. Der Wasserraum ist durch Stützen mit dem oder den Walzenkesseln (gewöhnlich sind deren zwei angeordnet) verbunden, gibt das stark erhitze Wasser an dieselben ab und empfängt von ihnen dagegen kühleres. Die Heizgase bestreichen nach Verlassen des Apparates die Walzenkessel und der Reihe nach die Sieder. Die Verdampfungsfähigkeit ist eine hohe und bildet den Zweck dieser eigenartigen und ihr verwandter Bauarten. Dabei sind die Vorteile des Walzenkessels vollständig erhalten, die Reinigung ist eine leichte, weil das in den Apparat gelangende Wasser durch die Erhitzung in den Vorwärmern und Kesseln seine Unreinigkeiten zum Teil bereits abgeschieden hat.

#### **Wahl eines Dampfkessels.**

Allgemeine Regeln lassen sich nicht aufstellen. Es ist bei der Wahl eines Kessels Rücksicht zu nehmen auf die Art und den Preis des Brennmaterials, die Beschaffenheit des Speisewassers, etwaige Wasserreinigungsvorrichtungen, die erforderliche Dampfmenge, die räumlichen Verhältnisse, die Betriebsdauer, sonstige Betriebsverhältnisse usw. Unreines und hartes Speisewasser erfordert eine bequem und gründlich zu reinigende Kesselart, wenn das Wasser nicht vor Eintritt in den Kessel gereinigt wird. — Je teurer das Brennmaterial ist, umso mehr muß man auf möglichst vollständige Ausnützung desselben sehen, wenn auch dadurch eine im Preise teurere Kesselanlage bedingt wird. Flammrohrkessel, vorteilhaft mit Vorwärmer im dritten Zug und allenfalls mit Gallowaystützen und Ten-Brink-Kessel, haben sich im allgemeinen für Färbereibetriebe bewährt und sind empfehlenswert.

Nachstehend folgt eine Übersicht einer im praktischen Betriebe erreichten Leistungsfähigkeit einiger Kesselarten der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G.

Kessel-Bauart	Kessel-Heizfläche qm	Brennstoff	Ausnützung des Brennstoff- heizwertes %
Zweiflammrohr-Heizröhrenkessel . . . . .	252	Ruhrkohle Nuß IV	83,5
Zweiflammrohr-Heizröhrenkessel mit Überhitzer . . . . .	212	Zwickauer gew. Knörpel	80,3
Zweiflammrohr-Heizröhrenkessel mit Überhitzer . . . . .	212	Schlesische gewasch. Erbs	77,5
Wasserrohrkessel mit Überhitzer . . . . .	200	Ruhrbriketts B. D.	75,6
Wasserrohrkessel mit Überhitzer . . . . .	160	Böhmische Braunkohle	75,7
Zweiflammrohrkessel . . . . .	80	Ruhrbriketts S. B.	{ 75,7
			{ 76,8
Zweiflammrohrkessel . . . . .	70	Ruhrbriketts B. D.	{ 74,9
			{ 77,0
Batterieessel mit Quersieder und Überhitzer . . . . .	200	Ruhrkohle	81,5

11 Zweiflammrohr-Heizröhrenkessel von je 252,2 qm Heizfläche für 11,5 Atm. Betriebsüberdruck. Der Abnahmeversuch hatte nachstehende Ergebnisse:

Brennmaterial:	Sorte: Gewaschene Ruhrkohle Nuß IV, Zeche König Ludwig	
	verheizt im ganzen an einem Betriebstage	kg 2252
	„ in der Stde, auf 1 qm Rostfläche	„ 85,3
Speisewasser:	verdampft im ganzen . . . . .	„ 23408
	„ in der Stde, auf 1 qm Heizfläche	„ 15,47
	Temperatur . . . . .	C° 63,4
Dampf:	Überdruck . . . . .	Atm. 11,23
	Erzeugungswärme . . . . .	WE 600,4
Heizgase:	Hohlensäuregehalt . . . . .	% 11,7
	Temperatur im Fuchs . . . . .	C° 239
Verdampfung:	1 kg Brennmaterial verdampfte Wasser	kg 10,4

Wärmebilanz	WE	%
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung . . . . .	6244	<b>83,5</b>
Verloren: a) im Kamin durch freie Wärme der Heizgase	912	12,2
b) in den Herdrückständen durch unverbrannte Teile, ferner durch Strahlung, Leitung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest . . . . .	324	4,3
Gesamt-Heizwert des Brennmaterials	7480	100

8 Zweiflammrohrkessel von je 85 qm Heizfläche für 10 Atm. Betriebsüberdruck mit in die Feuerzüge eingebauten Dampfüberhitzern von je 26 qm Heizfläche.

Die Abnahmeversuche lieferten nachstehende Ergebnisse;

Brennmaterial: Sorte: Gewasch. Ruhrkohle Zeche Shamrock verheizt im ganzen an einem Betriebstage . . kg	1464	1303
,, in der Stunde auf 1 qm Rostfläche . . kg	78,7	69,2
Speisewasser: verdampft im ganzen . . ,,	12240	11055
,, in der Stunde auf 1 qm Heizfläche kg	<b>24,0</b>	<b>21,37</b>
Temperatur . . . . . C°	33,3	33,0
Dampf: Überdruck . . . . . Atm.	9,7	9,75
Temperatur . . . . . C°	236	250,5
Erzeugungswärme . . . WE	654,7	661,9
Heizgase: Temperatur im Fuchs . . C°	346	295
Verdampfung: 1 kg Brennmaterial verdampfte Wasser . . . . . kg	<b>8,361</b>	<b>8,484</b>

Wärmebilanz	WE	%	WE	%
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung . . . . .	5474	<b>73,2</b>	5615	<b>75,1</b>
Verloren: im Kamin durch freie Wärme der Rauchgase, in den Herdrückständen durch unverbrannte Teile, ferner durch Strahlung, Leitung, Ruß, un- verbrannte Gase usw. als Rest . . . . .	2001	26,8	1860	24,9
Gesamt-Heizwert des Brennmaterials	7475	100	7475	100

2 Zweiflammrohrkessel von je 100 qm Heizfläche für 10 Atm. Betriebsüberdruck, bei welchen im zweiten Feuerzug regulier- und ausschaltbare Überhitzer eingebaut sind.

Die Feuerungen sind für Koksgrus eingerichtet und bestehen aus engspaltigen Planrosten. Die Luftzuführung unter die Roste erfolgt mittels eines elektrisch angetriebenen Ventilators.

Die Abnahmeversuche hatten folgende Ergebnisse:

Brennmaterial:	Sorte: Koksgrus aus Saarkohle, Zeche Heinitz-Dechen		
	verheizt im ganzen an einem Betriebstage . . . kg	1845	1870
	„ in der Stunde auf 1 qm Rostfläche . . . kg	79	80
Speisewasser:	verdampft im ganzen . . . „	10064	9970
	„ in der Stunde auf 1 qm Heizfläche kg	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>
	Temperatur . . . . . C°	8	8
Dampf:	Überdruck . . . . . Atm.	9,1	9,5
	Temperatur . . . . . C°	309	321
Heizgase:	Kohlensäuregehalt . . . %	10,4	9,8
	Temperatur im Fuchs . C°	221	227
Verdampfung:	1 kg Brennmaterial verdampfte Wasser . . . . . kg	<b>5,455</b>	<b>5,332</b>
Stromverbrauch	des Ventilators in der Stunde für 1 Kessel . . . . . KW	1,22	1,33

Wärmebilanz	WE	%	WE	%
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung . . . .	3965	<b>66,1</b>	3909	<b>66,4</b>
Verloren: a) im Kamin durch freie Wärme der Heizgase . . . . .	820	13,6	880	14,9
b) in den Herdrückständen durch un- verbrannte Teile, ferner durch Strahlung, Leitung, Ruß, unver- brannte Gase usw. als Rest . .	1250	20,3	1096	18,7
Gesamt-Heizwert des Brennmaterials	6000	100	5885	100

4 Wasserrohrkessel. Jeder dieser Kessel hat 70 qm Heizfläche und ist für 10 Atm. Überdruck gebaut. Bei zwei Kesseln ist im zweiten Feuerzug ein Überhitzer eingebaut. Die Oberkessel liegen außerhalb der Feuerzüge, da sich in den Räumen oberhalb der Kessel Menschen aufhalten.

Der Abnahmeversuch hatte folgendes Ergebnis:

Brennmaterial:	Sorte: Gewaschene Peißenberger Nuß I	
	verheizt im ganzen . . . . . kg	1538
	„ in der Stunde auf 1qm Rostfläche „	81
Speisewasser:	verdampft im ganzen . . . . . „	7920*)
	„ in der Stunde auf 1 qm Heizfläche . . . . . „	13,8
	Temperatur . . . . . C°	43
Dampf:	Überdruck . . . . . Atm.	9,5
	Temperatur . . . . . C°	382
	Erzeugungswärme und Überhitzungswärme . . . . . WE	624 + 63
Heizgase:	Kohlensäuregehalt . . . . . %	11,7
	Temperatur im Fuchs . . . . . C°	309
Verdampfung:	1 kg Brennmaterial verdampfte Wasser. kg	5,15

W ä r m e b i l a n z		WE	%
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung und Überhitzung . .		3538	71,5
Verloren: a) im Kamin durch freie Wärme der Heizgase		815	16,4
b) in den Herdrückständen durch unverbrannte Teile, ferner durch Strahlung, Leitung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest . . . . .		602	12,1
Gesamt-Heizwert des Brennmaterials		4955	100

In dem Gutachten des Revisionsvereins hieß es: „Die mit dem Kessel festgestellte Wärmeausnutzung von 71,5 % des Kohlenheizwertes ist als sehr befriedigend zu bezeichnen.“

### Kesselbedienung und Kontrolle.

Die Beschickung der Kessel ist häufig eine mechanische und wird nicht nur für Kohlengrus und Nuß-, sondern auch für Stückkohle angewandt, um den Heizern ihre Arbeit zu erleichtern, sie für die Bedienung einer größeren Anzahl von Kesseln zur Verfügung zu haben und den Brennstoff möglichst sparsam und rauchfrei auszunutzen.

Hierzu sind verschiedene Systeme gebaut worden, Schüttel- und Streuvorrichtungen, Nachrutschen der Kohle aus den Kohlentrichtern usw. Eine sehr sinnreich ersonnene Feuerung ist die Kettenrostfeuerung (von Babcock & Wilcox in Oberhausen).

\*) Davon wurden 4759 kg Dampf durch den Überhitzer geleitet.

Der Rost besteht hier aus einer endlosen, aus kurzen gußeisernen Rostgliedern zusammengesetzten Kette, die oben und unten durch in bestimmten Zwischenräumen angeordnete Wellen unterstützt wird, welche letztere in gußeiserne Rahmen gelagert sind. Diese Seitenrahmen, auf vier Rädern ruhend, bilden den Kettenrostwagen, der aus dem eigentlichen Feuerraum ausziehbar angeordnet ist. Aus dem am vorderen Ende befindlichen Kohlenrichter gelangt der Brennstoff (nur Steinkohle) der ganzen Breite nach auf die Kette, die durch ein regulierbares Schaltwerk langsam durch den Verbrennungsraum hindurchgeführt wird. Die Geschwindigkeit der Kohlenzufuhr wird so eingestellt, daß sie zur vollständigen Verbrennung der Kohle ausreicht. Die Höhe der Kohlenschicht ist durch eine zwei-flügelige Schiebetür, entsprechend der Belastung des Kessels, genau einstellbar.

Die sich bildende Schlacke und Asche wird durch die Bewegung des Rostes nach rückwärts befördert und fällt dort auf eine die Aschenfallöffnung abschließende Klappe. Diese wird vom Heizerstand täglich ein- oder zweimal geöffnet und das Abschlacken findet vollkommen selbsttätig und ohne Öffnen von Heiztüren statt. Die Hauptantriebswelle für den Kettenrost macht 35 Umläufe in der Minute; der Kraftbedarf ist für den Kessel bei einer einfachen Feuerung etwa  $\frac{1}{2}$  HP.

Die Reinigung des Kessels geschieht in bestimmten Zeitabständen und hängt von der Beschaffenheit des Speisewassers und der Kesselbauart ab; auch bei reinem Wasser muß jährlich mindestens eine Besichtigung und nötigenfalls Reinigung stattfinden. Die Entleerung des Kessels muß nach völliger Abkühlung geschehen und dann gleich die Reinigung vorgenommen werden. Der Stein wird vermittels des sogenannten Kesselsteinpickers von den Blechen sorgfältig abgehämmert, wobei Nietköpfe und Nähte besonders zu beachten sind. Um das Festsetzen des Kesselsteins zu verhüten, ist ein Mineralöl- oder Teeranstrich von Vorteil.

Besser ist es jedoch, wenn die Kesselsteinbildner gar nicht oder nur in geringem Maße in den Kessel gelangen, indem das Speisewasser vorher gereinigt wird (siehe Wasserreinigungsanlagen).

Die Vorwärmung des Speisewassers ist für Dampfanlagen jeder Größe von Vorteil, da sie nicht nur eine Ersparnis an Brennmaterial herbeiführt, sondern auch die Bildung von



Kesselstein im Dampfkessel vermindert und die Verdampfungsfähigkeit der Anlage vergrößert, bzw. diese selbst für gleiche Leistung in der Anschaffung verbilligt. Unmittelbare Verminderung des Brennstoffverbrauches wird nur erreicht, wenn man die Vorwärmung durch diejenige Wärme bewirkt, die sonst unbenutzt entweichen würde. Solche Wärmequellen sind die Fuchsgase der Kesselfeuerung und der Abdampf der Maschine. Heizfläche der Fuchsgasvorwärmer (Economiser) soll etwa  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ , diejenige der Abdampfvorwärmer etwa  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  der Kesselheizfläche betragen.

Die Dampftöler bezwecken, das in dem Abdampf enthaltene unverbrauchte Schmieröl auszuschcheiden und das letztere dem Kessel bzw. Speisewasser fernzuhalten. Das Öl soll aus dem Abdampf selbst, nicht erst aus dem Kondensat abgeschieden werden; die Dampftöler werden deshalb in die Abdampfleitung bzw. vor dem Kondensator eingebaut.

Die Wirkungsweise der Dampftöler ist meistens die gleiche wie bei den Wasserabscheidern für Frischdampf und beruht darauf, durch wiederholte Richtungswechsel oder Umlaufströmung die Öl- bzw. Wasserteilchen aus dem Dampf herauszuschleudern. Die Brauchbarkeit dieser Apparate hängt nicht nur von ihrer Konstruktion, sondern auch von der Beschaffenheit des verwendeten Schmieröles ab, z. B. lassen sich talghaltige Öle schwer ausscheiden, weil diese in Wasser leicht emulgieren.

Durch einen guten Speisewassermesser ist der Betriebsleiter in den Stand gesetzt, den Wasser- bzw. Dampfverbrauch festzustellen und durch Vergleich zwischen diesem und dem gleichzeitigen Kohlenverbrauch die Beschickung der Feuerung, den Heizwert der Kohle, die Verdampfungsfähigkeit des Kessels, den Gütegrad der Feuerung, die Wirtschaftlichkeit des Betriebes usw. beurteilen zu können. In dieser fortlaufenden Kontrolle der Leistung und des Verbrauches einer Dampfanlage liegt ein sicheres Schutzmittel gegen Kohlen- und Dampfvergeudung und eine sehr beachtenswerte erzieherische Wirkung auf das Heizer- und Maschinenpersonal.

Die Bauarten der Wassermesser sind sehr verschieden; ihre Wirkung beruht meist auf der Fortbewegung eines Kolbenpaares oder einer Flügeltrommel durch die zu messende Flüssigkeitsmenge. Der Einbau des Wassermessers erfolgt in die Speiseleitung.

zwischen Pumpe und Kessel bzw. Vorwärmer, so daß das Wasser im kalten Zustande gemessen wird; es ist jedoch geboten, den Messer noch durch eine Umlaufleitung zu umgeben, um für eine etwaige Reinigung oder Reparatur den Apparat ausschalten zu können, ohne den Betrieb zu stören.

Der Zugmesser dient zur Messung und Kontrolle der Zugstärke. Die Höhe des Zuges, zwischen Feuerung und Rauchschieber gemessen, schwankt zwischen 10 und 50 mm Wassersäule und soll bei offenem Schieber mindestens 12—15 mm Wassersäule betragen. Nach der Zugstärke richtet sich die Menge der in die Feuerung gelangenden Verbrennungsluft und damit die Vollkommenheit und Wirtschaftlichkeit der Verbrennung selbst. Zu wenig Zug heißt auch zu wenig Luft, also unvollkommene Verbrennung und geringere Kesselleistung; zu viel Zug bzw. zu viel Luft ist ebenso unwirtschaftlich, da die überschüssigen Luftmengen viel Wärme unausgenützt entführen, auch unverbrannte Kohle mit fortreißen und die Feuerungswandungen abkühlen. Die günstigste Zugstärke wird mit dem Rauchschieber eingestellt, wobei sich der Heizer noch sehr oft lediglich auf sein praktisches Gefühl verläßt. Statt dessen sollen die Zugmesser eine sichere Einstellung und genaue Kontrolle der Zugstärke ermöglichen. Das Anschlußrohr wird in der Nähe des Rauchschiebers in den Feuerungskanal geführt, der Apparat selbst gewöhnlich außen am Mauerwerk befestigt.

Rauchschieberregulatoren bezwecken, die Menge der Verbrennungsluft dem jeweiligen Zustande der Brennstoffschicht entsprechend einzustellen und dadurch in der Feuerung den wirtschaftlichsten Luftüberschuß dauernd und unabhängig von der Aufmerksamkeit des Heizers aufrecht zu erhalten. Derartige Apparate stehen allgemein mit der Feuertür so in Verbindung, daß beim Öffnen dieser Tür der Rauchschieber niedergelassen, also geschlossen und die Luftzuführung unterbrochen wird usw.

Von sehr großer Wichtigkeit sind die Rauchgasprüfer, Gaswagen oder Kohlensäurewagen, welche zur Kontrolle der Zusammensetzung bzw. des Kohlensäuregehaltes der Verbrennungsgase und aus dieser zur Beurteilung der Vollkommenheit des Verbrennungsprozesses dienen. Der Wärmeverlust beträgt bei Annahme einer Temperatur der abziehenden Heizgase von 275 C°

bei 20 15 13 10 6 4 Vol.-Prozent Kohlensäure  
 etwa 8,5 11 13 17 28 42 % des Kohlenheizwertes.

Neuere Gasprüfer, z. B. die sehr empfehlenswerten von J. C. Eckardt in Stuttgart, dann die von Jul. Pintsch in Frankfurt zeichnen den Kohlensäuregehalt selbsttätig auf und ermöglichen dadurch eine ständige Überwachung des Verbrennungsvorganges.

Der Schornstein (Kamin, Esse) soll die zur Verbrennung erforderliche Luft durch den Rost ansaugen und gleichzeitig die gasförmigen Verbrennungsrückstände in einer solchen Höhe ableiten, daß diese die Umgebung nicht mehr belästigen. Die Geschwindigkeit der Heizgase ist um so größer, je höher der Kamin und die Eintrittstemperatur der Gase ist; die mittlere Geschwindigkeit sei etwa 2—3 m in der Sekunde, geringere (1—1,5 m) und größere Werte (4—6 m) sind nicht selten.

Die Höhe des Schornsteins beträgt gewöhnlich nicht unter 15—20 m; für sehr schlechte Steinkohlen wenigstens 25—30 m. In größeren Städten ist häufig eine Mindesthöhe vorgeschrieben, z. B. für Berlin 19 m. Der geringste Querschnitt des Kamins sei mindestens =  $\frac{1}{3}$ , über 3 m Höhe =  $\frac{1}{4}$  der freien Rostfläche.

Die Ausführung der Kamine geschieht meist in Mauerwerk; für unsicheren Baugrund, vorübergehenden oder kleineren Betrieb auch in Eisen, in neuerer Zeit auch Eisen mit Steinausmauerung. Die günstigste Querschnittsform für Stein- und Eisenkamin ist der Kreis, erfordert aber genau passende Formsteine. Der bei gemauerten Kaminen noch vorkommende achteckige Querschnitt ist etwas ungünstiger, gestattet aber mehr Freiheit in der gemischten Verwendung von Normal- und Formsteinen. Der viereckige Querschnitt stellt sich im Bau zwar am billigsten, ist jedoch für größere Anlagen nicht geeignet.

### **Amtliche Dienstvorschriften für Kesselwärter und Dampfkesselgesetze.**

Jeder Dampfkessel ist nach der Reichsgewerbeordnung genehmigungspflichtig.

Sein Bau und seine Ausrüstung, seine Prüfung und seine Aufstellung unterliegen gesetzlichen Bestimmungen, desgleichen

seine Inbetriebsetzung wie endlich sein Betrieb selbst.

Die wichtigsten in Betracht kommenden Dienstvorschriften und Verordnungen sind folgende.

### **I. Amtliche Dienstvorschriften für Kesselwärter.**

#### **Allgemeine Betriebsanweisung.**

1. Das Kesselhaus und alles, was darin ist oder zum Betriebe der Kessel gehört, ist stets sauber und in bester Ordnung zu halten. Der Kesselwärter hat dafür zu sorgen, daß Unbefugte nicht ins Kesselhaus eintreten.

2. Der Wasserstand darf nie unter die Marke sinken.

3. Das Wasserstandsglas ist nach jedesmaligem Schüren zu beobachten. Täglich mehrere Male muß daraus der Schlamm abgeblasen, und müssen daran sämtliche Hähne gezogen werden.

4. Die Probierhähne und Probierventile sind täglich mehrere Male zu öffnen.

5. Der Schwimmer ist täglich mindestens einmal zu probieren.

6. Das Sicherheitsventil ist täglich mindestens einmal zu lüften, aber nur ganz langsam.

7. Das Manometer ist nach jedesmaligem Schüren zu beobachten.

8. Der Dampfdruck darf nicht größer werden, als die Marke am Manometer anzeigt.

9. Die Speisevorrichtungen sind jede täglich in Gang zu setzen, es ist also nicht ausschließlich mit der Vorrichtung zu speisen, welche am besten arbeitet.

10. Das Dampfventil und jeder Dampfahn darf nur ganz langsam geöffnet, aber beliebig rasch geschlossen werden.

11. Das Abblasen eines Kessels darf erst beginnen, nachdem das Kesselmauerwerk sich abgekühlt hat. — Eine Atmosphäre Dampfdruck ist zum Abblasen immer hinreichend. Das Abblasen eines Kessels ist von Anfang bis zu Ende von dem nämlichen Kesselwärter zu leiten, darf also nicht auf die Ablösung übertragen werden.

12. Das Füllen eines Kessels mit frischem Wasser darf erst dann geschehen, wenn der Kessel gehörig abgekühlt ist.

13. Der Kesselstein soll vollständig und mit nicht zu scharfen Hämmern und Meißeln entfernt werden. Beim Ausklopfen soll man nicht auf, sondern zwischen die Nietköpfe schlagen. Speise- und Abblaserohre sowie die Rohre zu dem Wasserstandsglase, zu den Probierhähnen und zu der Lärmpfeife sind bei jeder Kesselreinigung gründlich nachzusehen und von Kesselstein zu befreien.

14. Ruß und Flugasche sollen so oft und gründlich wie möglich aus den Zügen entfernt werden.

15. In kurzen und vor langen Stillstandspausen soll man speisen. — Solange irgendwelches Feuer auf dem Rost ist, darf der Kesselwärter sich nicht entfernen.

16. Steigt der Dampf zu hoch, so soll man speisen und den Rauchschieber niederlassen. — Nur wenn das nicht hilft, dürfen ausnahmsweise Feuertüren und Rauchschieber ganz geöffnet werden.

17. Fällt das Wasser unter die Marke, so ist sofort alles Feuer vom Rost zu entfernen, der Rauchschieber aber offen zu lassen.

18. Schäumt das Wasser, so ist zu speisen, Feuertür und Rauchschieber ganz aufzusperren und das Dampfventil zu schließen.

19. Der Rost soll stets rein und gleichmäßig, aber nicht zu hoch bedeckt erhalten werden. Das Aufwerfen soll möglichst rasch bei halbgeschlossenem Rauchschieber erfolgen.

20. Leckt es irgendwo auf dem Kessel, so ist sofort ein Eimer unterzustellen und dann die schadhafte Stelle zu verdichten.

21. Beim Schichtwechsel darf der abtretende Kesselwärter sich nicht eher entfernen, bis der antretende alles nachgesehen und in Ordnung gefunden hat.

22. Der antretende Kesselwärter hat sofort nach Wasserstand und Manometer zu sehen, die Probierhähne und alle Hähne am Wasserstand zu ziehen, das Sicherheitsventil zu lüften und mindestens eine Speisevorrichtung zu probieren.

### **Anweisung zur Vorbereitung der Kessel für die innere Untersuchung und zur Wasserdruckprobe.**

#### **Vorbereitung zur inneren Untersuchung.**

Vor der Untersuchung muß der Kesselstein und Schlamm im Innern des Kessels und der Ruß und die Flugasche am Äußern des Kessels vollständig beseitigt und eine gründliche Reini-

gung der Feuerzüge (gründliches Abbürsten mit Drahtbürsten) von Asche und Ruß vorgenommen sein.

Das Kesselmauerwerk muß so weit entfernt werden, daß die Kesselwandungen überall genau zu besichtigen sind, die obere Deckschicht ist zu entfernen und der Kessel auch hier, wie oben angegeben, gründlich zu reinigen.

Ausziehbarer Kessel sind auseinandergenommen zur Untersuchung zu stellen.

Stehen angeheizte Kessel mit dem zu untersuchenden in Verbindung, so ist die Speise- und Dampfleitung durch einen Blindflansch abzusperrern, oder es ist ein Stück der Leitung auszuschalten.

Das Anstreichen der Kesselwandungen innen oder außen vor der Untersuchung ist unstatthaft. Sämtliche Hähne, Ventile, Dichtungen und Verschraubungen sind zur Untersuchung gründlich nachzusehen, nachzuschleifen und zu dichten. Zur Untersuchung sind zwei Kerzen, Handhammer, Flach- und Kreuzmeißel bereitzuhalten.

#### **Vorbereitung zur Wasserdruckprobe.**

Der Kessel ist vollständig mit Wasser zu füllen. Es ist darauf zu achten, daß beim Füllen die Luft aus dem Kessel vollständig entweichen kann, erforderlichenfalls ist an der höchsten Stelle eine Entlüftungsvorrichtung (Hahn oder Schraube) anzubringen.

Sämtliche Dichtungen und Verpackungen sind vorher gründlich zu untersuchen, auch sind alle Hähne, Ventile und Verschraubungen nachzuschleifen und zu verdichten.

Die Druckpumpe muß in brauchbarem Zustande und ihre Verbindung mit dem Kessel vor Ankunft des Kesselprüfers hergestellt sein.

Zur Beseitigung etwaiger Undichtigkeiten vor der amtlichen Probe ist der Kessel mit einem die festgesetzte höchste Dampfspannung um 1 Atmosphäre übersteigenden Druck vorzupressen. Die dabei auftretenden Undichtigkeiten sind zu beseitigen.

Das Sicherheitsventil ist für diese Untersuchung festzukeilen, jedoch nicht durch einen Blindflansch abzusperrern. Nach der Druckprobe wird die Belastung des Ventils geprüft, daher ist dasselbe vorher sauber einzuschleifen und erforderlichenfalls nachzudrehen.

Die Reinigungsöffnungen in den Feuerzügen sind sämtlich zu öffnen; die Kesselwandungen und die Feuerzüge sind in derselben Weise zu reinigen, wie dieses für die innere Untersuchung vorgeschrieben ist (s. o.).

Soll bei befahrbaren Kesseln die innere Untersuchung mit der Wasserdruckprobe an demselben Tage vorgenommen werden, so ist der zu untersuchende Kessel zuerst zur inneren Untersuchung vorzubereiten.

Bei Kesseln, welche ihrer Bauart wegen nicht in allen Teilen genau besichtigt werden können, tritt an Stelle der inneren Untersuchung die Wasserdruckprobe; demnach sind diese Kessel stets zur Wasserdruckprobe vorzubereiten.

Die Ummantelung und Einmauerung von Kesseln mit nicht befahrbaren Zügen ist vor der Druckprobe so weit zu entfernen, daß sämtliche Nähte zugänglich sind.

## **II. Anleitung zum Reinigen von Dampfkesseln.**

(Aufgestellt vom Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb.)

### **Außerbetriebsetzung des Kessels.**

1. Nachdem der Betrieb des Kessels zum Zweck der Reinigung eingestellt worden ist und etwa undichte Stellen an den äußeren Teilen angezeichnet worden sind, lasse man Essenschieber und Feuertür offen stehen.

2. Einsteigeöffnungen im Mauerwerk bleiben geschlossen.

3. Das Wasser wird noch nicht abgelassen.

4. Der Rost wird rein abgeräumt, besonders darf keine Glut auf demselben bleiben.

5. Der Dampf wird abgelassen, soweit es möglich ist.

6. So bleibt der Kessel stehen, bei Steinkohlenfeuerung mindestens 10 Stunden lang, bei Braunkohlenfeuerung mindestens 20 Stunden lang.

7. Dann erst wird das inzwischen auch etwas abgekühlte Wasser abgelassen. Vorher überzeuge man sich noch ausdrücklich davon, daß ein Mann die gemauerten Zugkanäle auch bei geschlossenem Essenschieber befahren kann, ohne durch Hitze behindert zu sein. Das Mauerwerk muß man überall mit der Hand dauernd berühren können; etwa vorhandene Asche muß so weit

abgekühlt sein, daß man überall mit der Hand durch sie hindurchgreifen kann, ohne Hitze bzw. brennende Wärme zu fühlen. Ist diese Abkühlung schon früher als zu der angegebenen Zeit eingetreten, so kann auch das Wasser schon eher abgelassen werden. Bei Flammrohrkesseln achte man besonders darauf, daß die in den Flammrohren abgelagerte Asche genügend abgekühlt oder schon ganz entfernt ist, bevor das Wasser abgelassen wird.

#### Reinigung der Zugkanäle.

8. Während der zweiten Hälfte der unter 6 genannten Zeit kann schon die Asche und der Ruß aus den Zugkanälen beseitigt werden. Dazu werden auch, soweit erforderlich, die seitlichen Öffnungen der Einmauerung freigemacht.

9. Die Asche wird mit großen Blechschaufeln herausgenommen, welche die ungefähre Breite des Zugkanales haben. Die Schaufeln haben Stiele, so lang wie der Zugkanal, mit denen sie in die Asche hineingeschoben und wieder herausgezogen werden. Die Stiele sind aus leichtem Gasrohr oder Holz hergestellt und können, wenn notwendig, durch Verschraubung oder Bajonettverschluß zusammengesetzt werden. Die Schaufel kann auch an zwei Schnüren befestigt sein. Davon reicht die eine nach dem hinteren Ende des Zugkanals (z. B. Flammrohres, Seitenzuges usw.), die andere Schnur reicht nach der Vorderfront des Kessels. Ein Mann zieht die Schaufel nach hinten in die Asche hinein, damit sie sich füllt, der andere Mann zieht die gefüllte Schaufel wieder zurück.

10. Zum Abkratzen des Rußes von den Kesselwandungen benutzt man etwa 150—200 mm breite, geschmiedete und verstärkte leichte Kratzen. Der Mann legt sich dabei in den Kanal, den Kopf gegen den Luftzug gerichtet und arbeitet mit nach den Füßen hin ausgestrecktem Arme, wobei immer die frische Luft durch die Züge streicht und allen Staub fortnimmt, so daß er nicht im mindesten belästigt wird. Die Zugstärke wird dabei so geregelt, daß sie für den Mann bequem erträglich ist, die Asche vor ihm jedenfalls nicht aufgewirbelt wird.

11. Diese Zugreinigung an einem großen Cornwallkessel muß mit 2 Mann in 6 Stunden beendet sein.

12. Nachdem das Wasser abgelassen ist, werden gleich beide



Mannlöcher oben und unten geöffnet, worauf sofort die Reinigung im Kesselinnern erfolgen kann, zuerst unten, weil es dort am kühlfsten ist, bald darauf auch oben.

13. Es ist äußerst wichtig, daß diese Reinigung im Kesselinnern vorgenommen wird, bevor die Niederschläge trocknen, weil sie im feuchten Zustande noch weich sind und sich leichter abkratzen oder abfegen lassen. Durch das Trocknen, zumal bei hoher Temperatur, wird der Kesselstein erst fest und zähe.

Auf diese Weise kann ein großer Cornwallkessel von 4 Mann in 4 Stunden im Innern gut gereinigt werden, wenn auch viel Niederschläge vorhanden sind.

14. Der dann noch fest anhaftende Kesselstein ist gewöhnlich nur von geringer Dicke. Solcher steinige Ansatz von 2—3 mm Dicke ist für den Kessel nicht nachteilig und braucht nicht abgeklopft zu werden. Meist springt er durch das Wiederanheizen des Kessels von selbst ab und bildet bei der nächsten Reinigung lose Massen. Nur wenn man findet, daß Kesselstein bei dieser Behandlung sich stellenweise dicker als 3 mm fest ansetzt, bedarf es der Reinigung durch Klopfen. Auch wenn der Kessel untersucht werden soll, muß er vollständig rein sein.

15. Ein Anstrich mittels Graphit, in Magermilch eingeweicht und auf die innern Kesselwandungen aufgebürstet, wirkt zweckmäßig als Antiklebeittel, indem der steinige Ansatz leichter abspringt.

16. Es gibt auch noch andere zweckentsprechende Mittel gegen den Kesselstein, sie gehören aber nicht hierher. Für die Anwendung von Soda gegen Kesselstein hat der Verein eine besondere Anweisung herausgegeben.

17. Besitzt der Kessel nur ein Mannloch, so geht die innere Abkühlung langsamer von statten als bei zwei Mannlöchern. Dann kann, wenn Zeit gewonnen werden soll, der Kessel künstlich ventiliert werden, indem ein etwa 250 mm weites Blechrohr aus dem Innern des Kessels, von dem entferntesten Punkte an durch das Mannloch in den Fuchs oder den Schornstein gelegt wird. Dann saugt der Schornstein die warme, verdorbene Luft ab, und frische Luft strömt durch das Mannloch ein.

### Inbetriebsetzung des Kessels.

18. Bevor der Kessel nach vollendeter Reinigung wieder zugemacht wird, soll der Kesselwärter persönlich noch einmal alles durchsehen, ob die Reinigung im Kesselinnern und in den Zugkanälen wirklich fertig ist, und ob keine Gegenstände, besonders im Kesselinnern, liegen geblieben sind; gleichzeitig ist darauf zu achten, daß alle im Kessel befindlichen Öffnungen, wie die des Wasserstandes, der Speisung und des Manometers, frei und rein sind.

19. Sobald das untere Mannloch geschlossen ist, wird Wasser eingelassen. Solche Kessel, die keine Unterfeuerung haben, werden bis oben hin, bis zum Überlauf aus dem Mannloche, gefüllt.

20. Während das Wasser fließt, wird der Staub von den Garnituren gewischt, alle Hähne und Ventile werden auseinandergenommen, gereinigt, eventuell eingeschliffen, geschmiert, verpackt und wieder zusammengesetzt. Undicht gewesene Verschraubungen sind neu zu dichten.

Alle Maueröffnungen sind wieder zuzusetzen und zu verdichten. Schadhafte Roststäbe sind auszuwechseln.

21. Sobald der Kessel gefüllt ist, kann Feuer angemacht werden. Nachdem dieses vollständig brennt, wird das Wasserablaßventil etwas geöffnet, und zwar so, daß, wenn das Wasser zu kochen beginnt, es von oben bis auf ungefähr den niedrigsten Wasserstand gesunken ist. Dann vergesse man aber nicht, das Ablaßventil zu schließen. Das abfließende Wasser wird dann ziemlich dieselbe Temperatur haben wie in den oberen Schichten; ist das nicht der Fall, so ist noch Wasser einzuspeisen und unten wieder abzulassen, bis es heiß genug abfließt. Konnte der Kessel nicht bis obenhin gefüllt werden (wegen ungenügenden Wasservorrates und dergl.), so verfährt man in anderer Weise, die den gleichen Erfolg hat: eine möglichst gleichmäßige Temperatur des Wassers im ganzen Kessel herbeizuführen.

22. Ist der Wasserstand im Glase nach dem Ablassen wieder sichtbar, so wird das Mannloch oben geschlossen, und der Betrieb kann wieder vor sich gehen.

23. Bei diesem Verfahren wird kein Kessel undicht, und der Betrieb kann Montag früh wieder aufgenommen werden, wenn er Sonnabend abend unterbrochen worden war.

24. Es wird hierbei angenommen, daß nur ein Tag zur Kesselreinigung erübrigt werden kann. Ist mehr Zeit vorhanden, dann kann auch zur Abkühlung mehr Zeit verwendet werden, und man öffnet dann den Essenschieber während der Abkühlung entsprechend weniger oder auch gar nicht. Immer hat man sich aber zu überzeugen, wie unter Punkt 7 erläutert, daß die Zugkanäle genügend abgekühlt sind, bevor das Wasser abgelassen wird.

25. Jeder Kesselwärter muß wissen, daß der kalte Luftzug dem Kessel nicht schadet, so lange letzterer mit Wasser gefüllt ist. Wenn der Kessel leer ist, dann darf nur wenig Luftzug durch die Kanäle gehen. Sind die Züge noch heiß, während der Kessel leer ist, so erhitzt sich dieser ungleichmäßig, und die Nähte werden undicht.

26. Das ist der Grund, weshalb die Kessel nicht mit Dampf abgeblasen werden sollen, denn so lange sich Dampf im Kessel hält, sind die Zugkanäle für den leeren Kessel noch zu heiß. Der Dampfdruck als solcher schadet dem leeren Kessel nichts. Schlamm läßt sich durch Druck auch nicht aus dem Kessel spülen.

27. Für Kessel, die ihrer tiefen Lage wegen mit Dampf abgeblasen werden, ist sehr zu empfehlen, die Einrichtung dahin abzuändern, daß die Entleerung ohne Dampfdruck ermöglicht wird. Die Art und Weise einer solchen Abänderung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, und es kann deshalb nur in jedem einzelnen Falle an Ort und Stelle darüber Auskunft erteilt werden.

### **III. Gesetz vom 3. Mai 1872 über den Betrieb der Dampfkessel.**

§ 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 Taler 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 benötigten Arbeitskräfte und Vorrichtungen bereitzustellen 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 (Gesetz-Sammlung S. 295), werden aufgehoben.

#### **IV. Bestimmungen der Gewerbeordnung über Dampfkesselbetrieb.**

§ 24. Zur Anlegung von Dampfkesseln, dieselben mögen zum Maschinenbetriebe bestimmt sein oder nicht, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörden erforderlich. Dem Gesuche sind die zur Erläuterung erforderlichen Zeichnungen und Beschreibungen beizufügen.

Die Behörde hat die Zulässigkeit der Anlage nach den bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften, sowie nach denjenigen allgemeinen polizeilichen Bestimmungen zu prüfen, welche von dem Bundesrat über die Anlegung von Dampfkesseln erlassen werden. Sie hat nach dem Befunde die Genehmigung entweder zu versagen oder unbedingt zu erteilen, oder endlich bei Erteilung derselben die erforderlichen Vorkehrungen und Einrichtungen vorzuschreiben.

Bevor der Kessel in Betrieb genommen wird, ist zu untersuchen, ob die Ausführung den Bestimmungen der erteilten Genehmigung entspricht. Wer vor dem Empfange der hierüber auszufertigenden Bescheinigung den Betrieb beginnt, hat die in § 147 angedrohte Strafe verwirkt.

Die vorstehenden Bestimmungen gelten auch für bewegliche Dampfkessel.

Für den Rekurs und das Verfahren über denselben gelten die Vorschriften der §§ 20 und 21.

§ 25. Die Genehmigung zu einer der in den §§ 16 und 24

bezeichneten Anlagen bleibt so lange in Kraft, als keine Änderung in der Lage oder Beschaffenheit der Betriebsstätte vorgenommen wird, und bedarf unter dieser Voraussetzung auch dann, wenn die Anlage an einen neuen Erwerber übergeht, einer Erneuerung nicht. Sobald aber Veränderung der Betriebsstätte vorgenommen wird, ist dazu die Genehmigung der zuständigen Behörde nach Maßgabe des § 24 notwendig.

Diese Bestimmungen finden auch auf Anlagen Anwendung, welche bereits vor Erlaß dieses Gesetzes bestanden haben.

## **V. Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Landdampfkesseln.**

Vom 17. Dezember 1908 (veröffentlicht im Reichsgesetzblatt Nr. 2 vom 9. Januar 1909).

Auf Grund des § 24 Abs. 2 der Gewerbeordnung hat der Bundesrat nachstehende

Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Landdampfkesseln erlassen.

### **A. Geltungsbereich der Bestimmungen.**

#### **§ 1.**

1. Als Dampfkessel im Sinne der nachstehenden Bestimmungen gelten alle geschlossenen Gefäße, die den Zweck haben, Wasserdampf von höherer als der atmosphärischen Spannung zur Verwendung außerhalb des Dampfentwicklers zu erzeugen.

2. Als Landdampfkessel (Dampfkessel) gelten außer den an Land benutzten feststehenden und beweglichen Dampfkesseln auch die vorübergehend auf schwimmenden und im Wasser beweglichen Bauten aufgestellten Dampfkessel.

3. Den Bestimmungen für Landdampfkessel werden nicht unterworfen:

- a) Behälter, in denen Dampf, der einem anderen Dampfentwickler entnommen ist, durch Einwirkung von Feuer besonders erhitzt wird (Dampfüberhitzer);
- b) Kessel, die mit einer Einrichtung versehen sind, welche verhindert, daß die Dampfspannung  $\frac{1}{2}$  Atmosphäre Über

druck übersteigen kann (Niederdruckkessel). Als Einrichtungen dieser Art gelten:

- a) ein unverschleißbares, vom Wasserraum ausgehendes Standrohr von nicht über 5000 mm Höhe und mindestens 80 mm Lichtweite;
- β) ein vom Dampfraum ausgehendes, nicht abschließbares Rohr in Heberform oder mit mehreren auf- und absteigenden Schenkeln, dessen aufsteigende Äste bei Wasserfüllung zusammen nicht über 5000 mm, bei Quecksilberfüllung nicht über 370 mm Länge haben dürfen, wobei die Lichtweite dieser Rohre so bemessen werden muß, daß auf 1 qm Heizfläche (§ 3, Abs. 3) ein Rohrquerschnitt von mindestens 350 qmm entfällt. Die Lichtweite der Rohre muß mindestens 30 mm betragen und braucht 80 mm nicht zu überschreiten;
- γ) jede andere von der Zentralbehörde des zuständigen Bundesstaats genehmigte Sicherheitsvorrichtung.
- c) Zwergkessel, das heißt Dampfentwickler, deren Heizfläche  $\frac{1}{10}$  qm und deren Dampfspannung 2 Atmosphären Überdruck nicht übersteigt, sofern sie mit einem zuverlässigen Sicherheitsventil ausgerüstet sind.

4. Für die Kessel in Eisenbahnlokomotiven bleiben die auf Grund der Artikel 42 und 43 der Reichsverfassung erlassenen besonderen Bestimmungen in Kraft.

## B. Bau.

### § 2. Kesselwandungen.

1. Jeder Dampfkessel muß in bezug auf Baustoff, Ausführung und Ausrüstung den anerkannten Regeln der Wissenschaft und Technik entsprechen. Als solche Regeln gelten bis auf weiteres die Grundsätze, welche entsprechend den Bedürfnissen der Praxis und den Ergebnissen der Wissenschaft auf Antrag oder nach Anhörung einer durch Vereinbarung der verbündeten Regierungen anerkannten Sachverständigenkommission fortgebildet werden.

2. Die von den Heizgasen berührten Teile der Wandungen der Dampfkessel dürfen nicht aus Gußeisen oder Temperguß hergestellt werden; andere nur, sofern ihre lichten Querschnitte kreisförmig sind und ihre lichte Weite 250 mm nicht übersteigt.

Für höhere Dampfspannungen als 10 Atmosphären Überdruck ist Gußeisen oder Temperguß in keinem Teile der Kesselwandungen gestattet. Formflußeisen darf für alle nicht im ersten Feuerzuge liegenden Teile der Wandungen benutzt werden. Auf Gehäusewandungen von Dampfzylindern, die mit dem Dampfkessel verbunden sind, finden die vorstehenden Bestimmungen keine Anwendung.

3. Als Wandungen der Dampfkessel gelten die Wandungen derjenigen Räume, welche zwischen den Absperrventilen (§ 6, Abs. 1, 2 und 3) liegen. Den Kesselwandungen sind die mit ihnen verbundenen Anschlußteile gleich zu achten.

4. Die Verwendung von Messingblech ist nur für Feuerrohre gestattet, deren lichte Weite 80 mm nicht übersteigt.

### § 3. Feuerzüge.

1. Die Feuerzüge der Dampfkessel müssen an ihrer höchsten Stelle mindestens 100 mm unter dem festgesetzten niedrigsten Wasserstande liegen. Bei Dampfkesseln, deren Wasseroberfläche kleiner als das 1,3fache der gesamten Rostfläche ist, muß dieser Abstand mindestens 150 mm betragen. Bei Innenzügen ist der Mindestabstand über den von den Heizgasen berührten Blechen zu messen.

2. Die Bestimmungen über die Höhenlage der Feuerzüge finden keine Anwendung auf Dampfkessel, deren von den Heizgasen berührte Wandungen ausschließlich aus Wasserrohren von weniger als 100 mm Lichtweite oder aus derartigen Rohren und den zu ihrer Verbindung angewendeten Rohrstücken bestehen, sowie auf solche Feuerzüge, in welchen ein Erglühen des mit dem Dampfraum in Berührung stehenden Teiles 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 den Heizgasen vor Erreichung der vom Dampfe bespülten Kesselfläche bestrichen wird, bei natürlichem Luftzuge mindestens zwanzigmal, bei künstlichem Luftzuge mindestens vierzigmal so groß ist als die gesamte Rostfläche. Bei Dampfkesseln ohne Rost ist der 4 fache Betrag des Querschnitts des ersten Feuerzuges, unter Ausschluß des verengten Querschnitts über der Feuerbrücke, als der Rostfläche gleichstehend zu erachten.

3. Als Heizfläche der Dampfkessel gilt der auf der Feuerseite gemessene Flächeninhalt der einerseits von den Heizgasen, andererseits vom Wasser berührten Wandungen.

4. Als künstlicher Luftzug gilt jeder durch andere Mittel als den Schornsteinzug erreichte Luftzug, welcher bei saugender Wirkung in der Regel mehr als 25 mm Wassersäule, gemessen hinter dem letzten Feuerzuge, bei Preßluft mehr als 30 mm Wassersäule, gemessen unter dem Roste, beträgt.

### C. Ausrüstung.

#### § 4. Speisevorrichtungen.

1. Jeder Dampfkessel muß mit mindestens zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein, die nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind. Mehrere zu einem Betriebe vereinigte Dampfkessel werden hierbei als ein Kessel angesehen.

2. Jede der Speisevorrichtungen muß imstande sein, dem Kessel doppelt so viel Wasser zuzuführen, als seiner normalen Verdampfungsfähigkeit entspricht. Bei Pumpen, die unmittelbar von der Hauptbetriebsmaschine angetrieben werden (Maschinenspeisepumpen), genügt das  $1\frac{1}{2}$  fache der normalen Verdampfungsfähigkeit. Zwei oder mehrere Speisevorrichtungen, die zusammen die geforderte Leistung ergeben, sind als eine Speisevorrichtung anzusehen. Maschinenspeisepumpen werden, wenn die Kessel beim Stillstande der Maschine auch noch anderen Zwecken dienen, nur dann als zweite Speisevorrichtung angesehen, wenn es dem regelmäßigen Betrieb entspricht, daß die Maschinen zum Speisen in Gang gesetzt werden.

3. Handpumpen sind nur zulässig, wenn das Produkt aus der Heizfläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Überdruck die Zahl 120 nicht übersteigt.

4. Die unmittelbare Benutzung einer Wasserleitung an Stelle einer der Speisevorrichtungen ist zulässig, wenn der nutzbare Druck der Wasserleitung am Kessel jederzeit mindestens 2 Atmosphären höher als der genehmigte Dampfdruck im Kessel ist.

#### § 5. Speiseventile und Speiseleitungen.

1. In jeder zum Dampfkessel führenden Speiseleitung muß möglichst nahe am Kesselkörper ein Speiseventil (Rückschlag-



ventil) angebracht sein, das bei Abstellung der Speisevorrichtung durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird.

2. Die Speiseleitung muß möglichst so beschaffen sein, daß sich der Dampfkessel bei undichtem Rückschlagventil nicht durch die Speiseleitung entleeren kann. Haben Speisevorrichtungen gemeinschaftliche Sauge- oder Druckleitung, so muß jede Speisevorrichtung von der gemeinschaftlichen Leitung abschließbar sein. Übereinander liegende Verbundkessel mit getrennten Wasserräumen sowie Dampfkessel mit verschieden hohem Betriebsdrucke müssen je für sich gespeist werden können.

#### § 6. Absperr- und Entleerungsvorrichtungen.

1. Jeder Dampfkessel muß mit einer Vorrichtung versehen sein, durch die er von der Dampfleitung abgesperrt werden kann. Wenn mehrere Kessel, die für verschiedene Dampfspannung genehmigt sind, ihre Dämpfe in gemeinschaftliche Dampfleitungen abgeben, so müssen die Anschlüsse der Kessel mit niedrigerem Drucke an die gemeinsame Dampfleitung unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils erfolgen. Durch die Anwendung von Druckminderventilen oder Druckreglern wird das Rückschlagventil nicht entbehrlich gemacht.

2. Jeder Dampfkessel muß zwischen dem Speiseventil und dem Kesselkörper eine Absperrvorrichtung erhalten, auch wenn das Speiseventil abschließbar ist.

3. Jeder Dampfkessel muß mit einer zuverlässigen Vorrichtung versehen werden, durch die er entleert werden kann.

4. Die Speiseabsperrvorrichtungen und die Entleerungsvorrichtungen müssen gegen die Einwirkung der Heizgase geschützt sein und ebenso wie alle anderen Absperrvorrichtungen (§ 5, Abs. 2, § 6, Abs. 1) so angebracht werden, daß der verantwortliche Wärter sie leicht bedienen kann.

#### § 7. Wasserstandsvorrichtungen.

1. Jeder Dampfkessel muß mit mindestens zwei geeigneten Vorrichtungen zur Erkennung seines Wasserstandes versehen sein, von denen wenigstens die eine ein Wasserstandsglas sein muß. Schwimmer und Schmelzpfropfen sowie Spindelventile, die nicht durchstoßbar sind oder sich ganz herausdrehen lassen, sind als zweite Vorrichtung nicht zulässig. Die Vorrichtungen müssen gesonderte Verbindungen mit dem Innern des Kessels

haben. Es ist jedoch gestattet, sie an einem gemeinschaftlichen Körper anzubringen, oder, falls zwei Wasserstandsgläser gesondert voneinander durch Rohre mit dem Kessel verbunden werden, die Dampfrohre durch eine gemeinsame Öffnung in den Kessel zu führen, wenn die Öffnung mindestens dem Gesamtquerschnitte beider Rohre gleich ist.

2. Werden die Wasserstandsvorrichtungen an einem gemeinschaftlichen Körper angebracht, so müssen dessen Verbindungen mit dem Wasser- und Dampftraume mindestens je 6000 qmm lichten Querschnitt haben. Werden die Wasserstandsvorrichtungen einzeln durch Rohre mit dem Kessel verbunden, so müssen die Verbindungsrohre ohne scharfe Krümmungen geführt sein, unter Vermeidung von Wasser- und Dampfsäcken. Gerade, nach dem Kessel durchstoßbare Verbindungsrohre müssen mindestens 20 mm, gebogene Verbindungsrohre bei Kesseln bis zu 25 qm Heizfläche mindestens 35 mm, über 25 qm Heizfläche mindestens 45 mm lichten Durchmesser haben. Verbindungsrohre sind gegen die Einwirkung der Heizgase zu schützen. Gebogene Zuleitungsrohre im Innern des Kessels zum Anschluß an die Wasserstandsvorrichtungen sind nicht gestattet.

3. Die Lichtweiten der Wasserstandsgläser sowie die Bohrungen der Wasserstandsvorrichtungen müssen mindestens 8 mm betragen. Die Hähne und Ventile der Wasserstandsvorrichtungen müssen so eingerichtet sein, daß man während des Betriebs in gerader Richtung durch die Vorrichtungen hindurchstoßen kann. Wasserstandshahnköpfe müssen so ausgeführt sein, daß das Dichtungsmaterial nicht in das Glas gepreßt werden kann.

4. Alle Hahnkegel der Wasserstandsvorrichtungen müssen sich ganz durchdrehen lassen. Die Durchgangsrichtung muß bei allen Hähnen deutlich auf dem Hahnkopfe gekennzeichnet sein. Die Bohrung der Hahnkegel an Wasserstandsvorrichtungen muß so beschaffen sein, daß sich der Durchgangsquerschnitt beim Nachschleifen nicht vermindert.

5. Werden Probierröhre oder Probierventile als zweite Vorrichtung angewendet, so ist die unterste dieser Vorrichtungen in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes anzubringen. Die Höhenlage der Wasserstandsgläser ist so zu wählen, daß der höchste Punkt der Feuerzüge mindestens 30 mm unter-

halb der unteren sichtbaren Begrenzung des Wasserstandsglases liegt. Dieses Erfordernis gilt nicht für Kessel, deren von den Heizgasen berührte Wandungen ausschließlich aus Wasserrohren von weniger als 100 mm Lichtweite oder aus solchen Rohren und den zu ihrer Verbindung angewendeten Rohrstücken stehen.

6. Es müssen Einrichtungen für ständige, genügende Beleuchtung der Wasserstandsvorrichtungen während des Betriebs der Dampfkessel vorhanden sein. Die Wasserstandsvorrichtungen müssen im Gesichtskreise des für die Speisung verantwortlichen Wärters liegen und von seinem Standorte leicht zugänglich sein.

### § 8. Wasserstandsmarke.

1. Der für den Dampfkessel festgesetzte niedrigste Wasserstand ist durch eine an der Kesselwandung anzubringende feste Stichmarke von etwa 30 mm Länge, die von den Buchstaben N.W. begrenzt wird, dauernd kenntlich zu machen. Die Stichmarke ist bei der Bauprüfung des Dampfkessels unter Berücksichtigung des dem Kessel bei der Aufstellung etwa zu gebenden Gefälls festzulegen. Ihre Höhenlage ist durch Abgabe ihres Abstandes von einem jederzeit erreichbaren Kesselteil in der über die Abnahmeprüfung aufzunehmenden Bescheinigung dann zu sichern, wenn die Marke nicht sichtbar bleibt.

2. Werden die Wasserstandsvorrichtungen unmittelbar an der Kesselwandung angebracht, so ist neben oder hinter jedem Wasserstandsglas in Höhe der Strichmarke ein Schild mit der Bezeichnung „Niedrigster Wasserstand“ mit einem bis nahe an das Wasserstandsglas reichenden wagerechten Zeiger anzubringen. Werden die Wasserstandsvorrichtungen an besonderen Wasserstandskörpern oder Rohren befestigt, so ist mit diesen in Höhe der Stichmarke neben oder hinter jedem Wasserstandsglas das vorbezeichnete Schild mit dem Zeiger zu verbinden. Für Dampfkessel mit weniger als 25 qm Heizfläche kann, wenn es an Platz mangelt, die Bezeichnung „Niedrigster Wasserstand“ in N.W. abgekürzt werden. Die Schilder sind dauerhaft, aber weder mit den Schrauben der Armaturgegenstände noch an der Bekleidung zu befestigen.

### § 9. Sicherheitsventil.

1. Jeder feststehende Dampfkessel ist mit wenigstens einem zuverlässigen Sicherheitsventil, jeder bewegliche Dampfkessel

mindestens mit zwei solchen Ventilen zu versehen. Die Sicherheitsventile müssen zugänglich und so beschaffen sein, daß sie jederzeit gelüftet und auf ihrem Sitze gedreht werden können. Bei Ventilen, die durch Hebel und Gewicht belastet werden, darf der auf jedes Ventil durch den Dampf ausgeübte Druck 600 kg nicht überschreiten. Die Belastungsgewichte der Ventile müssen je aus einem Stücke bestehen. Sind zwei Ventile vorgeschrieben, so muß ihre Belastung unabhängig voneinander erfolgen. Der Dampf darf den Ventilen nicht durch Rohre zugeführt werden, die innerhalb des Kessels liegen. Geschlossene Ventilgehäuse müssen in ihrem tiefsten Punkte mit einer nicht abschließbaren Entwässerungsvorrichtung versehen sein. Bei Hebelventilen ist die Stellung des Gewichts durch Splinte, bei Federventilen die Spannung der Federn durch Sperrhülsen oder feste Scheiben zu sichern.

2. Die Sicherheitsventile dürfen höchstens so belastet werden, daß sie bei Eintritt der für den Kessel festgesetzten Dampfspannung den Dampf entweichen lassen. Ihr Querschnitt muß bei normalem Betrieb imstande sein, so viel Dampf abzuführen, daß die festgesetzte Dampfspannung höchstens um  $\frac{1}{10}$  ihres Betrags überschritten wird. Sind zwei Sicherheitsventile vorgeschrieben, oder bedingt die Größe des Kessels mehrere Ventile, so muß ihr Gesamtquerschnitt dieser Anforderung entsprechen. Änderungen in den Belastungsverhältnissen, die den Druck des Ventilkügels gegen den Sitz erhöhen, dürfen nur durch die amtlichen Sachverständigen vorgenommen werden. Über jede Änderung der bei der amtlichen Abnahme festgesetzten Belastung ist von dem dazu Berechtigten ein Vermerk in das Revisionsbuch (§ 19) aufzunehmen.

## § 10. Manometer.

Mit dem Dampfraume jedes Dampfkessels muß ein zuverlässiges, nach Atmosphären (§ 12) geteiltes Manometer verbunden sein. Dieser Bestimmung wird auch durch Anschluß des Manometers an den Dampfraum eines dem § 7, Abs. 2 entsprechenden besonderen Wasserstandskörpers genügt. An dem Zifferblatte des Manometers ist die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine unveränderliche, in die Augen fallende Marke zu bezeichnen. Das Manometer muß die Ablesung des bei der Druck-

probe anzuwendenden Probedrucks (§§ 12 und 13) gestatten. Es muß so angebracht sein, daß es gegen die vom Kessel ausstrahlende Hitze möglichst geschützt ist, und daß seine Angaben vom Kesselwärter jederzeit ohne Schwierigkeiten beobachtet werden können. Die Leitung zum Manometer muß mit einem Wassersacke versehen und zum Ausblasen eingerichtet sein.

#### § 11. Fabrik Schild.

1. An jedem Dampfkessel muß die festgesetzte höchste Dampfspannung, der Name und Wohnort des Fabrikanten, die laufende Fabriknummer und das Jahr der Anfertigung auf eine leicht erkennbare und dauerhafte Weise angegeben sein.

2. Diese Angaben sind auf einem metallenen Schilde (Fabrik Schild) anzubringen, das mit versenkt vernieteten kupfernen Stiftschrauben so am Kessel befestigt werden muß, daß es auch nach der Ummantelung oder Einmauerung des letzteren sichtbar bleibt.

#### D. Prüfung.

§ 12. Bauprüfung, Druckprobe und Abnahme neu oder erneut zu genehmigender Dampfkessel.

1. Jeder neu oder erneut zu genehmigende Dampfkessel ist vor der Inbetriebnahme von einem zuständigen Sachverständigen einer Bauprüfung, einer Prüfung mit Wasserdruck und der nach § 24, Abs. 3 der Gewerbeordnung vorgeschriebenen Abnahmeprüfung zu unterziehen. Die Bauprüfung und Druckprobe müssen vor der Einmauerung oder Ummantelung des Kessels ausgeführt werden; sie sind möglichst miteinander zu verbinden. Die Bauprüfung kann jedoch auf Antrag des Fabrikanten auch während der Herstellung des Dampfkessels vorgenommen werden. Bei neu zu genehmigenden Dampfkesseln kann, wenn seit der letzten inneren Untersuchung noch nicht zwei Jahre verflossen sind, nach dem Ermessen des Sachverständigen von der Durchführung dieser Bestimmungen insoweit abgesehen werden, als eine erneute Prüfung für die Erneuerung der Genehmigung nicht erforderlich ist.

2. Die Bauprüfung erstreckt sich auf die planmäßige Ausführung der Abmessungen, den Baustoff und die Beschaffenheit des Kesselkörpers. Bei ihrer Ausführung ist der Dampfkessel

äußerlich und, soweit es seine Bauart gestattet, auch innerlich zu untersuchen. Vor Ausführung der Prüfung ist dem Sachverständigen bei neuen Dampfkesseln der Nachweis darüber zu erbringen, daß der zu den Wandungen des Kessels verwendete Baustoff geprüft worden ist. Über die Bauprüfung hat der Sachverständige ein Zeugnis auszustellen und mit diesem den Materialnachweis und — falls nicht eine bereits genehmigte Zeichnung vorgelegt wird — die den Abmessungen des Dampfkessels zugrunde gelegte Zeichnung zu verbinden. Vom Lieferer sind im letzteren Falle zwei Zeichnungen des Dampfkessels zur Verfügung des Sachverständigen zu halten. Bei erneut zu genehmigenden Dampfkesseln hat der Sachverständige in dem Zeugnis über die Bauprüfung zugleich ein Gutachten darüber abzugeben, mit welcher Dampfspannung der Kessel zum Betriebe geeignet erscheint.

3. Die Wasserdruckprobe erfolgt bei Dampfkesseln bis zu 10 Atmosphären Überdruck mit dem  $1\frac{1}{2}$  fachen Betrage des beabsichtigten Überdrucks, mindestens aber mit 1 Atmosphäre Mehrdruck, bei Dampfkesseln über 10 Atmosphären Überdruck mit einem Drucke, der den beabsichtigten um 5 Atmosphären übersteigt. Die Kesselwandungen müssen während der ganzen Dauer der Untersuchung dem Probedrucke widerstehen, ohne undicht zu werden oder bleibende Formveränderungen aufzuweisen. Sie sind für undicht zu erachten, wenn das Wasser bei dem Probedruck in anderer Form als der von feinen Perlen durch die Fugen dringt. Über die Prüfung mit Wasserdruck hat der Sachverständige ein Zeugnis auszustellen.

4. Unter dem Atmosphärendrucke wird der Druck von einem Kilogramm auf das Quadratcentimeter verstanden.

5. Nachdem die Bauprüfung und die Wasserdruckprobe mit befriedigendem Erfolge stattgefunden haben, sind die Niete des Fabrikshildes (§ 11) von dem zuständigen Sachverständigen mit dem amtlichen Stempel zu versehen, der in dem Prüfungszeugnis über die Wasserdruckprobe abzudrucken ist. Einer Erneuerung des Stempels bedarf es bei alten, erneut zu genehmigenden Dampfkesseln nicht, wenn der alte Stempel noch gut erhalten ist und mit dem amtlichen Stempel des Sachverständigen übereinstimmt.

6. Die endgültige Abnahme der Dampfkesseanlage muß unter Dampf erfolgen. Dabei ist zu untersuchen, ob die Ausführung der Anlage den Bedingungen der erteilten Genehmigung entspricht. Nach dem befriedigenden Ausfalle dieser Untersuchung und der Behändigung der Abnahmebescheinigung oder einer Zwischenbescheinigung darf die Kesseanlage ohne weiteres in Betrieb genommen werden, soweit die baupolizeiliche Abnahme der etwa zur Kesseanlage gehörigen Baulichkeiten stattgefunden und zu keinen Bedenken Anlaß gegeben hat.

### § 13. Druckproben nach Hauptausbesserungen.

1. Dampfessel, die eine Hauptausbesserung erfahren haben oder durch Wassermangel oder Brandschaden überhitzt worden sind, müssen vor der Wiederinbetriebnahme von einem zuständigen Sachverständigen einer Prüfung mit Wasserdruck in gleicher Höhe wie bei neu aufzustellenden Dampfesseln unterzogen werden. Der völligen Bloßlegung des Kessels bedarf es in solchem Falle in der Regel nicht.

2. Von der Außerbetriebsetzung eines Dampfessels zum Zwecke einer Hauptausbesserung des Kesselkörpers hat der Kesselbesitzer oder sein Stellvertreter der zur regelmäßigen Prüfung des Dampfessels zuständigen Stelle Anzeige zu erstatten. Die gleiche Pflicht liegt dem Kesselbesitzer oder seinem Vertreter ob, wenn ein Dampfessel durch Wassermangel oder Brandschaden überhitzt worden ist.

### § 14. Prüfungsmanometer.

1. Der bei der Prüfung ausgeübte Druck muß durch ein von dem zuständigen Sachverständigen amtlich geführtes Doppelmanometer festgestellt werden.

2. An jedem Dampfessel muß sich in der Nähe des Manometers (§ 10) am Manometerrohr ein mit einem Dreiwegehahn versehener Stutzen zur Anbringung des amtlichen Manometers befinden. Dieser Stutzen muß bei beweglichen Kesseln einen ovalen Flansch von 60 mm Länge und 25 mm Breite besitzen. Die Weite der Schlitze zur Einlegung der Befestigungsschrauben und die Öffnung des Stutzens muß 7 mm, die Länge der Schlitze 20 mm betragen.

### E. Aufstellung.

#### § 15. Aufstellungsort.

1. Dampfkessel für mehr als 6 Atmosphären Überdruck und solche, bei welchen das Produkt aus der Heizfläche (§ 3, Abs. 3) in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Überdruck für einen oder mehrere gleichzeitig im Betriebe befindliche Kessel zusammen mehr als 30 beträgt, dürfen unter Räumen, die häufig von Menschen betreten werden, nicht aufgestellt werden. Das gleiche gilt für die Aufstellung von Dampfkesseln über Räumen, die häufig von Menschen betreten werden, mit Ausnahme der Aufstellung über Kellerräumen. Innerhalb von Betriebsstätten und in besonderen Kesselräumen ist die Aufstellung solcher Dampfkessel unzulässig, wenn die Räume mit fester Wölbung oder fester Balkendecke versehen sind. Feste Konstruktionsteile über einem Teile des Kesselraums, die den Zwecken der Rostbeschickung dienen, sind nicht als feste Balkendecken anzusehen. Trockeneinrichtungen oberhalb des Dampfkessels sowie das Trocknen auf dem Kessel sind nicht zulässig. Bei eingemauerten Dampfkesseln, deren Plattform betreten wird, muß oberhalb derselben eine mittlere verkehrsfreie Höhe von mindestens 1800 mm vorhanden sein.

2. Dampfkessel, die in Bergwerken unterirdisch oder auf Kraftfahrzeugen aufgestellt werden, und solche, welche ausschließlich aus Wasserrohren von weniger als 100 mm Lichtweite oder aus derartigen Rohren und den zu ihrer Verbindung angewendeten Rohrstücken bestehen, unterliegen den vorstehenden Bestimmungen nicht, Dampfkessel letzterer Art auch dann nicht, wenn sie mit Schlamm Sammlern und mit Oberkesseln, die nur als Dampfsammler dienen, versehen sind. Auf Wasserkammerrohrkessel mit Rohren unter 100 mm Lichtweite finden die Bestimmungen des Abs. 1 dann keine Anwendung, wenn ihre Rohre nahtlos hergestellt sind, die Wandungen ihrer Oberkessel von den Heizgasen nicht berührt werden und ihr Dampfdruck 6 Atmosphären Überdruck nicht übersteigt.

#### § 16. Kesselmauerung.

Zwischen dem Mauerwerke, das den Feuerraum und die Feuerzüge feststehender Dampfkessel einschließt, und den dieses



umgebenden Wänden muß ein Zwischenraum von mindestens 80 mm verbleiben, der oben abgedeckt und an den Enden verschlossen werden darf. Die Feuerzüge müssen durch genügend weite Einfahröffnungen zugänglich und in der Regel so groß bemessen sein, daß sie befahrbar sind. Werden die Feuerzüge benachbarter Kessel durch eine gemeinsame Mauer getrennt, so ist diese mindestens 340 mm dick herzustellen. Das Kesselmauerwerk darf nicht zur Unterstützung von Gebäudeteilen benutzt werden.

#### F. Bewegliche Dampfkessel und Kleinkessel.

##### § 17. Bewegliche Dampfkessel.

Als bewegliche Dampfkessel gelten solche, deren Benutzung an wechselnden Betriebsstätten erfolgt. Als bewegliche Dampfkessel dürfen nur solche Dampfenwickler betrieben werden, zu deren Aufstellung und Inbetriebnahme die Herstellung von Mauerwerk, das den Kessel umgibt, nicht erforderlich ist.

##### § 18. Kleinkessel.

Kleinkessel, das sind Dampfenwickler, bei denen das Produkt aus der Heizfläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Überdruck die Zahl 2 nicht übersteigt, gelten hinsichtlich ihres Aufstellungsortes als bewegliche Kessel, auch wenn sie von Mauerwerk umgeben sind und an einem Betriebsorte zu dauernder Benutzung aufgestellt werden.

#### G. Allgemeine Bestimmungen.

##### § 19. Aufbewahrung der Kesselpapiere.

1. Zu jedem Dampfkessel gehören:

- a) Eine Ausfertigung der Urkunde über seine Genehmigung nebst den zugehörigen Zeichnungen und Beschreibungen.

Mit der Urkunde sind die Bescheinigungen über die Bauprüfung, die Wasserdruckprobe und die Abnahme (§ 12) zu verbinden. Letztere Bescheinigung muß einen Vermerk über die zulässige Belastung der Sicherheitsventile enthalten. Gelangen in einer Anlage mehrere Dampfkessel von gleicher Größe, Form, Ausrüstung und Dampfspannung gleichzeitig zur Aufstellung, so ist für diese nur eine Urkunde erforderlich.

- b) Ein Revisionsbuch, das die Angaben des Fabrikshildes (§11) enthält. Die Bescheinigungen über die im §13 vorgeschriebenen Prüfungen und die periodischen Untersuchungen müssen in das Revisionsbuch eingetragen oder ihm derart beigelegt werden, daß sie nicht in Verlust geraten können.

2. Die Genehmigungsurkunde nebst den zugehörigen Anlagen oder beglaubigte Abschriften dieser Papiere sowie das Revisionsbuch sind an der Betriebsstätte des Dampfkessels aufzubewahren und jedem zur Aufsicht zuständigen Beamten oder Sachverständigen auf Verlangen vorzulegen. Auf die Dampfkessel von Kraftfahrzeugen und Feuerspritzen findet diese Bestimmung keine Anwendung, wenn ihr Betrieb den Polizeibehörden und den zuständigen Kesselsachverständigen ihres Heimatsorts angemeldet ist.

#### § 20. Entbindung von einzelnen Bestimmungen.

1. Bei Kleinkesseln (§ 18) ist es zulässig:

- a) von der Anbringung einer zweiten Speisevorrichtung,
- b) von dem Speiseventil (Rückschlagventil),
- c) von der Anbringung einer zweiten Wasserstandsvorrichtung abzusehen,
- d) nur ein Sicherheitsventil anzuwenden, auch wenn der Kessel beweglich betrieben wird,
- e) die Lichtweiten der Wasserstandsgläser und die Bohrungen der Wasserstandsvorrichtungen auf 6 mm zu ermäßigen.

2. Im übrigen sind die Zentralbehörden der einzelnen Bundesstaaten befugt, in einzelnen Fällen und für einzelne Kesselarten von der Beachtung der Bestimmungen der §§ 2—19 und des § 21 zu entbinden.

#### § 21. Übergangsbestimmungen.

1. Bei Dampfkesseln, die zur Zeit des Inkrafttretens dieser Bestimmung auf Grund der bisher geltenden Vorschriften genehmigt sind, kann eine Abänderung ihres Baues, ihrer Ausrüstung oder Aufstellung nach Maßgabe dieser Bestimmungen so lange nicht gefordert werden, als sie einer erneuten Genehmigung nicht bedürfen.

2. Im übrigen finden die vorstehenden Bestimmungen für die Fälle der erneuten Genehmigung von Dampfkesseln mit der

Maßgabe Anwendung, daß dabei von der Durchführung der Bestimmungen des § 2, Abs. 1 und 4 und des § 7, Abs. 5 zweiter Satz abgesehen werden kann. Bei der Genehmigung alter Dampfkessel, deren Materialbeschaffenheit nicht nachgewiesen wird, ist eine Festigkeit von höchstens 30 kg auf das Quadratmillimeter anzunehmen.

### § 22. Schlußbestimmungen.

1. Die Bekanntmachung, betreffend allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln, vom 5. August 1890 wird aufgehoben, insoweit sie nicht für bestehende Dampfkesselanlagen Geltung behält.

2. Die Bestimmungen des § 21, Abs. 2 über die zulässige Materialbeanspruchung alter Dampfkessel treten sofort in Kraft. Im übrigen treten die vorstehenden Bestimmungen erst ein Jahr nach ihrer Veröffentlichung in Wirksamkeit. Dampfkessel, die bereits vor diesem Zeitpunkte nach den vorstehenden Bestimmungen gebaut und angelegt werden, sind nicht zu beanstanden.

Berlin, den 17. Dezember 1908.

Der Reichskanzler.

In Vertretung:

von Bethmann-Hollweg.

## Dampfleitungen.

Die Verbindung des Röhrennetzes mit dem Dampferzeuger, meist dem höchsten Kesselpunkt, vom Dampfdom ausgehend, ist in der Regel eine unmittelbare, so daß das Rohrnetz den gleichen Druck aushalten muß. Die Leitung soll unter tunlichster Vermeidung von plötzlichen Richtungswechseln und Querschnittsverengungen mit 1 : 100 bis 1 : 150 Gefälle nach den Maschinen zu verlegt werden. Das bisweilen gehandhabte Verfahren, der Dampfleitung nach dem Kessel zu Gefälle zu geben, um das Wasser in diesen zurückzuleiten, kann nicht als zweckmäßig angesehen werden. Am Anfang der Rohrleitung auf dem Kessel ist das Haupt-Absperrventil anzubringen, wobei leichte Zugänglichkeit und bequeme Bedienung desselben vorzusehen sind. An das entgegengesetzte Leitungsende, kurz vor der Dampfmaschine, kommt ein Kondensationswasserabscheider. Letzterer ist bei Leitungen

unter 15—20 m Länge gewöhnlich zu entbehren, sofern der Kessel genügend trockenen Dampf liefert. Bei langen Dampfleitungen empfiehlt es sich, mehrere Wasserabscheider in Zwischenräumen auf die ganze Leitung zu verteilen und dicht vor der Dampfmaschine ein etwas größeres Kaliber einzuschalten. Man nehme die Wasserabscheider reichlich groß und Sorge für regelmäßige Ableitung des Wassers aus dem Abscheider ins Freie. — Bei Verwendung des direkten Dampfes zum Heizen von Farbbädern usw. wird man gewöhnlich die Abscheider entbehren und bei Ansetzung des Bades mit der Volumenzunahme des Bades durch Kondenswasser zu rechnen haben. In Fällen, wo Kondenswasserzugang nicht erwünscht ist, wird mit indirektem Dampf (Schlangen aus Eisen oder Kupfer) geheizt.

Der Rohrquerschnitt muß allgemein um so größer sein, je länger die Leitung und je niedriger die Dampfspannung ist.

Für solche Frischdampfleitungen werden verwendet  
gußeiserne Flanschenrohre,  
schmiedeeiserne Flanschenrohre und Gewinderohre, Kupferrohre.

**Gußeiserne Rohre** werden mit den beidseitigen Flanschen an einem Stück in Längen von 0,5—4 m gegossen, die Verdichtungsflächen der Flanschen werden abgedreht, alles übrige roh belassen. Die geläufigste Baulänge ist 3—4 m. Unter Baulänge wird bei Flanschenrohren die Gesamtlänge, d. h. von Dichtungsfläche bis Dichtungsfläche der Flanschen gerechnet, während bei Muffenrohren die Rohrlänge ohne die Muffentiefe verstanden wird. Die gußeisernen Rohre sollen die vom Verein deutscher Eisenhüttenleute 1889 für Bau- und Maschinenguß aufgestellten Normen haben: „Die Gußstücke sollen aus grauem, weichem Eisen sauber und fehlerfrei gegossen sein. Es muß möglich sein, mittels eines gegen eine rechtwinklige Kante mit dem Hammer geführten Schlagens einen Eindruck zu erzielen, ohne daß die Kante abspringt. Das Eisen muß feinkörnig und zähe sein und sich mit Meißel und Feile bearbeiten lassen. Die Zugfestigkeit soll mindestens 12 kg auf das qmm betragen. — Ein unbearbeiteter Stab von 30 mm Seite, auf 1 m voneinander entfernten Stäben liegend, muß bis zu 450 kg zunehmender Belastung in der Mitte aufnehmen können, bevor er bricht.“ Bei der Erwärmung von 0° bis 100 C° dehnt sich das Eisen um  $\frac{1}{901}$  seiner Länge aus, über 100° wird die Ausdehnung

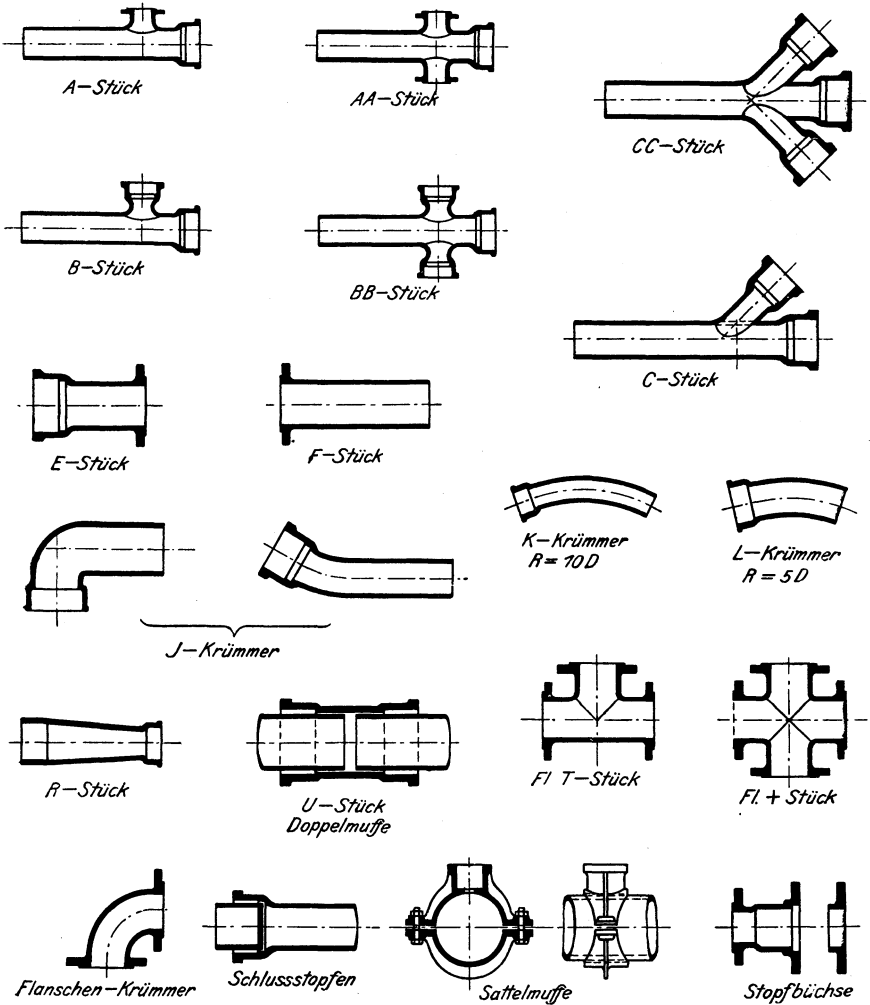


Fig. 43.

stärker und zwar durch Dampf bis 4 Atm. (145,5 °) etwa um  $\frac{1}{450}$ . Das spezifische Gewicht beträgt 7—7,5. Der Schmelzpunkt liegt bei 1150—1250 C°. Wärmeleitung = 11,9 (Silber = 100). Elektrische Leitung = 6—9 (Quecksilber = 1). Zulässige Bean-

spruchung für den qcm auf Zug 250 kg, auf Druck 500 kg, auf Abscherung 200 kg.

Da die einzelnen Rohre nicht bearbeitet werden können, so verwendet man zum Bau der Leitungsnetze Verbindungsstücke. Das sind nach bestimmten Normalien angefertigte Formstücke: Krümmer und Verzweigungen, für welche die in Fig. 43 angegebenen Buchstabenbezeichnungen allgemein gültig sind, so daß man z. B.

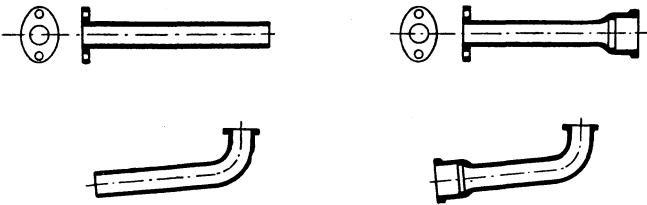


Fig. 44.

unter A-Stücken, R-Stücken ganz bestimmte Formen versteht, die in ihren Abmessungen in vielen Nummern Massenartikel sind oder in jeder verlangten Größe mit geringen Mehrkosten angefertigt werden.

Auf 20 Atm. Druck geprüfte gußeiserne Rohre sind für Dampf- und Druckleitungen als Flanschenrohre gebaut.

Die Baulänge beträgt im Mittel für gußeiserne Rohre

bis einschl.	40 mm	lichte	Weite	2,0 m	
„	„	60 mm	„	„	2,5 m
„	„	90 mm	„	„	3,0 m
„	„	100 mm	„	„	4,0 m

Flanschenrohre und -krümmer (Fig. 44) dienen zur Herstellung des Überganges von den Gußrohrleitungen zu den schmiedeeisernen Rohren mit ovalen Flanschen.

Bisweilen kommen Gußporen vor, welche sich (oft erst nach Jahren) zu undichten Stellen ausbilden. Diese Rohre werden selten unter einem lichten Durchmesser von 25 mm angefertigt und sind erst von 75 mm Lichtweite an aufwärts zu empfehlen. Gußeisen bedarf zum Widerstand gegen inneren Druck einer viel größeren Wandstärke als schmiedeeiserne oder gar kupferne Rohre z. B. für 5 Atm. Druck.

Gußrohr			Schmiedeeisernes Rohr	
Lichtweite	Wandstärke	Gewicht p. lauf. Meter	Wandstärke	Gewicht p. lauf. Meter
25 mm	12 mm	10 kg	4 mm	3 kg
30 „	12,5 „	12,2 „	4,5 „	3,5 „
40 „	13 „	15 „	5 „	5 „

Das Gewicht gußeiserner Rohre ist ein bedeutendes, die Montage wird dadurch erschwert, noch mehr aber durch die Unmöglichkeit, das gegossene Stück in Form oder Länge irgendwie zu verändern. Für Neuanlagen müssen demnach alle Zwischenstücke, welche nicht in einer geraden Länge benutzt werden können, nach dem Plan besonders hergestellt werden.

Spätere Änderungen sowie Einschlebung von Zweigleitungen sind nur mit verhältnismäßig großen Kosten mittels anders geformter Zwischenstücke möglich. Um dies einigermaßen zu vermeiden, werden von Strecke zu Strecke, unter Umständen nach jeder Rohrlänge Kreuz- oder T-Stücke in die Leitung eingesetzt, was aber die Leitung verwickelt und noch schwerer macht, als sie schon ist. Die gegenüber schmiedeeisernen Rohren kurzen Stücke mit noch kürzeren zahlreichen Zwischenteilen bedürfen einer großen Zahl Verdichtungsstellen (Flanschen), was durch die zugehörigen Mutterschrauben und das Dichtungsmaterial die Anlage verteuert und viele Ausbesserungen (Neuverdichtungen) im Betrieb nötig macht. Bei einem kleinen Schaden wird das ganze Rohr wertlos; bricht z. B. ein Stück Flansche aus, so ist das kaum oder nur auf augenfällige, aushilfsweise Art zu flicken. Dem steht ein kleiner Vorteil gegenüber; die äußere Schicht des Gusses ist stets von besonderer Härte und, wenn roh belassen, recht widerstandsfähig gegen Oxydation und ähnliche Einflüsse. Da — von Heizrohren für Luftherwärmung abgesehen — in einem richtig eingerichteten Geschäfte die Leitungsrohre nicht bloß liegen, so hat dieser Vorteil aber nur geringe Bedeutung.

Von den schmiedeeisernen Rohren sind die gezogenen oder Gewinderohre am empfehlenswertesten; sie werden bis zu 150 mm Lichtweite hergestellt, sind ungleich leichter und handlicher in der Montage als Gußeisen und können beliebig mit Gewindemuffen oder aufgelöteten Flanschen verbunden werden. Die einzelnen Rohre haben gewöhnlich eine Länge von 4—5 m, benötigen also ent-

sprechend wenig Verdichtungsmaterial und Mutterschrauben. Wo eine häufigere Trennung des Leitungsstranges voraussichtlich ist, oder die Montage es erfordert, sollen Flanschen eingeschoben werden.

Die schmiedeeisernen Rohre lassen sich biegen. Sie rosten aber leichter als gußeiserne Rohre und dürfen daher u. a. nicht ohne Rostschutz in die Erde gelegt werden. Den Abmessungen der schmiedeeisernen und der Mannesmannrohre liegt leider noch häufig das englische Zollmaß zugrunde.

**Kupferrohre** sind für gewisse Zwecke — wo Eisenoxyd direkt schädlich ist — in Färbereien notwendig. Sie erfordern bei gleichem Druck und Durchmesser nur die halbe Wandstärke der schmiedeeisernen Rohre. Es werden vorwiegend gezogene Rohre, aber auch (für geringeren Druck) solche mit einer der Länge nach laufenden Lötung verwendet; erstere sind unbedingt vorzuziehen. Die Verbindung erfolgt ausschließlich durch Flanschen.

Die Kupferrohre werden vielfach da angebracht, wo viele Krümmungen und Windungen in der Leitung vorhanden sind. Für überhitzten Dampf von  $250\text{ C}^{\circ}$  eignen sich jedoch Kupferrohre von großem Querschnitt nicht, da sie dann zu weich werden. Ferner gewähren die Kupferrohre noch den Vorteil, daß sie sich bis zu 10—15 mm Weite kalt biegen lassen. Zu dem Zweck werden sie mit Sand gefüllt und verstopft, damit das dünnwandige Rohr beim Biegen nicht knickt.

Die Wandstärken der Kupferrohre sind 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3,  $3\frac{1}{2}$ , 4 und 5 mm. Rohre über 120 mm Durchmesser haben eine geringste Wandstärke von 2 mm und solche von 160 mm Durchmesser mindestens 3 mm Wandstärke. Die Fabrikationslänge ist 4—6 m. Das Gewicht der Kupferrohre ist annähernd  $0,03\text{ D.W.L. kg}$ , worin D. = der innere Durchmesser, W. die = Wandstärke in mm und L. = die Rohrlänge in m ausdrückt. Demnach würde ein Rohr von 15 mm innerem Durchmesser, 2 mm Wandstärke und 3 m Länge  $0,03 \times 15 \times 2 \times 3 =$  etwa 2,70 kg wiegen. Der Grundpreis für Kupfer ist äußerst schwankend, kann im Mittel etwa 200 M für 100 kg gelten; hierzu kommt meist noch der nach Wandstärke und Rohrdurchmesser wechselnde Überpreis.

Die **Flanschen** sind bei den Gußrohren angegossen mit oder ohne Druckring (Fig. 45). Zwischen die Druckringe wird das Verdichtungsmaterial eingepreßt; die schmale Druckfläche soll ein gleich-



mäßiges Pressen der Verdichtung gestatten. Dabei stehen die niedrigeren äußeren Flächenringe, auf welche die Schrauben zunächst wirken, über einem Hohlraum. Das Anziehen der Mutterschrauben soll vorsichtig gemacht werden, und ist das Verdichtungsmaterial zweckentsprechend, so ist gleichmäßiges Pressen gut zu erreichen. Das gleichmäßige Anziehen der Befestigungsschrauben ist aber nicht nur bei Dampfleitungen, sondern bei allen Rohrleitungen und da, wo überhaupt Flächen abgedichtet und verbunden werden, unbedingt erforderlich. Durch Nichtbeachtung dieser einfachen Vorschrift sind schon viele Betriebsstörungen und Unfälle vorgekommen.

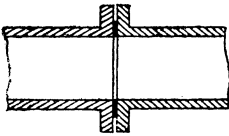


Fig. 45.

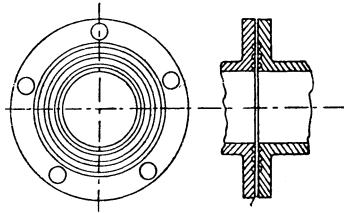


Fig. 46.

Beim Anziehen ist jede Schraube langsam zu und keine „satt“ zu ziehen, bis alle anderen auf dem gleichen Anzug sind. Die Schrauben werden nicht der Reihe nach, sondern übers Kreuz angetrieben. Recht zweckentsprechend sind die Dichtungsritzen, d. i. gleichmäßig 0,5 bis 1 mm tief kreisrund in die Flanschenflächen eingedrehte Gräbchen, welche dem Dichtungsmaterial Halt geben (Fig. 46).

Die Flanschen der schmiedeeisernen Rohre (Fig. 47) sind entweder aufgelötet oder als Gewindeflange aufgeschraubt (im letzteren Falle ist sorgfältige Abdichtung mit Hanf und Mennige nötig).

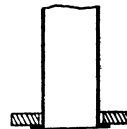


Fig. 47.

Für Kupferrohre wird fast ausschließlich die umgebördelte Flange angewendet; aber man sieht auch hart aufgelötete Flanschen. Diese sind vorzuziehen, weil sie haltbarer und sicherer zu verdichten sind.

Als Dichtungsmaterialien für Flanschen werden verwendet:

1. Papier- bzw. Pappenscheiben (Lumpenpapier), in Leinöl gründlich durchgeweicht und dann zwischen die Flanschen ge-

preßt. Das Papier ist haltbar und gibt nichts in das Rohrinnere ab. Bei anfänglich teigartigen Dichtungen fällt immer etwas in das Rohr; bei Gummiplatten und dergl. steht häufig Material vor, welches die Lichtweite verengert, den Dampfdurchgang erschwert und Ursache zum Stehenbleiben von Kondensationswasser sein kann.

2. Gummi- (Kautschuk-) Platten, bestehend aus einer oder mehreren Gewebelagen (auch Drahteinlage kommt vor), welche mit Kautschuk überdeckt sind. Es sollen Platten verwendet werden, welche außen (auf beiden Flächen) mit Gewebe überdeckt sind, sogenannte Umlage haben, weil diese die direkte Berührung des Gummis mit den Flanschenflächen verhindert. Der Kautschuk verklebt andernfalls die abgedrehten Flächen, brennt sich ein und muß bei jeder Erneuerung mit Zeitverlust abgeschabt werden. Die Flanschenflächen müssen für alle Verdichtungen rein sein. Gummiplatte findet wohl die häufigste Verwendung von allen Verdichtungsmitteln. Sie ist rasch und bequem zu montieren, und ihre Behandlung erfordert wenig Sachkenntnis. Das Material wird beim Erwärmen weich, und es ist notwendig, daß bei neuer Montage die Schrauben mehrmals nachgezogen werden, bis es so weit zusammengepreßt ist, daß es nicht weiter nachgeben kann. Selten ist es möglich, die Lebensdauer einer längere Zeit im Betrieb stehenden Verdichtung durch weiteres Nachziehen der Schrauben zu verlängern; der Kautschuk ist in der Regel verbrannt und hat alle Elastizität verloren. Um das Verbrennen einigermaßen zu verhindern und die Klebkraft zu vermindern, sind Asbestgummiplatten empfohlen worden. Sie besitzen weder Ein- noch Umlagen, bestehen aus einer Mischung von Asbest und Gummi und sind zu gleichmäßigen Platten ausgewalzt.

3. Mennige als Dichtungsmittel wird überall da angewendet, wo große Haltbarkeit und seltenes Öffnen der betreffenden Leitungsstelle wünschenswert ist; sie ist also an nahezu allen Flanschen am Platz und bildet — einmal hart und dann ruhig belassen — ein unverwüstliches Dichtungsmaterial. Unbeweglichkeit der verdichteten Flächen ist allerdings erste Bedingung der guten Abdichtung einer Leitung. Mennige wird unter langsamer Zugabe von Leinöl so lange geklopft, bis sich ein ausziehbarer, steifer, aber völlig gleichmäßiger Teig bildet. Derselbe wird beidseitig auf ein

den Flanschen angepaßtes Drahtgewebe (weniger gut auch auf Papier) gestrichen; gleichmäßig auf der Fläche verteilter Überzug ist notwendig. Zwei solcher bestrichenen Gewebescheiben werden aufeinandergelegt und das Ganze zwischen den Flanschen festgepreßt. Nun ist es aber nötig, daß der Mennigekitt genügend Zeit (mehrere Tage) zum Erhärten hat, weil er erst dann gegen den Dampfdruck und gegen Spülung des Kondensationswassers widerstandsfähig ist.

Daraus entsteht die Unmöglichkeit, diese Verdichtungsart während des Betriebes durchzuführen, während sie bei Neuanlagen nicht genug empfohlen werden kann. Man hat versucht, mit dem rascher erhärtenden Metall-Diamant-Kitt, der in ähnlicher Weise wie Mennige, auch ohne jede Einlage, verwendet wird, den Übelstand zu vermeiden und hat damit gute Ergebnisse erzielt; der Mennige steht er aber nach. Dagegen hat er den Vorteil, an den Flächen nicht anzukleben wie Mennige oder Gummi.

Die kittartigen Verdichtungsmittel können ganz wohl zu solchen Flanschen verwendet werden, welche unregelmäßige Flächenebenen haben, wie solche z. B. bei genieteten schmiedeeisernen Heizrohren vorkommen.

4. In letzter Zeit hat eine Reihe anderer Massen den Markt überschwemmt, in deren Bestandteilen fast immer entweder Gummi (Kautschuk) oder Asbest oder Metalldraht zu finden ist. Die meisten derselben erfüllen ihren Zweck recht gut, und es ist vielfach nur Kalkulationssache, welches Material sich billiger stellt und im Verbrache billiger ist. Als ein sehr gutes Dichtungsmaterial hat sich Vulkanfiber eingeführt.

Für dauernde Dichtungen werden auch Blei-, Aluminium- und Kupferringe benutzt.

Im allgemeinen ergibt es sich nach kurzer Erfahrung von selbst, welches Material im gegebenen Falle für die Dichtung, auch „Verpackung“ genannt, am geeignetsten ist.

In sehr vielen Fällen werden die Verpackungen aus den Asbest-, Pappe- und anderen Kartons nach Bedarf ausgestanzt oder ausgeschlagen. Der damit Beauftragte soll sich zu dem Zweck Schablonen aller häufig gebrauchten Verpackungen halten, um damit die Kartongrößen am besten ausnützen und auch immer von den verschiedenen Formen und Größen Vorrat halten zu können. Wenn in eiligen Fällen erst immer die Verpackungen zugeschnitten

werden sollten, so würde dadurch unter Umständen ein bedenklicher Zeitverlust entstehen können.

Nicht vollkommen ebene, teils verbogene oder mit angebackenen Resten früherer Verpackungen bedeckte Dichtungsflächen, ungenaues Einlegen der Verpackungen sowie falsches Anziehen der Flanschschrauben sind nicht selten die Ursachen unvollkommener Abdichtungen.

Das Verbindungselement der Gewinderohre ist außer den Flanschen die **Gewindemuffe** (Fig. 48). Die Leitung wird

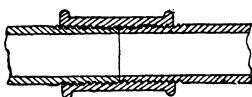


Fig. 48.



Fig. 49.

an der Verbindungsstelle nur um die Wandstärke der Muffe dicker, die Verbindung ist, wenn sorgfältig ausgeführt, eine vorzüglich dicht haltende; nur verträgt sie kein häufiges Öffnen und Wiederschließen. Das Rohrgewinde ist vom Einschraubende an konisch zunehmend, daher die Möglichkeit vorhanden, die Gewinde satt anzuziehen. Es ist noch ein besonderes Abdichten notwendig, das mit feinen, in Mennige getauchten Hanffasern, womit die Gewinderillen umwickelt werden, erfolgt. Eine Abart der Muffe ist das sog. Langgewinde (Fig. 49); es erlaubt, wie die Flanschen und im Gegensatz zu den Muffen, die Leitung beliebig zu öffnen, dagegen ist es für Dampf ungenügend, weil schwierig zu verdichten; bei Wasser genügt es. Verdichtet wird wie bei den Muffen.

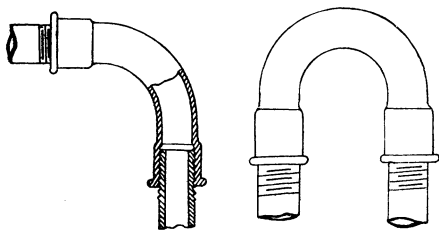


Fig. 50.

**Winkel und Bögen.** Die Bögen (Fig. 50) führen den Inhalt allmählicher in die veränderte Richtung über als die Winkel und nehmen wenig mehr Platz ein als letztere. Bei schmiedeeisernen Rohren hat man die Annehmlichkeit, die ganzen Rohre

beliebig abzubiegen und anzupassen; ebenso bei kupfernen, bei welchen ausschließlich Bögen angewendet werden, während für Gewinderohre außer Bögen auch Winkel zur Verwendung kommen.

Bei Reduktion der Leitung auf kleineren Durchmesser sollen exzentrische Flanschen (Fig. 51) oder Reduktionsmuffen (Fig. 52) verwendet werden. Bei konzentrischem Anschluß kann sich die Leitung nicht völlig entleeren, das liegenbleibende Kondenswasser gibt Anlaß zur Rostbildung.

Reduzierende T-Stücke sind, soweit möglich, zur Leitungslinie senkrecht nach unten zu stellen (Fig. 53).

Die **Abschließungen** (Hähne, Ventile, Schieber und Drosselklappen) bilden einen wichtigen Teil der Dampfleitungen. Sie dienen dazu, den Dampf einzulassen, abzusperren, auszulassen und die durch die Leitung strömende Menge zu regeln.

Man stellt folgende Ansprüche an eine gute Abschließung:

1. Sie muß dauerhaft und dem auszuhaltenden Druck entsprechend gebaut, dabei leicht sein und wenig Raum einnehmen.

2. Die Flächen sollen dicht und dauerhaft sein. Man macht sich gewöhnlich keine Vorstellung davon, welche bedeutenden Verluste schlechte Abschlußventile verursachen. An den Heizeinrichtungen wird oft beobachtet, daß Betriebsräume ohne Öffnen des Ventils von dem infolge Undichtigkeit durchströmenden Dampf genügend erwärmt werden. Es ist eine häufig wiederkehrende Klage über mangelhafte Isolation der Leitungsröhren, ebenso berechtigt ist aber auch die Klage über den Mangel an dichthaltenden Abschließungen. Für die Färberei-, Bleicherei- und Appreturbetriebe kommt es nicht allein auf den Verlust an Dampf an; das sich bildende Kondenswasser nimmt immer Eisen (Rost) auf und beeinflußt dann eine Reihe von Vorgängen in schädlicher Weise. — Eine elastische Fläche schließt immer besser als eine unelastische, sie ist dauerhafter und nützt sich weniger ab als

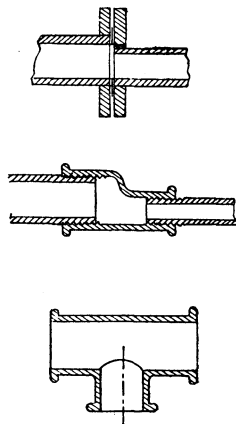


Fig. 51—53.

zwei sich auf einander bewegende Metallflächen von gleicher oder annähernd gleicher Härte. Kein Guß — auch porenfreier — ist von weicheren und härteren Partien frei, daher die ungleiche und rasche Abnützung.

3. Das Verschlubelement muß eine gute Führung erhalten; hängt es ziemlich beweglich im Gehäuse, so wird es von den Stößen in der Leitung zerschlagen.

4. Die Abdichtung soll gleich beim Eintritt des Dampfes stattfinden, nicht erst an der demselben gegenüberliegenden Fläche; andernfalls leiden die Deckelverpackung und Stopfbüchse unnötigerweise auch bei abgeschlossenen Hähnen. Etwaiges Kondenswasser liegt in und auf der Abschließung und kann z. B. beim Gefrieren Schaden bringen.

5. Der Durchgang muß dem lichten Durchmesser der Leitung entsprechen, eher größer als kleiner sein, geradlinig verlaufen und die Leitungssachse als Mittellinie haben. Winkelführung des Dampfes ist vom Übel.

6. Das Öffnen und Schließen muß leicht und sicher gehen; es muß eine genaue Regelung der Dampfströmung möglich sein. Bei Anwendung von Schraubenspindeln soll das Gewinde leicht gehen. Es ist gefährlich, die Spindel und die Mutter im Verschlussteil aus Eisen zu machen; oxydiert das Eisen, was leicht eintreten kann, so wird es voluminöser und rostet dann ein. Ein Festklemmen tritt ein, wo — wie bei den Ventilabschließungen — die Bewegung des Ventils beim Aufliegen auf dem Ventilsitz plötzlich aufhört; sind beide unelastisch, so kann das Gewinde überdreht werden, ein Zurücktreiben der Spindel erfordert dann bedeutende Kraftanwendung.

7. Der bewegende Teil (Handrädchen oder Schlüssel) muß fest aufgemacht und handlich sein; bei Dampfleitungen soll er wenig erhitzt werden können.

8. Reparaturen sollen sich, soweit es sich um Verbesserung der Verdichtungsflächen handelt, rasch, billig und ohne Herausnahme des Gehäuses aus der Leitung vornehmen lassen.

Es unterscheiden sich die verschiedenen Systeme in konstruktiver Hinsicht dadurch, daß Hähne in der Dichtungsfläche rotieren, die Ventile sich von der zu schließenden Öffnung abheben, der Verschuß des Schiebers durch eine verschiebbare und der der Drosselklappe durch eine drehbare Ebene bewirkt wird.

Wiederum sind sehr viele Abarten von Hähnen, Ventilen usw. vorhanden: Die gewöhnlichen Kükenhähne oder Reiberhähne, die Stopfbüchsenhähne, die selbstdichtenden Hähne usw., welche als Durchgangshähne zu bezeichnen sind, während Winkelhähne einen Winkel bilden, deren Kükен (ebenso wie bei den Drei- und Mehrweghähnen) anders gebohrt sind. Die Ventile können wiederum als selbsttätige und als Spindelventile unterschieden werden. In den Ausführungsformen sind sie unendlich verschiedenartig. Jedes Ventil besteht aus dem Ventilgehäuse, dem Ventilkörper und dem Ventil Sitz. Der Ventil Sitz ist die Fläche, auf welcher der den Verschluss bewirkende Ventilkörper ruht. Die selbsttätigen Ventile öffnen und schließen sich je nach den in dem Ventilgehäuse vorhandenen Druckverhältnissen, also ohne äußeren Mechanismus, und werden hauptsächlich bei Pumpen verwendet. Zu ihnen gehören die Klapp-, Kugel-, Speise- und Kegelventile. Je nachdem sich die Pumpenventile beim Ansaugen oder beim Empordrücken der zu fördernden Flüssigkeit öffnen, heißen sie Saug- oder Druckventile. Liegen die Saugventile auf dem Grunde der Pumpen, so heißen sie auch Bodenventile. Haben die Klappventile einen größeren Durchmesser, nennt man sie auch Tellerventile usw. So unterscheidet man ferner Rückschlagventile, Spindelventile, Niederschraub- und Bauchventile, Absperr-, Dreiweg- oder Wechselventile und Eckventile, Jenkins-Ventile usw. Es ist nicht Sache dieser Arbeit, die einzelnen Systeme zu beschreiben, sondern nur die Hauptvertreter und ihre Brauchbarkeit bzw. Leistungsfähigkeit für die Zwecke der Textilveredlungs-Industrie zu beurteilen.

Die Drosselklappe eignet sich nicht zur Erzielung eines völlig dichten Verschlusses und stellt hauptsächlich ein Regulierungsorgan für die in einer Leitung vorhandene Strömung dar.

Es verhalten sich die Hähne, Ventile usw. zu den einzelnen Forderungen wie folgt:

### I. Kükен- oder Reiberhähne (Fig. 54).

Zu 1. Gut.

Zu 2. Die Dichtung erfolgt durch Metallflächen; kalkhaltiges Wasser, bewirkt durch Ablagerung von Kalksalzen rasche Verletzung der Dichtungsfläche. Für Dampf ist das System wenig empfehlenswert.

Zu 3. Sehr gut.

Zu 4. Gut.

Zu 5. Bei guter Herstellung genügend.

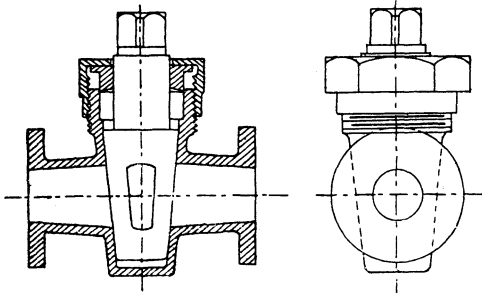


Fig. 54.

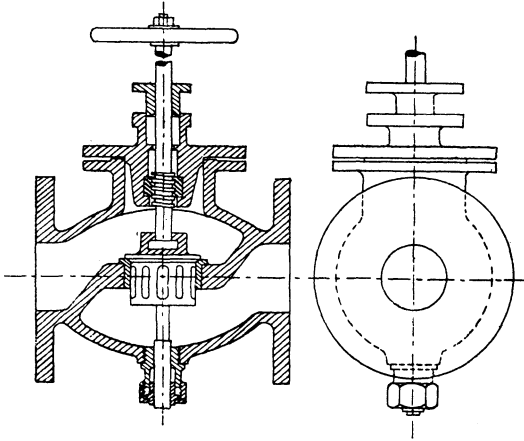


Fig. 55.

Zu 6. Die aufeinander geschliffenen Flächen widerstehen oft bedeutend der Drehungsbewegung, namentlich bei stattfindender Erhitzung. Die Durchströmungsregelung ist mangelhaft, und bei Ausflußhähnen zerstreut sich bei reduziertem Durchgang der Strahl durch Anprallen an die Gehäusewandung.

Zu 7. Befriedigend.

Zu 8. Das Einschleifen erfordert viel Zeit und meist Herausnahme des Hahnes aus der Leitung.



## II. Ventilabschließungen (Fig. 55).

Zu 1. Befriedigend.

Zu 2. Dichtungsflächen aus Metall sind nach kurzem Gebrauch ungenügend und erfordern häufiges Einschleifen.

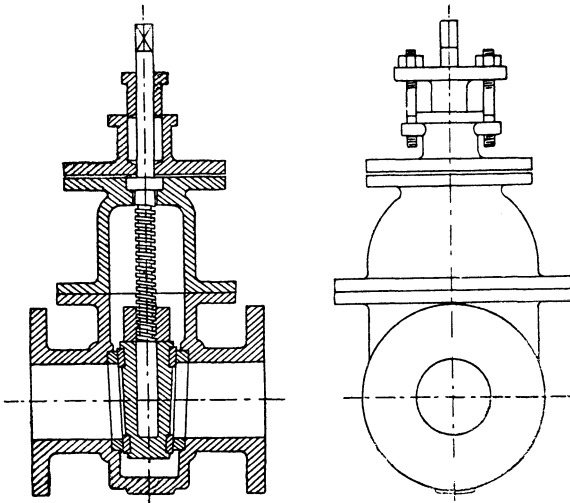


Fig. 56.

Zu 3. Bei den älteren Konstruktionen besteht die Führung aus drei Füßchen, die sich rasch abnutzen und starkes Lottern herbeiführen, wodurch der Ventildeckel sehr leidet. Die neuere Konstruktion hat statt der flügel förmigen Füßchen eine kreisrunde durchbrochene Büchse; diese Verbesserung ist nennenswert.

Zu 4. Ungenügend.

Zu 5. Ungenügend.

Zu 6. Ungenügend.

Zu 7. Hier und da trifft man zu kurze Spindelschäfte, die beim Ausgleiten Veranlassung zu Verletzungen der Hand an den Gehäuseteilen geben.

Zu 8. Ungenügend.

III. Schieberabschließungen (Fig. 56, mehr für große Leitungsdurchmesser). Für Wasserleitungen muß der Verschluß-

körper wenig konisch gestaltet und die Steigung der Verschluss-  
spindel eine möglichst flache sein, damit das Öffnen und Schließen  
verlangsamt vor sich geht, andernfalls entstehen schädigende  
hydraulische Stöße in der Leitung. Das Gehäuse darf nicht zwei-  
teilig sein; diese Konstruktion ist teurer, unzuverlässig und kost-

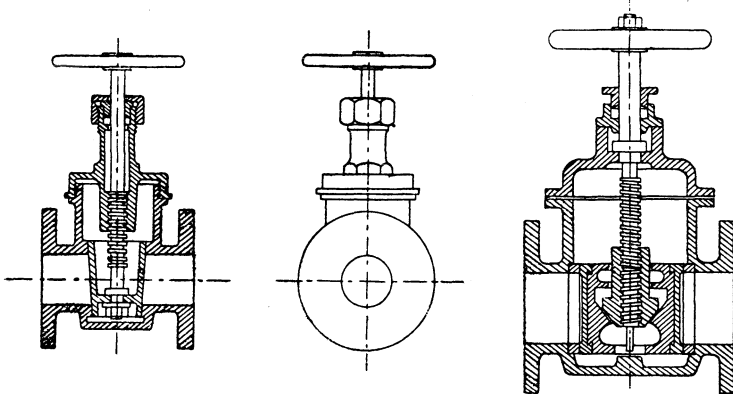


Abb. 57.

Abb. 58.

spielig im Unterhalt, da bei der geringsten Schieberreparatur oder  
beim Undichtwerden der Mittelverdichtung die Abschließung aus  
der Leitung herausgenommen und alle Dichtungen erneuert  
werden müssen. Das System verhält sich:

- Zu 1. Ziemlich schwer und voluminös.
- Zu 2. Befriedigend.
- Zu 3. Gut.
- Zu 4. Ausgezeichnet.
- Zu 5. Gut.
- Zu 6. Gut.
- Zu 7. Gut.
- Zu 8. Gut.

#### IV. Pflockhähne (Fig. 57 u. 58).

Zu 1. Gut.

Zu 2. Gut. Metalldichtung; es wäre von Vorteil, wenn über  
den Schiebkegel von Metall eine zweite elastische Masse (ähnlich  
der Dichtungsmasse bei den Jenkins-Ventilen) gestülpt werden  
könnte; bei dieser Konstruktion sollte es möglich sein.

Zu 3. Vorzüglich.

Zu 4. Gut. Abdichtung nach beiden Leitungsrichtungen.

Zu 5. Gut, wenn der Gehäuseaufsatz so hoch vorgesehen ist, daß der Kegel vollständig aufgezogen werden kann.

Zu 6. Gut.

Zu 7. Gut.

Zu 8. Befriedigend, das Einschleifen erfordert aber ziemlich viel Zeit.

V. Niederdruckhähne (Fig. 59), Niederschraubhähne mit Gummi- und Lederdichtung nur für Wasser, mit Fiberdichtung für Dampf (und Wasser). Das Verhalten ist

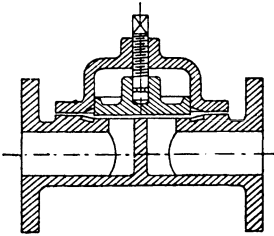


Fig. 59.

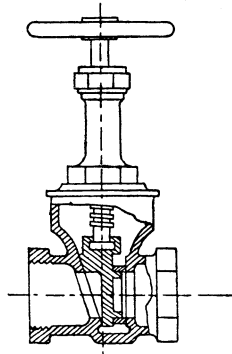


Fig. 60.

Zu 1. Gut.

Zu 2. Ausgezeichnet.

Zu 3. Gut.

Zu 4. Gut.

Zu 5. Ungenügend.

Zu 6. Befriedigend.

Zu 7. Gut.

Zu 8. Ausgezeichnet.

VI. Jenkins-Ventile (Fig. 60), eigenartig durch die elastische Dichtungsmasse, welche aus stark gepreßter präparierter Graphitmasse besteht und gegen Wasser, Dampf, Gas, dünne Laugen und Säuren widerstandsfähig ist.

- Zu 1. Gut.
- Zu 2. Ausgezeichnet.
- Zu 3. Gut.
- Zu 4. Gut.
- Zu 5. Gut.
- Zu 6. Gut.
- Zu 7. Gut.
- Zu 8. Die Dichtung ist sehr dauerhaft.

Als Material der Abschließungen wird meist für das Gehäuse Eisenguß, für den Dichtungskörper Gelbmetall verwendet; bei kleiner Lichtweite ist auch das Gehäuse von Gelbmetall. Notwendig ist Gelbmetall überall da, wo Säure- oder Chlorlösungen in die Leitung zurückschlagen; das Metall muß dann frei von Zinkbeimischung sein, und noch besser sind für diesen Zweck Hartblei-Konstruktionen. Wo Laugen zurückschlagen, wird ausschließlich Eisen verwendet.

#### **Plan der Leitungsanlage.**

Die maschinellen Einrichtungen, welche Dampf benötigen, sind so nahe als möglich um den Erzeuger aufzustellen, lange Dampfleitungen soviel als möglich zu vermeiden.

Unmittelbar bei der Entnahme aus dem Kessel ist eine Abschließung besten Systems anzubringen. An diese schließt ein weites Verteilungsrohr an, von dem letzteren werden alle Nebenleitungen abgezweigt, ausgenommen etwa eine zur Dampfmaschine führende, die immer unmittelbar dem Kessel entnommen wird. Jede Nebenleitung beginnt mit einer Abschließung.

Stränge, welche von den Nebenleitungen abzweigen und für mehrfache Zwecke Dampf abgeben, beginnen ebenfalls mit einer Abschließung, bei Nebensträngen mit einfacher Verwendung genügt diejenige unmittelbar vor dem Austritt (Fig. 61).

Die Leitungen sollen reichlich groß und nicht durch zu viele Entnahmen überlastet sein. Sie erhalten von dem Verteilungsrohr ein schwaches Gefälle und in allen ihren Elementen diejenige Konstruktion, welche einen vollständigen Leerlauf gestattet: exzentrische Flanschen und Muffen, T-Stücke nach abwärts gerichtet.

Die Stränge werden in eisernen Schlaufen aufgehängt oder frei auf Träger gelegt; beide müssen ihnen eine gewisse Beweglich-

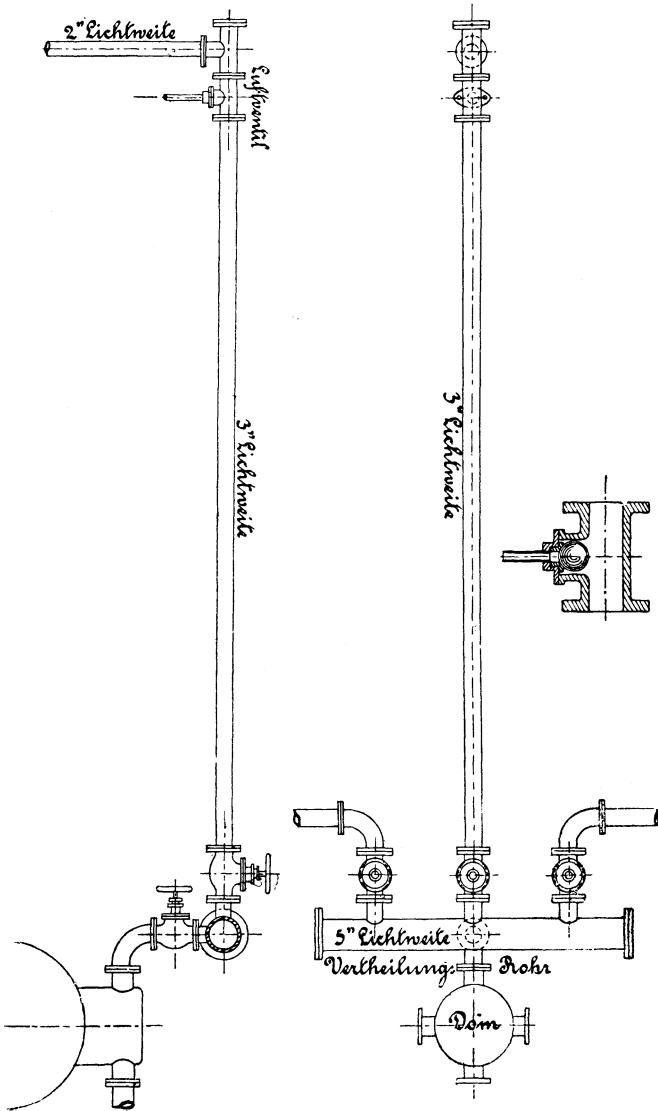


Fig. 61.

Fig. 62.

keit zulassen, um die Dehnung beim Erhitzen unschädlich zu machen. Bei einer Temperatur von  $0\text{ C}^0$  und dem Einströmen von Dampf von 2 Atm. dehnt sich eine

eiserne Leitung 20 m lang um 3 cm,  
kupferne „ 20 m „ „ 4 cm.

Bei der Abkühlung tritt entsprechende Zusammenziehung ein. Diese Bewegungen beanspruchen das Dichtungsmaterial namentlich der Flanschen stark. Bei langen Leitungen ist es daher ratsam, nach abwärts führende Doppelbogen etwa alle 20 m in die Leitung einzusetzen, durch deren Elastizität die Längsbewegungen unschädlich gemacht werden, ebenso die Veränderungen der Längendimension, welche durch verschieden dicke Verdichtungen, Einpassen von Ersatzteilen usw. entstehen.

Dampfleitungen werden den Mauern oder Dachunterzügen entlang in der Höhe geführt, um den Leerlauf zu ermöglichen und Beschädigungen, denen sie am Boden naturgemäß ausgesetzt wären, zu vermeiden. Die Stränge sollen in genügender Entfernung von den Mauern gehalten werden, um das Anziehen der Schrauben zu ermöglichen.

Bei langen Leitungen (und hauptsächlich bei Heizrohren) ist an dem der Entnahme aus dem Verteilungsrohr entgegengesetzten Ende ein Luftventil (Fig. 62) nötig. Es schließt durch eigenes Gewicht, entsprechend etwa  $\frac{1}{2}$  Atm. Druck (Federndruck ist zu vermeiden), und durch den Dampfdruck; es öffnet sich bei der durch die Kondensation des Dampfes entstehende Luftleere und gleicht die andernfalls entstehenden Beschädigungen der Dichtungsstellen aus.

Hauptbedingung der Anlage ist möglichst vollkommene Einheitlichkeit aller Leitungselemente nach dem System und nach der Größe in dem Sinne, daß nicht zu viele Abstufungen gemacht werden. Wenn irgend tunlich, sollen Wasser- und Dampfleitungen nach dem gleichen System angelegt werden. Billigere Reparaturen, leichter Ersatz und Ausnützung etwa überzählig gewordener Teile sind die Vorteile davon. Es sei z. B.

das Entnahmerohr auf dem Kessel . . .	3'' engl.
so ist das Verteilungsrohr . . . . .	5'' „
die Leitungsstränge . . . . .	3'' „
größere Abgaben . . . . .	2'' „
kleinere Abgaben . . . . .	1'' „

Gute **Isolierung** der Rohrstränge zur Vermeidung von Wärmeverlusten ist unerläßlich. Eine Rohrleitung, 50 m lang 2" engl. voll Dampf bloßliegend, verliert

Stündlich bei Gewinderohren etwa	8676 Kal. = 13,5 kg Dampf
„ „ Gußrohren „	11411 „ = 17,5 kg „
stündliche 13,5 kg Dampf sind etwa	jährliche 44550 kg Dampf
„ 17,5 kg „ „ „ „	55750 kg „ „

Die Wärmeschutzmittel vermindern je nach ihrer Isolierfähigkeit und der Dicke der Umhüllungsschicht diesen Verlust bis auf  $\frac{1}{5}$ ; sie sollen folgende Ansprüche erfüllen:

1. Große Isolierfähigkeit.
2. Leichtes Gewicht.
3. Billige, einfache Montage.
4. Dauerhaftigkeit.
5. Widerstand gegen die Einflüsse der Färberei und Bleicherei.
6. Sie dürfen die Rohre nicht angreifen.

Da nun aber die Haltbarkeit der Wärmeschutzmittel bis zu einem gewissen Grade im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Isolierfähigkeit steht, so sind nach jeder Richtung vollkommene Wärmeschutzmittel nicht bekannt. Die schlechtesten Wärmeleiter, also die besten Wärmeschutzmittel, sind im allgemeinen die tierischen Faserstoffe: Federn, Seide, Haare, fettfreie Wolle. Nach diesen kommen die pflanzlichen Faserstoffe: Baumwolle, Stroh, Zellulose, Torf, Kork und die künstlichen Erzeugnisse aus Kork. In dritter Reihe stehen die pulverförmigen Stoffe pflanzlichen und mineralischen Ursprungs: Holzasche, Kieselgur, Sägemehl, Kokspulver, Schlackenwolle. Endlich kommen die plastischen als Kompositionen aus den vorstehend erwähnten mit tierischen, pflanzlichen und selbst erdigen Bindemitteln, sowie diese letzteren: Lehm, Kalk, Gips allein oder mit wenig Haaren vermengt. Die wichtigsten Isoliermaterialien verhalten sich wie folgt:

Seidenabfälle: in Bänder oder Zöpfe geflochten, verhalten sich:

Zu 1. Gut.

Zu 2. Gut.

Zu 3. Gut; einfaches Umwickeln.

Zu 4. Nach und nach tritt ein Mürbewerden und Zerfall ein.

Zu 5. Feuchtigkeit, welche begierig aufgenommen wird, vermindert die Isolierfähigkeit erheblich; ist durch geteerten Packleinwandüberzug zu sichern.

Verschiedenartige Mischungen, die als Hauptbestandteile Lehm (Ton) mit Asche, Sägespäne, Korkabfälle und Haare enthalten, und die man sich billig selbst herstellen kann:

Zu 1. Gut; dicke Lage ist nötig.

Zu 2. Ziemlich schwer bis schwer.

Zu 3. Befriedigend; Aufstreichen in einer Anzahl übereinanderliegender dünner Lagen.

Zu 4. Wenn die klebende Masse genügend vertreten ist, gut.

Zu 5. Gegen Feuchtigkeit und Abbröckeln mit Teer anstreichen, oder besser, mit geteierter Packleinwand umwickeln,

Zu 6. Ziemlich gut.

Asbestabfälle und Kieselgur mit Klebmitteln (Ton, Mehlbrei u. a.), zum zäheren Zusammenhalt mit Haaren, zum Erzielen geringeren Gewichtes mit Sägespänen vermischt:

Zu 1. Gut.

Zu 2. Ziemlich schwer bis schwer.

Zu 3. Aufstreichen in Lagen.

Zu 4. Gut.

Zu 5. Umhüllen oder wenigstens Anstrich nötig.

Zu 6. Ziemlich gut.

Kieselgurschnur. Kieselgur in billigen Baumwollschlauch eingefüllt:

Zu 1. Gut.

Zu 2. Sehr gut.

Zu 3. Gut.

Zu 4. Ziemlich gut; der Schlauch verkohlt mit der Zeit.

Zu 5. Umhüllen nötig.

Zu 6. Sehr gut.

Korkformstücke. In jeder Hinsicht ausgezeichnet und bewährt, Umhüllen ist nicht nötig.

Es ist vorteilhaft, alle Leitungsrohre mit einem kräftigen Anstrich von Mennige mit Leinöl verdünnt zu versehen; ein solcher erhöht die Isolation und schützt das Rohr.



**Kondenswasser-Ableiter und -Abscheider.**

Diese Apparate dienen dazu, das sich in den Dampfleitungen bildende Kondenswasser und das aus dem Kessel mitgerissene Wasser fortzuschaffen, ohne jedoch dem Dampf selbst Austritt aus der Leitung zu gewähren.

Die Kondenswasser-Ableiter oder Kondenstöpfe befinden sich am Ende einer Leitung, während die Kondenswasser-Abscheider in der Mitte einer Dampfleitung eingeschaltet sind, um das Dampfwasser abzuführen.

Bei sehr verschiedenartigen Konstruktionen der Kondensstöpfe liegen drei wesentlich verschiedene Systeme zugrunde, nach

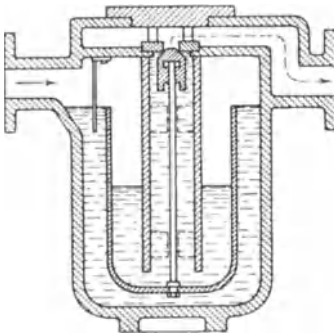


Fig. 63.

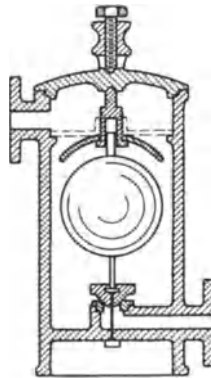


Fig. 64.

denen das den Wasseraustritt regulierende Ventil betätigt wird. Erstens durch das Gewicht des Kondenswassers, zweitens durch die Auftriebkraft dieses Wassers und drittens durch die Ausdehnung von Metallen durch die Wärme des Dampfes.

1. In dem Kondenstopf (Fig. 63) schwimmt, so lange der Wasseraustritt unterbrochen ist, ein leerer Topf. Bis nahe dem Boden des offenen Topfes führt von oben her ein zentralstehendes Rohr, das dem Wasser Austritt ins Freie gewährt unter Passierung eines in dem Deckel des Apparates befindlichen Ventils. Der Ventilkörper folgt den Bewegungen eines durch das zentrale Rohr hindurchgehenden Stabes. Bei zunehmendem Wasserstande in dem Ableiter wird sich schließlich das Wasser in den Topf ergießen,

ihn füllen, zum Sinken bringen und dadurch mittels des sich senkenden Stabes das Ventil öffnen, durch welches nun das unter dem Dampfdrucke stehende Wasser ins Freie befördert wird, bis der Topf soweit entleert ist, daß er, dem Auftrieb folgend, sich hebt und durch den Stab das Ventil schließt.

2. Die durch Auftrieb den Wasseraustritt ermöglichenden Ableiter sind konstruktiv das umgekehrte Prinzip der ersten Art (Fig. 64). Hier ist ein am Boden des Topfes befindliches Ventil mit einer Hohlkugel, dem geschlossenen Schwimmer, verbunden,

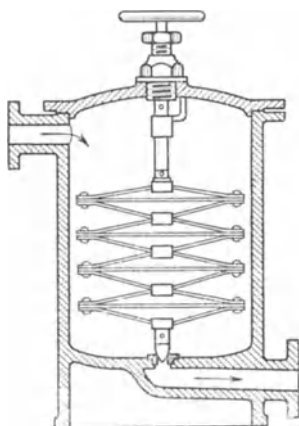


Fig. 65.

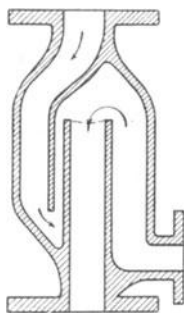


Fig. 66.

das bei wenig Wasser auch geschlossen ist; bei zunehmendem und steigendem Wasserstande erleidet der Schwimmer einen Auftrieb, dessen Kraft das Ventil öffnet, das Wasser austreten läßt und sich wieder schließt, wenn die Wassermenge bis zu einem bestimmten Grade abgenommen, d. h. der Schwimmer bis zu diesem Punkte gefallen ist. Um größeren Druck zu überwinden, kann die Schwimmerbewegung der Hohlkugel mittels Hebelkonstruktion auf das Ventil übertragen werden.

3. Die dritte Art der Ventilbewegung geschieht durch ein in einem Kondensstopfe befindliches System von Metallstäben, die in gebogener Form so miteinander verbunden sind, daß sich die durch die Wärme des Dampfes geltend machende Ausdehnung der einzelnen Stäbe addiert und daher groß genug wird, um ein

mit dem untersten Stabe in Verbindung stehendes Ventil geschlossen zu halten (Fig. 65). Bei Füllung des Topfes mit Kondenswasser, das ja kälter als der Dampf ist, ziehen sich die Stäbe zusammen und öffnen das Ventil.

Kondenswasserabscheider (Fig. 66) sind Gefäße sehr verschiedenartiger Ausführung, welche den Dampf zwingen, bei einem nicht verringerten Gesamtquerschnitt gegen Flächen zu strömen, an die das kondensierte Wasser anprallt, worauf es, dem Gesetze der Schwere folgend, nach dem tiefsten Teile des Gefäßes fällt, um von dort aus zu dem Dampfwaterableiter geführt zu werden, während der entwässerte Dampf den Dampfwaterabscheider an seiner höchsten Stelle verläßt.

So einfach diese Hilfsapparate dem Grundsätze nach arbeiten, so bilden sie in Betrieben oft den Gegenstand von Ärger und Verdruß. Die Rolle, die diese Apparate spielen, sind in ihrer Bedeutung auch nicht zu unterschätzen. Das Versagen bedeutet zum Teil Arbeitsstörung deshalb, weil das im Topfe zurückbleibende Kondenswasser die Dampfleitung allmählich anfüllt und abkühlt. Und da ein anhaltendes Austreten von Dampf bei einem sich nicht selbsttätig schließenden Ventil Dampfverlust bedeutet, so müssen die Dampfwaterableiter einer ständigen Kontrolle unterliegen. Als sicherste und bequemste Kontrolle kann diejenige gelten, wenn man das Kondenswasser aus den Ableitern frei austreten läßt und es durch einen Trichter der Kondenswasserzuleitung zuführt. Von Zeit zu Zeit — und zwar häufiger, als es in der Regel geschieht — müßten die Apparate nachgesehen und gereinigt werden, denn die in den Kondensstöpfen sich beständig ansammelnden Unreinigkeiten der verschiedensten Art werden jeden Mechanismus schließlich verschmieren. Aus diesem Grunde werden sich diejenigen Waterableiter am besten bewähren, deren Konstruktion am einfachsten ist, und deren Ventile nicht beständig im Kondenswasser liegen. Am sparsamsten arbeiten die kontinuierlich wirkenden, die das wenig kondensierte Wasser sofort abgeben. Bei den periodisch wirkenden wird naturgemäß immer ein beträchtlicher Teil Dampf nach dem Wasser ausströmen, bis sich der die Schließung des Ventils bewirkende Zustand wieder eingestellt hat.

Die Kondenswaterableiter haben ihren Platz am Ende der Dampfleitungen, und deshalb gibt man, aber auch damit kein zurückfließendes Wasser Schläge in den Leitungen verursacht,

den Dampfleitungen immer ein schwaches Gefälle in der Richtung des Dampfstromes.

### Wasserleitung.

Die außerhalb der Gebäude liegende Leitung beginnt in den meisten Fällen beim Brunnen, Quellensammler, Weiher, Schacht oder einem eingedeckten Behälter. Alle gedeckten Sammler haben den Vorzug, die Entwicklung von Organismen, welche unter Umständen eine starke und schädliche Verunreinigung des Wassers verursachen, hintanzuhalten durch Abschluß des Lichtes und Verminderung des Luftaustausches. Leerlaufvorrichtung zum zeitweisen Reinigen ist notwendig. Die Außenleitung muß zum Schutz

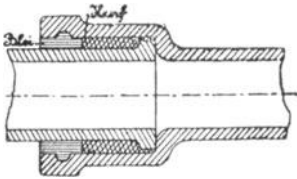


Fig. 67.

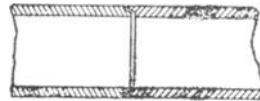


Fig. 68.

gegen Gefrieren und gegen andere mögliche Beschädigungen etwa 50—100 cm tief in den Boden gelegt werden. Zutage tretende oder ungenügend versenkte Röhren müssen isoliert werden. Umwickeln mit geteerten Strohzöpfen ist zweckmäßig.

Schmiedeeiserne Rohre werden seltener verwendet.

Gußeiserne Rohre mit Flanschen oder Muffen. Gebräuchlich ist, als Verdichtung der Muffen ein geteertes Stück Hanfseil nächst dem Wulst ringsum gleichmäßig einzulegen, den noch freien Rundraum mit Blei zu umgießen und das letztere mit stumpfen Meißeln in den Zwischenraum einzustemmen (Fig. 67). Im übrigen entsprechen die Teile den bei der Dampfleitung beschriebenen Elementen der Flanschengußrohre. Gegen Oxydation durchs Erdreich werden die eisernen Rohre durch Teeranstrich geschützt, der sich hierbei vorzüglich bewährt hat, während er bei Einfluß von Wärme und Licht ungeeignet ist und die Oxydation begünstigt.

Zementrohre eignen sich vorzüglich und sind für Außenleitung — wo nicht besonders hoher innerer Druck die Anwendung

verbietet — am allergeeignetsten. Beim Verdichten wird die Fuge einfach mit zähem Zementbrei verstrichen (Fig. 68).

Rohe Tonrohre sollten lieber nicht verwendet werden; die glasierten Tonrohre werden besser durch Steingutrohre ersetzt. Muffenverdichtung erfolgt durch Ausfüllen des Muffenraumes mit Zementbrei.

Die Leitungen im Gebäudeinneren entsprechen ganz den Dampfleitungen. Zu Flanschdichtungen wird am besten nur geöltes Papier verwendet. Isolation ist erwünscht, da in mit Dampf erfülltem Lokal die Rohrwandungen starke Kondensatoren bilden und dann immer tropfen.

Die Wärmeschutzmittel der Dampfrohre sind auch hier gut; es genügen schon Strohzöpfe mit geteierter Packleinwand umhüllt. Anstrich mit Leinölfirnis ist geboten.

### **Andere Rohrleitungen.**

Das bei Dampf- und Wasserleitung Gesagte trifft in den meisten Fällen auch auf andere Rohrleitungen zu. Allgemeine Gesichtspunkte sind u. a. folgende. Die Leitungen sollen frei und bequem zugänglich angelegt sein, etwas von der Wand entfernt. Die Rohre sind in gewissen Abständen mit blind verschraubten Reservestutzen zu versehen, welche zu jeder Zeit und ohne Umständlichkeiten eine Rohrverlängerung oder -abzweigung gestatten. Alle Leitungen sollen ein wirklich genügendes Gefälle nach der passenden Richtung hin haben. (Bei Gasleitungen ist dies unnötig und oft unmöglich.) Das Gefälle ist besonders bei im Freien liegenden Leitungen notwendig, um Einfrieren im Winter zu verhüten. Da das Leitungssystem einer neuzeitlichen Großfärberei und -bleicherei sehr vielseitig ist, empfiehlt es sich, die einzelnen Leitungen für Brunnen-, Regen-, Kondens-, gereinigtes Wasser, Dampf, Vakuum, Preßluft, Sodalösung, Seifenlauge usw. in verschiedenen Farben anzustreichen, um sie auf diese Weise nötigenfalls schnell und sicher zu unterscheiden. Die Abflußleitungen für Kondens-, Kühlwasser usw. liegen naturgemäß so tief wie möglich, damit spätere Anschlüsse immer angebracht werden können. Im allgemeinen ist zu empfehlen, alle Abwässer sichtbar, etwa durch Anbringung von Trichtern, in die Hauptleitung eintreten zu lassen, was für die Überwachung der Arbeitsvorgänge von großem

Vorteil ist. Da Druckluft stets Feuchtigkeit mit sich führt, sind die Leitungen vor Frost zu schützen. Die Luftfeuchtigkeit verursacht auch Rosten der Leitungen im Inneren. Hiergegen sind dieselben Maßregeln zu ergreifen wie bei Dampf- und Wasserleitungen. Ferner sind Druckluftleitungen mit Manometern zu versehen; Vakuumentleitungen sind besonders sorgfältig abzudichten. Während sich bei Druckleitungen Undichtigkeiten durch heraustretendes Wasser, Dampf und durch Geräusch verraten, werden bei Saugleitungen Undichtigkeiten nur an dem Fallen des Manometers erkannt, und das Auffinden der undichten Stellen verlangt große Aufmerksamkeit. Es ist deshalb zweckmäßig, daß die Saugleitungen in gewissen Abständen Hähne führen, so daß durch deren abwechselndes Schließen der Leitungsteil erkannt wird, in dem sich die undichte Stelle befindet. Bisweilen läßt sich dann die undichte Stelle durch aufmerksames Hinhören entdecken, indem hierbei ein schwaches Geräusch bemerkt wird. Wenn dies nicht zum Ziele führt, befeuchtet man das ganze Rohr strichweise mit Wasser: das Geräusch wird dann verstärkt und ein Einsaugen des Wassers beobachtet. Wenn das alles nicht zum Auffinden der lecken Stelle führt, müssen sämtliche Verbindungen frisch verdichtet werden, bis das Vakuum wieder anhält.

Außer den bei Dampfleitungen erwähnten gußeisernen, schmiedeeisernen und Kupferröhren sowie den bei Wasserleitungen erwähnten Zement- und Tonrohren kommen gelegentlich auch noch Bleirohre vor. Sie dienen besonders zu den Zwecken, in welchen chemische Indifferenz des Bleies — z. B. gegen stark saure Lösungen, Schwefelsäure, Chlor u. ä. in Betracht kommt. Sie kommen u. a. besonders im modernen Seidenfärbereibetriebe zur Leitung von Chlorzinn vor, welches Blei in nur sehr geringem Grade angreift, und wo Bleirohre vor Tonrohren u. a. den Vorzug der Biegsamkeit und Unzerbrechlichkeit gegenüber Stoß haben. Gepreßte Bleirohre sind den gezogenen vorzuziehen, da sie dichter und frei von Höhlungen sind. Die handelsüblichen Abmessungen der Bleirohre sind 10—80 mm lichte Weite mit dem Durchmesser entsprechenden verschiedenen Wandstärken von 2,5—7,5 mm. Der Preis der Bleirohre richtet sich nach dem jeweiligen, stark schwankenden Bleipreise. Im Mittel rechnet man für 100 kg Bleirohr etwa 30 M.; innen oder außen verzinkt etwa 2 M., innen und außen verzinkt etwa 3 M. mehr. Hartbleirohre sind um etwa

3—4 M. für 100 kg teurer. Blei- und Kupferrohre stellen sich ziemlich gleich im Preise wegen der verschiedenen spezifischen Gewichte beider Metalle, und weil die Wandungen der Bleirohre viel stärker als die der Kupferrohre sind.

### Schläuche.

Schläuche sind biegsame Rohre von Hanf, Gummi, Leder oder Metall und finden teils als solche Verwendung, teils als Rohrverbindungen für vorübergehende Zwecke. Infolge der bequemen Handhabung leisten sie sehr gute Dienste und werden nicht selten auch da verwendet, wo sie durch starre Rohrleitungen ersetzt werden könnten, in Vergleich zu welchen sie als wesentlich kostspieliger bezeichnet werden müssen. In Anbetracht ihrer Verletzbarkeit sind alle Schläuche immer sorgsam zu behandeln und vor dem Brechen in acht zu nehmen. Knicke in den Schläuchen müssen stets vermieden werden. Nach dem Gebrauch sind sie, wenn sie nicht immer demselben Zwecke dienen, gut zu reinigen oder auszuspülen und zusammengerollt in kühlem, feuchtem und dunklem Raum aufzubewahren.

Metallumflochtene Schläuche dienen zur Leitung von Dampf, Wasser, Säuren und Gasen. Lederschläuche sind aus besten ausgewaschenen und besonders hergerichteten Häuten hergestellt und durch Kupfernieten zusammengefügt. Metallschläuche bestehen aus einem schraubenartig aufgerollten Metallband, dessen Ränder beweglich, aber dicht ineinandergreifen und zur sicheren Abdichtung zwischen den Rändern mit schmalem Asbest- oder Gummi-band ausgekleidet sind. Sie besitzen eine große Widerstandsfähigkeit und können für Drucke bis 300 Atm. hergestellt werden. Hanfschläuche werden für Betriebszwecke nur selten verwendet, da sie nassen, wenn sie trocken gewesen sind und keine große Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Einflüssen besitzen.

### Transmissionen.

**Wellen.** Als Material dient gewöhnlich Schmiedeeisen; für auf Verdrehung beanspruchte Wellen eignet sich besonders Walzeisen oder Stahl und für solche auf Biegung beanspruchte (Scheiben, Riemen- und Seiltriebe) geschmiedeter Gußstahl. Die Festigkeit der

Welle kommt in der Dicke zum Ausdruck und richtet sich nach den Pferdestärken, die von ihr in der Minute übertragen werden sollen. Schneller laufende Wellen können bei gleicher Beanspruchung leichter gebaut sein als langsamer laufende; letztere werden also billiger sein, müssen dafür aber sorgfältiger montiert und ihre Scheiben ausbalanciert werden, denn alle Ungleichheiten erhöhen mit der Steigerung der Geschwindigkeit die Erschütterungen. Eine sehr häufig angetroffene Umdrehungszahl ist 150 in der Minute.

Die Lagerlängen sollen nicht eingestochen, sondern möglichst durch heiß aufgemachte schmiedeeiserne Ringe eingeteilt, oder bei weniger heftigen Stößen in der Längsrichtung Stellringe angewendet werden. Keile sind den konischen Keilbüchsen vorzuziehen, wo anwendbar, Stellschrauben den Keilen. Die Wellen müssen der Oxydation wegen unter Anstrich gehalten werden; allerdings gehen dann namentlich die Keilbüchsen schwer los. Die Keile dürfen keine Köpfe haben.

Fehler in der Wellenleitung sind mit der Wasserwage und dem Lote zu erkennen; sie machen sich bemerkbar an dem Warmlaufen trotz genügender Schmierung, in dem Rücken der Kuppelungen und in dem Abspringen der Riemen, auch sieht man bei nicht zentralem Laufe der Welle dieselbe schon mit bloßem Auge „atmen“. Sie können begründet sein durch eine sorglose Aufstellung, durch Verbiegung, durch schlechte Befestigung der Lager, durch Sinken der Fundamente und durch Verschleiß der Zapfenlager und Lagerschalen, die ihrerseits durch das Gewicht der Welle, die Art der Schmierung u. a. abgenutzt werden können.

**Kuppelungen.** Schalenkuppelungen mit Schrauben sind nicht zu empfehlen; wenn sich die letzteren lösen, so reiben sie die Keilnut aus, und die ganze Verbindung wird lotterig; aufgetriebene Ringe sind zuverlässiger. Der Nachteil bei beiden besteht darin, daß die Schalen ein gleich weites Loch an der Drehbank erhalten, während es fast nicht möglich ist, die beiden zu verbindenden Wellenenden genau gleich dick zu erhalten.

Scheibenkuppelungen (Fig. 69) sind am besten zu empfehlen; ungleich dicke Wellen können damit verbunden werden; die Keile werden vom Wellenende nach der Außenseite der Kuppelung getrieben und können sich deshalb nie lösen. Die zur Verbindung nötigen Schrauben müssen versenkt oder überdeckt angeordnet werden.



Von den Ausrückkuppelungen ist das Zahnsystem (Klauenkuppelung) nicht zu empfehlen, weil ihre Funktionen stoßweise beginnen oder aufhören, und die dadurch entstehenden Schläge die Transmissionsanlage schädigen. Sie sind nur für unbedeutende Kraftübertragung verwendbar.

Die Friktionskuppelungen (Fig. 70) vermeiden den gerügten Übelstand, sobald eine einfache und dauerhafte Konstruktion geboten wird. Zum Ausrücken einzelner Transmissionsstränge oder Maschinen (mit Vermeidung der Riemen-, Voll- und Leerscheiben) bieten sie erhebliche Vorteile.

Die Lager (Fig. 71). Als Material der Schalen eignet sich für billige Anlagen Weißmetall vorzüglich, ausgenommen da, wo Stöße wirken; Gelbmetall ist überall anwendbar. Sellerslager (schmiedeeiserne Welle in Gußschalen laufend; dazu ist eine lange und be-

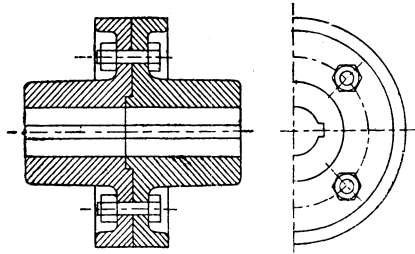


Fig. 69.

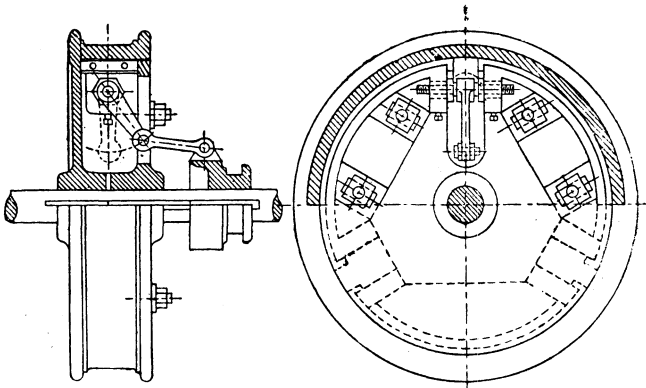


Fig. 70.

wegliche, kugelförmige Schale unerlässlich) bewähren sich ebenfalls; dabei ist mehr Schmiermaterial nötig. Die Schalendeckel sind abgeschragt oder nach innen abgepaßt aufzusetzen, so daß kein

Schmiermaterial bei der Schalenfuge austreten kann. Die Verbindung des Supports mit dem Rumpfe bei Steh-, Wand-, Säulen- und Hängelagern muß eine begrenzte Bewegung in der Längsrichtung des Stranges und senkrecht zu dieser gestatten, so daß bei der Montage ein leichtes Einstellen in die Richtungsachse möglich ist. Die Tropfeinrichtung zum Auffangen des ablaufenden

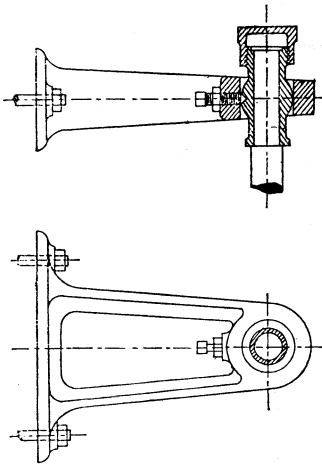


Fig. 71 a--b.

Schmiermaterials ist für die Zwecke der Textilindustrie möglichst groß und so zu wählen, daß mit Sicherheit alles Schmiermaterial aufgefangen wird; es bilden sich in mit Dampf erfüllten Betriebsräumen viel mehr Tropfen als bei trockenen Betrieben. Gußeiserne Schalen widerstehen am besten den erwähnten Einflüssen; die Befestigung am Support muß dauerhaft, ein Umkippen unmöglich sein.

**Riemenscheiben** (Fig. 72) sollen, wenn irgend tunlich, nur zweiteilig verwendet werden. Abstreifen oder Versetzen ist

bei dem meist auftretenden Rosten und dem die Welle bedeckenden unerläßlichen Anstrich bei ganzen Rollen sehr schwierig. Des geringeren Gewichtes und des billigeren Preises wegen sind die zweiteiligen schmiedeeisernen Rollen allen anderen vorzuziehen; bis zur Übertragung von 4 Pferdekräften genügt bei ihnen einfaches Aufschauben der genau eingepaßten Nabe ohne Keil. Gewölbte Kranzflächen verhindern das Abfallen der Riemen und sind den flachen vorzuziehen.

An die Riemen stellen wir die Anforderung

1. guter Adhäsion (glatte Oberfläche und Geschmeidigkeit),
2. genügender Zugfestigkeit,
3. Dauerhaftigkeit,
4. Widerstand gegen die Einflüsse der in Frage kommenden Betriebe.

Betriebe.

Die Lederriemen guter Fabrikation, d. h. aus den passenden

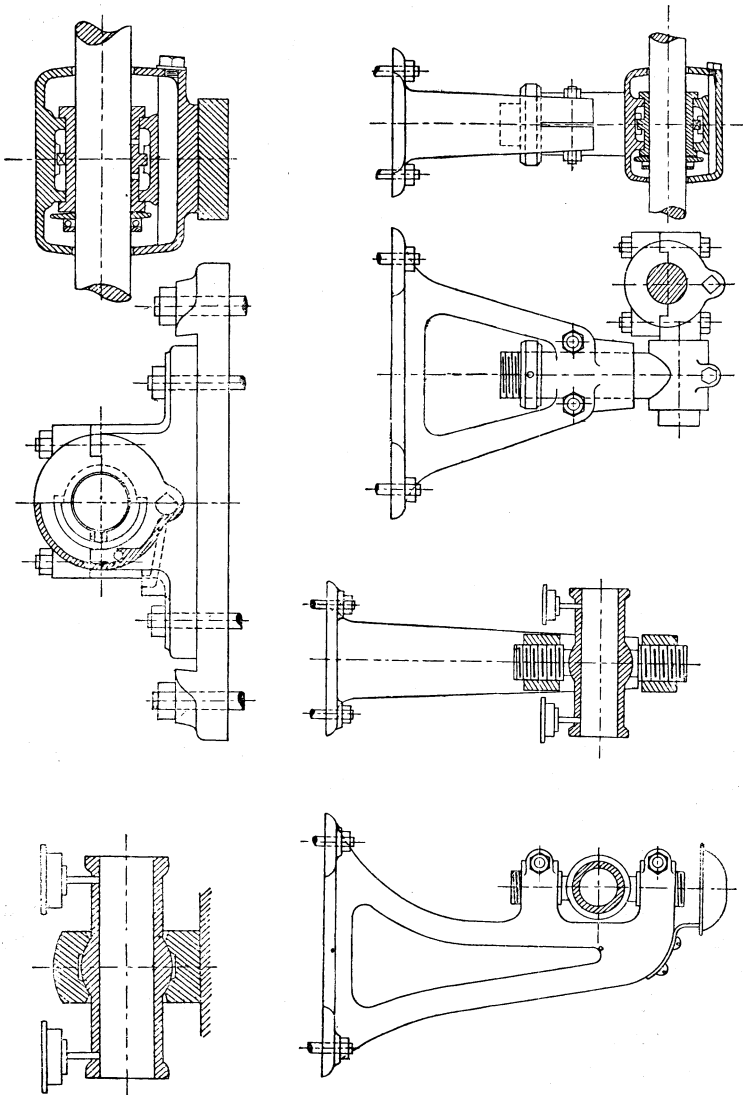


Fig. 71c—i.

besten Hautteilen geschnitten, richtig gegerbt und gestreckt, erfreuen sich mit Recht großer Beliebtheit, sie verhalten sich:  
 Zu 1. Gut; die Geschmeidigkeit ist durch mäßiges Einfetten

während des Betriebes zu erhalten. Zu diesem Zweck werden vielerlei, zum Teil recht gute Massen in den Handel gebracht.

Zu 2. Gut.

Zu 3. Gut.

Zu 4. Gegen Laugen empfindlich, ebenso gegen hohe Temperaturen; wo solche Einflüsse bestehen, soll anderes Material ver-

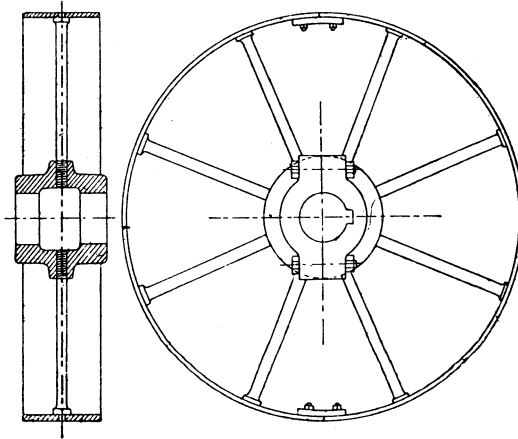


Fig. 72.

wendet werden. Gegen die Einflüsse der Nässe werden geölte Riemen hergestellt und in den Handel gebracht.

Gummiriemen.

Zu 1. Sehr gut.

Zu 2. Gut.

Zu 3. Befriedigend; die einzelnen abwechselnd aus Gummi und Gewebelagen bestehenden Schichten blättern mit der Zeit gern auf.

Zu 4. Gegen hohe Temperaturen empfindlich.

Haarriemen.

Zu 1. Gut.

Zu 2. Gut.

Zu 3. Gut.

Zu 4. Gegen Laugen empfindlich.

Baumwollriemen, gurtartiges dünnes Gewebe.

Zu 1. Sehr gut.

Zu 2. Kaum genügend, strecken sich bedeutend.

Zu 3. Hinter Lederriemen zurückstehend.

Zu 4. Gut; die gewöhnlich angewendeten Anstriche mit Mennige-Leinölfirnis sind besser als bloßes Einfetten.

Baumwollriemen, dochtartig gewebt, verhalten sich ganz ähnlich, Zugfestigkeit ist genügend groß.

Baumwollriemen, aus mehreren übereinander genähten Stofflagen bestehend, sind brauchbar, stehen aber Gummi-, Leder- und Haarriemen nach. Die Dehnbarkeit bei allen Arten ist anfänglich groß, so daß dieselben (mittels Riemenspannern) sehr straff aufgelegt werden müssen.

**Riemenverbindungen.** Leimung der Lederriemen paßt für dampferfüllte Betriebe nicht. Von Näh- und Binderriemen sollen nur lohgere und keine alaun-gegerbten verwendet werden. Gummi-, Haar- und Baumwollriemen werden am besten mit übergelegter Platte aus dem gleichen Riemenmaterial vernäht (Fig. 73).



Fig. 73.

Metallische Verbinder sind stark der Oxydation unterworfen; Nieten, Haften, gezahnte Platten mit und ohne Gelenk passen nur für Lederriemen.

Schrauben und Klemmplatten können bei jedem Material verwendet werden.

**Zahnräder** sind möglichst zu beschränken; sie sind zweiteilig anzuwenden und erhalten grobe Schrift, weil die Abnutzung der Kämmen bei den fraglichen Betrieben eine größere ist (zwischen die Zähne schlägt sich Feuchtigkeit nieder und wäscht das Schmiermaterial aus). Selbstverständlich dürfen nur Eisen- und Holz-zähne zusammenlaufen. Für Kämmen ist

Buchsbaumholz vorzüglich,  
Hagebuchen sehr gut, auch  
Apfelbaum, Platane und Akazie

geben gute Kämmen; längeres Einlegen in Öl erhöht die Widerstandsfähigkeit der letzteren bedeutend.

Riemenbetrieb ist in der Anlage billiger und in der Unterhaltung kaum teurer als Räderbetrieb. Reparaturen der Kammräder sind teurer und leicht betriebsstörend. Die Transmissionen werden durch das höhere Gewicht der Räder mehr belastet, der

Kraftverlust ist so groß wie bei den Riemen und die Reibung bedeutend, da die Zähne nie vollkommen ineinanderfassend herzustellen sind. Das einfache Abwerfen der Riemen gestattet die Außerbetriebsetzung einzelner Stränge, bei Zahnrädern müßten zu diesem Zweck ausrückbare Kuppelungen eingeschaltet werden.

**Schmiervorrichtungen.** Für schwere Transmissionen und überall, wo die betreffenden Apparate angebracht werden können, kann das Schmieren mit konsistentem Fett demjenigen mit Öl vorgezogen werden. Der Verbrauch ist ein sparsamer,

das Tropfen geringer als bei Öl, Verharzen ist bei einem richtigen Fett ausgeschlossen, ebenso das Gefrieren. Öl mit niedrigem Siedepunkt verdampft bei etwa heiß laufendem Lager, und seine Rückstände vermehren dann die Reibung und Erhitzung; konsistentes Fett sollte unter  $100^{\circ}\text{C}$  nicht schmelzen und verdampft erst bei einer wesentlich höheren Temperatur als die üblichen

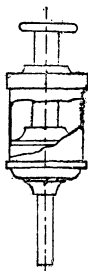


Fig. 74.

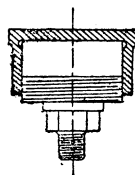


Fig. 75.

Schmieröle. Wo der Schmierapparat direkt auf dem Lagerdeckel aufgesetzt werden kann, sind selbsttätige Büchsen zu empfehlen (Fig. 74). An Orten, wo Zuleitung (z. B. durch Röhrchen) des Fettes nötig ist, sind Staufferbüchsen (Fig. 75) am Platz; die letzteren gehören auch überall an die Leerrollen.

#### Allgemeines über Transmissionen.

Eine gute Transmissionsanlage ist ebenso nötig wie ein vollendeter Motor. Sie darf nur wenig Kraft für sich selbst in Anspruch nehmen, muß dabei kräftig genug und möglichst billig in der Anschaffung sein. Aus den verschiedenen Bauarten sind demnach diejenigen auszuwählen, welche bei gleicher Dauerhaftigkeit das geringste Gewicht haben, vor allem bei den die Drehbewegung mitmachenden Teilen. Das größere Gewicht erfordert mehr Kraft und verursacht größere Reibung; es sind also zu wählen bzw. zu beachten:

Schmiedeeiserne Wellen statt gegossener;

Keile sparen so viel als möglich, keine Keilbüchsen;  
 leichte Kuppelungen (Scheibenkuppelungen);  
 schmiedeeiserne, zweiteilige Riemenscheiben;  
 Riemenbetrieb statt Zahnräder.

Bei den in Ruhe bleibenden Lagern ist geringes Gewicht in der Regel gleichbedeutend mit billigem Preis, weil die Transmissionsteile meist nach dem Gewicht gekauft werden, und nur die Maschinenfabrikanten Interesse daran haben, schwere Konstruktionen zu liefern. Der billige Preis hängt im weiteren mit der billigen Herstellung beim Erzeuger zusammen. Da ist zu verlangen,

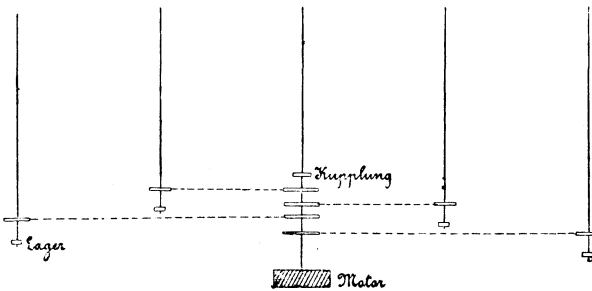


Fig. 76.

daß alle Gußteile möglichst fertig aus der Form kommen und nur Unvermeidliches gebohrt, gedreht und poliert werden muß. Die derart „rohen“ Teile sind auch widerstandsfähiger gegen Oxydation. Ein Anstrich (Leinöl mit Mennige) ist für alle Transmissionsteile unerläßlich mit Ausnahme der Stellen, wo Reibung und Adhäsion tätig sind.

Die Anlage soll möglichst so durchgeführt sein, daß die Stränge mit dem größten Kraftbedarf den Motoren am nächsten liegen. Wenn erreichbar, so sind weite (lange) Kraftleitungen zu vermeiden; mit deren Ausdehnung wächst die Reibung und der Kraftverlust.

Womöglich erhält jeder Verteilungsstrang seine Bewegung unmittelbar vom Motor aus. Die Riemenübertragung ist bereits als die zweckmäßigere bezeichnet, und es kann von derselben die beliebige In- und Außerbetriebsetzung der einzelnen Stränge ohne Zuhilfenahme von ausrückbaren Kuppelungen beansprucht werden.

Dazu eignet sich am besten die Aufstellung des Motors in der Mitte der verschiedenen Transmissionsstränge (Fig. 76). Von ihm aus geht ein Stück Hauptwelle, welches bestimmt ist, die Abgaberiemenrollen hintereinander zu tragen.

Damit keine Kreuzung der Riemen mit zwischenliegenden Transmissionssträngen stattfinden kann, sind dieselben gegen den Motor zu ungleich lang, so daß die zunächst der Hauptwelle liegenden die kürzesten und die folgenden länger sind. Die Riemenscheiben sitzen in Abstufungen, sie laufen niemals „fliegend“, sondern der Strang beginnt immer, vom Motor aus gerechnet, mit einem Lager. Ist eine Fortsetzung der Hauptwelle als Transmissionsstrang notwendig, so wird dieser mit einer ausrückbaren Kuppelung (Friktionskuppelung) angeschlossen. Ebenso werden neue Gruppen von Transmissionssträngen gebildet, wenn der Riemen zu lang ausfallen würde, indem von der Hauptwelle auf eine Nebenhauptwelle (mit Kuppelungsanschluß) übertragen und von da aus weitere Stränge versehen werden. Eine andere Anordnung ist für Winkeltriebe sehr praktisch; sie wird da gut passen, wo der Motor an einem Ende der Anlage und senkrecht zu den Transmissionssträngen steht. Die Hauptwelle geht dabei senkrecht zu allen Strängen durch das Gebäude, soweit Kraft abgezweigt wird. Die Übertragung findet durch Kegelräder statt; das Abgaberad wird mit einer Friktionskuppelung versehen, um unabhängige In- und Außerbetriebsetzung des einzelnen Stranges zu ermöglichen.

Die Stränge folgen am besten der Richtung der Shedunterzüge, an denen sie aufgehängt, oder besser, an deren Tragsäulen sie befestigt werden, wo solche vorhanden sind; Hängesupports bieten nie den gleich festen Halt; sie federn stets mehr oder weniger.

Die Stränge müssen genau parallel untereinander und ebenso genau wagerecht liegen. Abweichungen beeinträchtigen die Räder- und Riemenübertragung, die Räder „stoßen“ und zeigen bedeutende einseitige Abnutzung der Zähne, die Riemen haben auf der einen Kante mehr, auf der anderen weniger zu „ziehen“, arbeiten daher unregelmäßig und gleiten gern über die Rolle herunter, die Lagerschalen werden einseitig abgenutzt, die Supports in ihrer Befestigung gelockert und Schmiermaterial vergeudet. Unrunde, exzentrische Aufkeilung von Riemenscheiben und Rädern bringt die gleichen Nachteile.



Einheitliche Anlage gestattet übersichtlichen Betrieb, vorteilhaftere Reparaturen und bessere Wiederverwendung überflüssig werdender Teile. Dazu gehört auch gleiche Tourenzahl der Stränge oder Gruppen. Die Geschwindigkeit der Hauptwelle ist vom Motor bedingt, diejenige der Stränge wird passend gleich 100 bis 120 Touren in der Minute gewählt. Die Einheitlichkeit ermöglicht, alle Abgabe-Rollen oder -Räder der Hauptwelle gleich zu nehmen, ebenso alle Aufnahme-Rollen oder -Räder unter sich. Sie wird gleiche Wellen, Keile, Kuppelungen, Lager, Riemenbreiten, Kämme und das Halten von Ersatzstücken für jedes Element gestatten.

Wasserleitungen, die tropfen, sollen nicht über Getriebe und Riemen geführt werden, Dampfleitungen nicht die Riemen entlang; die Wärme trocknet jedes Material aus und vermindert seine Geschmeidigkeit. Unter die Riemen in dampferfülltem Betriebe wird vorteilhaft ein Schutzblech befestigt, welches die aufsteigenden Dämpfe abhält und den Riemen vor Feuchtigkeit schützt.

---

# Besondere Einrichtungen.

## Heizung.

Unter Heizung eines Raumes versteht man die Erzielung einer gewissen Temperatur in demselben und die Erhaltung der erzielten Wärme für eine kürzere oder längere Zeitdauer.

Die natürliche Erwärmung eines Raumes erfolgt durch die gleichen physikalischen Vorgänge wie diejenigen der Außenluft. Für die künstliche Erwärmung von Bleichereien, Färbereien und Appreturen wird nur ausnahmsweise eine besondere Einrichtung getroffen; es genügt meist die zufällige Wärmeabgabe

a) der Dampfleitungen und aller Gefäße und Maschinen mit Dampfheizung (Bäuch-, Extrakt-Kessel, Brühbäder, Farbbäder, Kalander, Zylinder usw);

b) des beschäftigten Personales;

c) der Beleuchtung, vom elektrischen Licht abgesehen.

Zur Erreichung einer vollkommenen Ventilation ist aber künstliche Heizung unerlässlich.

Eine beliebte, praktische, dabei kostenlose Heizung wurde früher durch Hineinragenlassen des hinteren Teiles der Dampfkesselmauer in kleineren Betrieben erzielt. Dies ist heute gesetzlich nicht mehr zulässig.

Ähnlich und bei kleineren Anlagen bewährt ist der Anbau des Kesselhauses an das Arbeitslokal, so daß beide nur durch eine vorschriftsmäßige Mauer getrennt sind; in der Mauer sind Öffnungen gelassen, welche im Winter mit einem angestrichenen Eisenblech dicht abgeschlossen sind, im Sommer isoliert werden (Fig. 78).

Ist Wärmezufuhr nötig, so hat man zwischen direkter Feuerung,

### Dampfheizung und Luftheizung

zu wählen. Die gewöhnlichen Öfen kommen außer Betracht. Eine Feuerung außerhalb der Betriebsräume mit durch die letzteren führendem und Wärme abgebendem Kanal für die Heizgase und den Rauch, wie sie für Trockenräume konstruiert wird, ist ebenfalls nicht anwendbar. Der Kanal wird zu heiß, muß groß sein und dem Boden nachgeführt werden, wo er zu viel Platz einnimmt und rasch zerstört wird. Am gleichen Übel leiden die Dampfheizungen; sie sind, wie allenfalls die Öfen, in Hilfsräumen, Bureaus und dergl. anwendbar, wo sie als Bestes empfohlen werden dürfen.

Mit den in der Höhe von etwa 2 m über dem Boden geführten Dampfheizungen kommt man vielfach aus.

Luftheizung. Die Luft wird in einem geschlossenen Kasten mittels Dampf (in Rippenröhren) erhitzt, von einem Ventilator aus dem Kasten abgesaugt und in ein Netz weiter -Holzrohre gepreßt, welche die Dachunterzügen (bzw. die Decke) des zu heizenden Raumes entlang führen und an passenden

Stellen auf den Boden führende Abzweigungsrohre erhalten (Fig. 77). Nächst dem Boden ist zum Regulieren eine Klappe bzw. ein Deckel angebracht.

Vorteilhaft wendet man die in den Kamin abgehenden Heizgase der Dampfkessel zur Erwärmung an. Zwischen dem letzten Zug und Dampfkamin wird dann ein Kasten eingemauert, durch welchen eine Anzahl gußeiserne Röhren gelegt wird; die letzteren werden an ihrer Außenfläche durch die Heizgase erhitzt, so daß die vom Ventilator durchgesaugte Luft erwärmt wird. Der Ventilator kann bei mit dem Kesselhaus zusammenhängendem Gebäude einfach auf den Kessel montiert werden (Fig. 78 und 79). Das System kann durch Vermehrung der Lufterwärmung entweder mit direkter oder Dampfheizung wo nötig verstärkt werden.

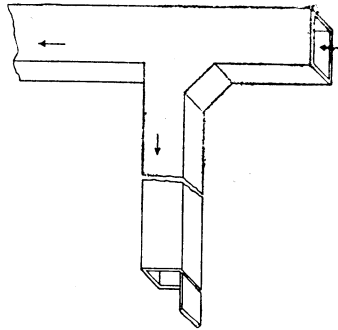


Fig. 77.

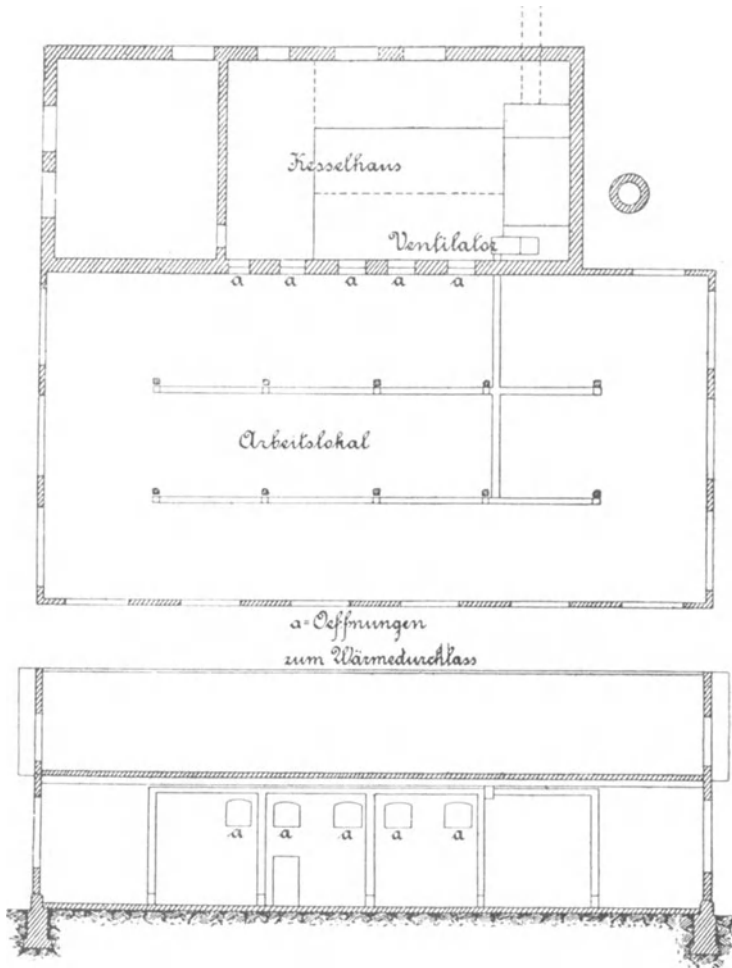


Fig. 78.

Die Wärmehaltung hängt von physikalischen Einflüssen und von den Eigenschaften der Einschließungsflächen des betr. Raumes ab. Jeder Körper läßt durch seine Masse Wärme hindurchtreten, aber in sehr ungleichem Maße; nachfolgend eine vergleichende Zusammenstellung:



Wärmeverlust verschiedener Flächen  
auf 1 Quadratmeter und Stunde.

Art der Flächen	Kalorien bei einem Temperatur- unterschiede von					
	1 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	30 <sup>o</sup>	40 <sup>o</sup>	
Luftschicht ruhig zwischen Wänden 6 cm dick . . . . .	6	60	120	180	240	
Luftschicht ruhig zwischen Wänden 14 cm dick . . . . .	2,57	25,7	51,4	77,1	102,8	
Luftschicht ruhig zwischen Wänden 15 cm dick . . . . .	2,4	24	48	72	96	
Holz wand, Holzverschalung, 15 cm Luftschicht, Holzverschalung . .	0,70	7	14	21	28	
Holzfachwände mit Ziegelsteinaus- mauerung, 3 cm Luftschicht (Fig. 5)	2,10	21	42	63	84	
Bruchsteinmauer 45 cm dick . . .	1,35	13,5	27	40,5	54	
„ 60 „ „ . . . . .	1	10	20	30	40	
Backsteinmauer 30 cm dick, 6 cm Luftschicht . . . . .	1,6	16	32	48	64	
Backsteinmauer 50 cm dick, 14 cm Luftschicht . . . . .	0,7	7	14	21	28	
Türen doppelt . . . . .	2	20	40	60	80	
Fenster . . . . .	2	20	40	60	80	
Sheddächer {	Holzbekleidung, 10 cm Luft- schicht, Holzbekl. 3 cm Luft- schicht, Bretterunterzug, 3 cm Luftschicht, doppeltes Ziegel- dach . . . . .	0,60	6	12	18	24
	4 cm hohle Backsteinwand, 10 cm Luftschicht, Bretterunterzug, doppeltes Ziegeldach . . . . .	1,30	13	26	39	52
	dasselbe mit einer weiteren Luft- schicht von 3 cm, eingeschobene Holzbekleidung . . . . .	0,70	7	14	21	28

Zur Bestimmung der Größe einer Heizanlage ist zu berechnen :

1. Der stündliche Wärmeverlust durch Mauern und Dach bzw. Decke;

2. der Kubikinhalte der zu heizenden Räumlichkeit, wobei die Erwärmung von 1 cbm Luft um 1 C<sup>o</sup> den Bedarf von 0,307 Kalorien eingestellt erhält;

3. die Lufterneuerung durch etwaige Ventilation, Eingänge usw.

Die Summe der erhaltenen Kalorienzahlen gibt den Wärmebedarf an. Die Frage nach der Größe der Heizfläche, welche zu dessen Befriedigung nötig ist, löst sich durch Einstellung folgender Erfahrungszahlen:

1 qm Heizfläche	für Luftheizung	liefert Kalorien	1500
1 qm	„ „	Dampfheizung	„ „ 1200

im Maximum in einer Stunde.

## Ventilation.

Betritt man manche Arbeitsräume, so findet man in dem einem Raume die Luft mit Staub, in dem anderen mit schädlichen Dämpfen, Gasen usw. geschwängert, welche die Arbeiter notgedrungen einatmen müssen, wodurch ihr Gesundheitszustand und ihre Leistungsfähigkeit nachteilig beeinflußt werden. Besonders ungünstig liegen bekanntlich die Verhältnisse in chemischen Fabriken, Webereien, Appreturen u. ä. Betrieben. Vor etwa 20 Jahren machte Finkelnburg in einem Vortrag (Zentralblatt für allgem. Gesundheitspflege 1890, Heft 1) die erschreckende Mitteilung, daß in Krefeld beispielsweise an Tuberkulose von den Webern 59 %, von den Fabrikarbeitern in den Webereien 68 %, von den Färbern 64 % und von den Appreteuren 92 % gestorben sind. Diese Zahlen ließen am deutlichsten erkennen, von welcher zwingender Notwendigkeit es war, Räume, in welchen viele Menschen, zusammenarbeiten, und in denen zudem die Luft noch durch die Fabrikationsvorgänge verpestet wird, gründlich zu ventilieren. Glücklicherweise liegen die Verhältnisse heute nach 20 Jahren ganz bedeutend besser, vor allem sind die Arbeiter durch die gewaltigen Lohnaufbesserungen in den Stand gesetzt, sich auch kräftiger und sachgemäßer zu ernähren, gesunder zu wohnen und dadurch ihren Körper widerstandsfähiger gegen alle Einflüsse schlechter Arbeitsräume zu machen. In Färbereien und Bleichereien liegen die Verhältnisse heute überhaupt in dieser Beziehung meist durchaus befriedigend; heute ist es hauptsächlich die Entfernung der Wasserdämpfe, des Nebels, welche sowohl den Fabrikbesitzern als auch den Gewerbe-Inspektionsbehörden fortgesetzt Schwierigkeiten macht. Man muß zugeben, daß letztere in dieser Beziehung mit ihren Anforderungen oft zu weit gehen.

Die Ventilation kann nach zwei Grundsätzen geschehen:

1. durch „Pulsion“, d. i. Einblasen von frischer Luft, und
2. durch „Aspiration“, d. i. Absaugen verdorbener Luft.

Nach landläufigen Begriffen sollte da die beste Ventilation stattfinden, wo infolge undichter Wände usw. die Luft allseitig Zutritt hat, und mag dies inbezug auf blosse Lufterneuerung, aber auf Kosten der Heizung, seine Richtigkeit haben. Anders wird aber das Verhältnis, wenn die Heizung, und wieder anders, wenn noch die Dämpfabfuhr berücksichtigt werden soll.

Wird ein Raum geheizt, so setzt das voraus, daß die Außenluft kälter ist als diejenige im Innenraum; die Zuführung der Außenluft muß regulierbar sein und in keinem höheren Maße stattfinden können, als der jeweilige Bedarf erfordert. Dazu sind vor allem dichte Außenwände und Bedachung nötig, und dürfen auch hierfür diejenigen Konstruktionen als die besten empfohlen werden, welche den geringsten Wärmeverlust aufweisen. Für Lufterneuerung ist es in gewisser Hinsicht gleichgültig, an welcher Stelle die verbrauchte Luft den Ausweg findet; ja, mit Berücksichtigung der schweren, beim Atmen ausgeschiedenen Kohlensäure wird häufig eine Abfuhr nahe dem Boden durch Hervorbringung eines kräftigen Abzuges mittels eines Kamines oder Ventilators gesucht. Für die Abfuhr der Dämpfe gibt es nur einen rationellen Weg, das ist eine genügend große Öffnung am höchsten Punkte des Raumes. Berücksichtigt man, daß

1 cbm atmosphärische Luft . . .	1,293 kg wiegt,
1 cbm Dampf . . . . .	0,6 kg „

so ist klar, daß der letztere durch erstere rasch und senkrecht in die Höhe steigt und, wenn eine entsprechende Öffnung da ist, mit der gleichen Geschwindigkeit zum Raum hinauszieht. Jeder Dampfabzug muß möglichst senkrecht über der Dampfentwicklungsstelle stehen.

Das Kondensieren (Bildung von Nebel und Niederschlag) erklärt sich wie folgt:

1. Wird heißer Wasserdampf unter  $100\text{C}^{\circ}$  abgekühlt, so wird er wieder flüssig.

2. Es gibt aber auch Dämpfe, die weniger als  $100\text{C}^{\circ}$  heiß sind, nicht gespannt sind und dennoch gasförmig bleiben; das ist der Wassergehalt der Luft. Die atmosphärische Luft ist befähigt,



gewisse Mengen Flüssigkeit aufzunehmen, die je nach der Temperatur verschieden sind (s. w. u.).

Ein Raum begünstigt also um so weniger die Dampfbildung, je besser er geheizt ist, weil die erwärmte Luft imstande ist, mehr Dampf zu absorbieren als kalte Luft. Unter Heizen verstehen wir sowohl die Wärmeerzeugung als die -erhaltung. Es muß alles vermieden werden, was eine Abkühlung der Raumtemperatur herbeiführen könnte, so lange sich Dämpfe in dem Raum befinden.

Vor allem schädlich ist die Zufuhr kalter Luft, sei es durch Einblasen mittels Windflügel, sei es durch Öffnen von Zuglöchern an den Mauern (nahe dem Boden), angeblich, um den „Zug“ zu vermehren. Die Nebelbildung und die Kondensation auf kühlen Flächen nimmt in solchen Fällen erheblich zu; dagegen nimmt sie ab und ist die Wirkung eine verbessernde, wenn die eingeblasene oder einströmende Luft von höherer Temperatur ist, als die im Raum befindliche.

Die Dampfabfuhr muß demnach an den höchsten Punkten des Raumes stattfinden; sie ist am wirksamsten, wenn sie senkrecht über dem Dampfbildner steht und der Dampf so ungehindert abziehen kann. Dazu gehören in erster Linie genügend große Öffnungen. Zur Bestimmung von deren Größe müssen wir uns klar machen, daß 1 kg Dampf 1,7 cbm Raum erfüllt. Zur Beseitigung von z. B. 2000 kg Dampf (Inhalt eines Bäuchkessels oder dergl.) müssen also 3400 cbm weggeschafft werden, wozu etwa 4 qm Öffnung während 15 Minuten oder 12 qm Öffnung während 5 Min. nötig sind.

Vielerorts werden gute Erfahrungen mit den Dachreitern gemeldet; immerhin begünstigen dieselben einen starken Wärmeabgang, auch dann, wenn sie — wie das stets sein sollte — mit von unten regulierbaren Klapppläden verschließbar sind.

Ohne Warmluftzufuhr in den Raum sind Abzugskamine ungenügend, und wo Zufuhr von warmer Luft nicht beliebt ist, sind Dachreiter immer noch besser. Beim Etagenbau sind nur Kamine verwendbar. Der Dampfabzug der Kamine wird wesentlich verbessert, wenn dieselben nach oben in einem Winkel von etwa  $30^\circ$  divergieren. Kamine werden mit Doppelklappe (Fig. 80) verschlossen gehalten. Es wird häufig eine künstliche Ventilation durch Luftabsaugeapparate befürwortet; solche haben aber unverkennbare Nachteile. Die Leistung kann nicht nach Belieben

vergrößert oder verkleinert werden, wie bei den einfach und zahlreich angebrachten Klappen. Sie benötigen Unterhalt, Kraft, Dampf- oder Wasserdruck; sind also entweder von einem Motor oder einer Druckleitung abhängig. Geht der Dampf auf natürlichem Wege ab, so nimmt er wenig Luft mit fort, weil er durch die im Raum befindliche Schicht einfach hindurchzieht und sie ihrer

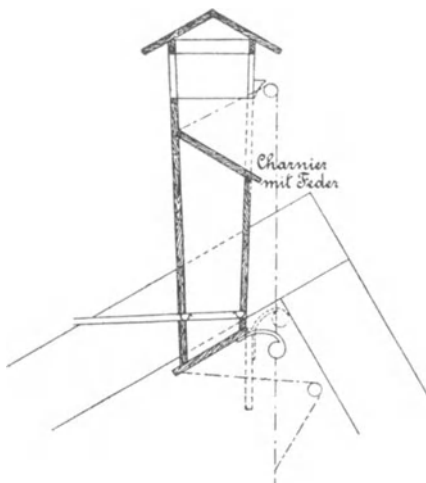


Fig. 80.

Temperatur entsprechend sättigt. Künstliche Absaugung reißt bedeutende Mengen Luft mit fort, wodurch die Heizung verteuert wird und schädliche Abkühlung der Innentemperatur stattfindet. Das Einblasen von wärmerer Luft als diejenige im Raum ist sehr vorteilhaft, weil es die Temperatur erhöht und die Geschwindigkeit der abziehenden Dämpfe vermehrt. In wirksamer Weise wird dieses System mit der beschriebenen Luftheizung vereinigt, so daß bei örtlicher größerer

Dampfentwicklung oder Nebelbildung im Raume die sämtliche Warmluft der Heizung an der betreffenden Stelle konzentriert und zur raschen Bewältigung des Übelstandes verwendet wird. Durch die in den hölzernen Ablaufkanälen befindlichen Klappen ist das leicht zu erreichen.

Eine richtige Anlage sucht schon von vornherein durch sachgemäße Aufstellung der mit Dampf arbeitenden Apparate oder Maschinen einer unnötigen Dämpfeentwicklung vorzubeugen. So ist es einzig richtig, die Abflüsse der Farb-, Bäuchkessel usw. nicht in das Gebäude selbst sich entleeren zu lassen, sondern dieselben durch geschlossene Rohre zum Raum hinauszuleiten und draußen der Kanalisation oder einem Behälter zu überlassen.

Eine Folge der Dampfausströmungen, ja selbst der mit Feuchtigkeit ganz gesättigten Luft ist der tropfenweise Niederschlag

an kalten Gegenständen, z. B. Mauern, Wänden, Bedachung, eisernen Maschinenteilen und vor allem an den Wasserleitungsrohren. Durch die niedrigere Temperatur derselben wird die Luft ihrer Umgebung abgekühlt und gibt infolgedessen den Überschuß an Feuchtigkeit in tropfbar flüssiger Form ab.

Je besser Heizung und Dämpfeabfuhr eingerichtet sind, desto weniger tritt der Übelstand auf; ganz zu vermeiden ist er aber nicht. Seine Schädlichkeit ist an verschiedenen Orten betont und wirkt

1. durch Zerstörung der Materialien (Lockern des Mörtels bei Mauern, Fäulnis des Holzes, Oxydation der Metalle);

2. durch Fleckenbildung; die Fäulnisprodukte des Holzes und die Oxydationsprodukte der Metalle werden von den Wassertropfen aufgenommen und bilden auf Farb- und Bleichgut Flecken (s. w. u. Entnebelung).

### Entnebelung.

Handelt es sich bei der Ventilation lediglich oder insbesondere um die Fortschaffung von als Nebel vorhandenem Wasserdampf oder anderen Dämpfen, so nennt man diese Anlagen Entnebelungs- oder Entdunstungs-Anlagen. Diese Entnebelung oder Entdunstung geschieht bei trockener, warmer Witterung durch direkte Zuführung der Außenluft mittels Ventilators in den oberen Teil des zu ventilierenden Raumes, wobei die Dünste und die Nebel durch die trockene Luft bis zu einem bestimmten Sättigungsgrade aufgenommen werden und mit derselben durch besonders angebrachte Öffnungen abziehen. Bei feuchter Witterung, insbesondere zugleich kalter Außentemperatur liegt die Frage viel verwickelter und kann bis heute als technisch noch nicht gelöst betrachtet werden. Die Außenluft muß vor dem Einführen in den betreffenden Raum vorgewärmt und getrocknet werden, um sie für die Aufnahme der zu beseitigenden Nebel bzw. Dämpfe fähiger zu machen. Immerhin beschäftigt die Entnebelungsfrage <sup>1)</sup> bis zum heutigen Tage fortgesetzt Behörden und Industrielle, ohne eine günstige Lösung gefunden zu haben. Bevor aber eine solche gefunden ist, dürften Färbereibetriebe nicht durch Behörden zur An-

---

<sup>1)</sup> Vgl.: Die Entnebelung von gewerblichen Betriebsräumen, von Dr. Georg Adam, (Braunschweig 1907).

lage von Entnebelungsvorrichtungen gezwungen werden, wie solches wiederholt vorgekommen ist.

Bei der Wichtigkeit der Frage lohnt es, in Kürze den gegenwärtigen Stand der Entnebelungsfrage darzulegen.

Wenn die Frage der Zweckmäßigkeit oder Notwendigkeit von Entnebelungsanlagen bejaht wird, hat man sich zunächst zu fragen, aus welchen Gründen dies geschieht, und welche Nachteile die Schwaden und Nebel in den Färbereibetrieben mit sich bringen, bzw. wie groß diese Nachteile für den Betrieb und die Arbeiter sind.

Vor allen Dingen ist zu betonen, daß die Schwaden und Nebel, welche die Arbeitsräume erfüllen, den Betrieb dadurch behindern, daß die Gesamtübersichtlichkeit über den Betrieb sehr leidet. Betriebsleiter, Meister, Vorarbeiter und Arbeiter haben ein verhältnismäßig geringes Übersichtsfeld; die Verteilung der Arbeit, die Überwachung der regelrechten Erledigung der Arbeiten u. ä. wird auf ein sehr Geringes vermindert, und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes leidet hierdurch sicherlich. In zweiter Linie läuft die Ware Gefahr, durch die Dämpfe und Tropfenbildung beschädigt zu werden.

Ein weiterer Nachteil, welcher durch besonders starke Schwaden- oder Wrasenbildung entsteht, ist die Unsicherheit, mit welcher sich die Arbeiter in einem dampferfüllten Raume bewegen. Der Schwaden in den Färbereien nimmt mitunter eine Dichtigkeit und Undurchsichtigkeit an, daß selbst die Bogenlampen kaum zu erkennen sind. Infolgedessen können Unfälle durch Ausgleiten oder Verbrühen vorkommen. Unfälle aus solchem Anlaß, namentlich Knöchel- und Beinbrüche spielen in der Statistik der Textilberufsgenossenschaften eine nicht unerhebliche Rolle. Inwieweit sich aber die Unfälle auf den Schwaden zurückführen lassen, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, da bei der Art der Betriebs-tätigkeit, der Schlüpfrigkeit des Bodens namentlich in Wäschereien und Walkereien und der üblichen Fußbekleidung — den Holzschuhen —, wo es dem Fuße des Arbeiters an dem nötigen Halt fehlt, auch ohnehin Unfälle leicht vorkommen.

Man muß erwägen, daß sich jeder Mensch, insbesondere auch der Arbeiter, in bezug auf seine Arbeitsstätte sehr rasch an seine Umgebung gewöhnt, ihre Eigentümlichkeit schnell kennen lernt, Ungleichheiten des Fußbodens, der Ecken, Kanten usw. Mit

Rücksicht darauf kann wohl gesagt werden, daß der größte Teil der Unfälle durch Straucheln nicht auf den Nebel zurückgeführt werden kann, besonders nicht bei erfahrenen, in ihrem Berufe geübten Arbeitern.

Ein weiterer Nachteil wird seitens der Gewerbeinspektions-Behörden in der Gesundheitsschädlichkeit der Nebelerblickt. Über diese Frage kann gleichfalls nichts Bestimmtes ausgesagt werden. Die Frage, welcher Gehalt der Luft an Feuchtigkeit für den Menschen zuträglich oder schädlich ist, ist durchaus nicht geklärt und wird wohl auch nie endgültig entschieden werden, weil dieser eine Umstand nicht allein maßgebend ist. Deshalb ist es auch erklärlich, daß einige Hygieniker der feuchten Luft den Vorzug geben, während andere die trockene Luft für besser halten. Die praktische Hygiene muß sich zurzeit damit begnügen, daß bei einem relativen Feuchtigkeitsgrad von 50—70 % die meisten Menschen erfahrungsgemäß keine unangenehmen Einwirkungen wahrnehmen <sup>1)</sup>. Wesentlich dabei ist die in den Arbeitsräumen herrschende Temperatur.

Die Praktiker verneinen teilweise die Schädlichkeit der mit Wasserdampf übersättigten Luft. So schreibt H. Lange in einer Denkschrift: „Nach meinen Erfahrungen, die sich auf eine mehr als 30 jährige Praxis in Färbereien, Druckereien und chemischen Fabriken gründen, ist der in den Färbereien herrschende Nebel der Gesundheit der Arbeiter durchaus nicht schädlich. Ich selbst habe niemals irgendwelche durch denselben hervorgerufene gesundheitliche Belästigungen empfunden und habe auch von Arbeitern oder sonstigen in der Färberei tätigen Personen keinerlei Klagen in dieser Hinsicht gehört.“

Immerhin kann nicht bestritten werden, daß die Nebelbildung unter Umständen ungünstig wirken kann. Das haben alle Berufe gemein, daß die besondere Eigenart für besonders empfängliche Naturen Nachteile herbeiführen kann. Ein Gutachten der Rheinisch-Westfälischen Textilberufsgenossenschaft spricht in der Denk-

---

<sup>1)</sup> Im Durchschnitt wird 40—60 % rel. Feuchtigkeit als die für Wohn- und Arbeitsräume normale bezeichnet; doch auch 70 % und mehr wird als zulässige obere Grenze bezeichnet. An der Riviera, also in einer bezüglich der gesundheitlichen Verhältnisse bevorzugten Gegend, liegt der Feuchtigkeitsgehalt zwischen 70 und 80 % (Jahrbuch der Naturwissenschaften 1899-1900, S. 258).

schrift den gleichen Gedanken aus: „So viel steht aber doch wohl fest, daß ebensowohl wie ein brustschwacher Mensch es vermeiden muß, bei einem Steinhauer oder in einer Mühle oder in einem Kohlenbergwerke zu arbeiten, eine mit Rheumatismus oder Gicht behaftete Person nicht in einer Färberei oder als Bau- oder Erdarbeiter arbeiten darf.“

Erscheint nach alledem die Forderung einer Entnebelung der Betriebsräume gewerberechtlich und gewerbehygienisch nicht begründet, so liegt sie vielmehr aus wirtschaftlichen Gründen im Interesse der Betriebsunternehmer selbst.

### Theorie der Nebelbildung.

In der Atmosphäre ist immer Wasserdampf enthalten, und zwar in unsichtbarem, gasförmigem Zustande; bei Übersättigung ist der Wasserdampf in Gestalt feiner Tröpfchen sichtbar vorhanden; man nennt diese Erscheinung dann Nebel, Dunst, Brodem und Wrasen. Der Gehalt der Luft an Feuchtigkeit kann bezeichnet werden durch das Gewicht in Grammen des Dampfes, welcher in 1 cbm Luft enthalten ist; es ist dies der absolute Feuchtigkeitsgehalt. Das Verhältnis der in dem Raume vorhandenen Dampfmenge zu der darin bei derselben Temperatur möglichen größten Menge nennt man die relative Feuchtigkeit.

Bei gewöhnlichem Atmosphärendruck beträgt das Gewicht des Dampfes in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume von 1 cbm:

bei — 30 C° = 0,46 g	bei + 15 C° = 12,76 g
— 20 C° = 1,06 g	+ 20 C° = 17,18 g
— 15 C° = 1,57 g	+ 25 C° = 22,87 g
— 10 C° = 2,30 g	+ 30 C° = 30,13 g
— 5 C° = 3,36 g	+ 35 C° = 39,30 g
0 C° = 4,88 g	+ 40 C° = 50,77 g
+ 5 C° = 6,80 g	+ 100 C° = 589,59 g
+ 10 C° = 9,37 g	

Wird also beispielsweise Luft, welche mit Dampf gesättigt ist, von 40° auf 20° abgekühlt, so werden aus jedem Kubikmeter 50,77 — 17,18 = 33,59 g Nebel oder tropfbar flüssiges Wasser ausgeschieden; wird mit Dampf gesättigte Luft von — 10° auf 25° er-

wärmt, so hat sie die Fähigkeit,  $22,87 - 2,30 = 20,57$  g Wasser als Dampf aufzunehmen. Ebenso vermag z. B. ungesättigte Luft von  $15^{\circ}\text{C}$  mit einem Feuchtigkeitsgehalt von  $6,38$  g =  $50\%$  rel. Feuchtigkeit bei gleichbleibender Temperatur noch weitere  $6,38$  g Wasser als Dampf aufzunehmen.

Das spezifische Gewicht des Wasserdampfes ist  $0,625$ . Diese Zahl gilt sowohl für gesättigten als auch für ungesättigten Dampf. Unter gewöhnlichem Atmosphärendruck mischen sich Luft und Dampf gleichmäßig. Die Spannung des Dampf-Luftgemisches ist gleich der Summe der Spannungen des Dampfes und der Luft.

Durch die Forschungen über den Londoner Nebel ist es allgemein bekannt geworden, daß der Staub bei der Nebelbildung eine große Rolle spielt. Es wird dadurch erklärlich, daß, noch ehe die Sättigungsgrenze erreicht ist, Nebel auftreten können. Man wird solche zumeist als trockene Nebel empfinden. Wird nun bei steigendem Feuchtigkeitsgehalt das Staubkörperchen durch den auf ihm kondensierten Wasserdampf schwerer, umgibt es sich mit einer Wasserhülle, so wird der Nebel als nässender empfunden. Es gibt so von einer kaum sichtbaren Wasserausscheidung, einem leichten Dunst, bis zu dem als Regen niederfallenden Nebel eine ganze Reihe Abstufungen. — Außer den Staubteilchen haben auch elektrische Vorgänge Einfluß auf die Nebelbildung.

Verfahren zur Entnebelung, die auf Entziehung des überschüssigen Wasserdampfes beruhen. Zur Entziehung von Wasserdampf aus der Atmosphäre könnten hydropische Stoffe wie Schwefelsäure, Chlorcalcium, Natronkalk u. a. m. verwendet werden. Sobald aber in die Arbeitsräume immer wieder von neuem frischer Wasserdampf hineingelangt, ist ein solches Verfahren fruchtlos und das Verfahren deshalb für Färbereien praktisch nicht anwendbar.

Ein weiterer Weg stände in der Abkühlung der Räume offen. Wie oben dargestellt, wird der Wasserbedarf der Luft bei sinkender Temperatur geringer, und der überschüssige Wasserdampf scheidet sich als Nebel oder in tropfbar flüssiger Form aus. Dieses Verfahren ist neuerdings in großem Maßstabe beim Eisenhüttenwesen in Vorschlag gebracht worden und wird nach verschiedenen Berichten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika mit Vorteil

angewendet beim Trocknen der Gebläseluft für die Eisenhochöfen. Für die Zwecke der Färberei ist das Verfahren viel zu kostspielig und kommt praktisch gar nicht in Frage.

Den weitesten Spielraum für die Entnebelung bietet geeigneter Luftwechsel, und zwar naturgemäß Ersatz der feuchten und nebeligen Luft durch trockene oder trockenere als die zu ersetzende. Betrachten wir die Frage der Lüftung eingehender.

Eine „natürliche“ Lüftung, d. h. ohne besondere künstliche Vorrichtungen, von geschlossenen Räumen findet statt infolge der Durchlässigkeit der Wände, der Undichtigkeit der Türen, Fenster usw. im Zusammenhang mit dem Temperaturunterschied der Innen- und Außenluft und dem Windanfall. Da diese Umstände außerordentlich verschieden sind und einwirken, so kann eine bestimmte Größe für den auf natürlichem Wege stattfindenden Luftwechsel allgemein nicht angegeben werden. Nimmt man, wie es wohl oft geschieht, eine einmalige Lufterneuerung in der Stunde durch die natürliche Lüftung an, so würde also eine Luftmenge von der doppelten Größe des Rauminhaltes zur Verfügung stehen, um den in einer Stunde entwickelten Wasserdampf aufzunehmen. Die Erfahrung lehrt, daß diese Luftmenge im allgemeinen für geschlossene Räume, in denen größere Mengen Wasserdampf entwickelt werden, nicht genügt.

Der Luftwechsel kann nun künstlich vermehrt werden durch Öffnen der Fenster und Türen; sind diese Öffnungen reichlich und in geeigneter Weise angebracht, so ist zweifellos, daß sie genügen können, um eine störende Nebelbildung zu vermeiden in Zeiten, während deren die Außentemperatur und die Witterung ein Öffnen gestatten. Es hängt natürlich von dem Feuchtigkeitsgehalt der eindringenden Luft ab, ob sie außer durch Verdrängung der Innenluft noch durch ihre Aufnahmefähigkeit für Wasserdampf der Nebelwirkung entgegenwirken kann. Ist er gering, so wird ein mäßiger Wechsel ausreichen, nähert er sich dem Sättigungspunkte, so wird eine stärkere Luftströmung notwendig, und es können Zugscheinungen auftreten, die eine Grenze gebieten. Jedoch wird es für eine Reihe von Tagen möglich sein, durch die vorhandenen Öffnungen einen ausreichenden Luftwechsel herbeizuführen. Eine besondere Entnebelungsvorrichtung wird in solchen Zeiten nicht notwendig sein, und wenn sie vorhanden ist, außer Tätigkeit bleiben können.



Fenster und Türen können durch Dachöffnungen, Dachreiter und Dunstschornsteine ersetzt und ergänzt werden. Diese haben vor jenen insofern einen Vorteil, als durch die Abführung der Innenluft an der Decke noch der Auftrieb der Luft zur Geltung kommt, falls die Innenluft wärmer als die Außenluft ist. Dieser Vorteil ist aber nur gering und soll nicht überschätzt werden. Der natürliche Auftrieb kann das Herabsinken der kalten, schweren Außenluft durch eben dieselben Öffnungen nicht hindern. Die Wirkung wird völlig vereitelt, sobald durch Windanfall, der nur mäßig zu sein braucht, das Abströmen der Innenluft verhindert wird und im Gegenteil durch den Windstoß kalte Luft in die Abzugsöffnungen eingetrieben wird.

Man hat versucht, den Auftrieb zu verstärken, indem man in die Abzugsröhren Heizschlangen eingebaut hat, oder daß Gasflammen in ihnen brennen, oder indem man die Lüftungsrohre an oder um Rauchsclote von irgendwelchen Feuerungen angeordnet hat; es ist zweifellos, daß die Wirkung dadurch etwas verbessert wird, aber diese Einrichtungen können nicht als zufriedenstellend bezeichnet werden. Der Gedanke, durch kleine, vom Winde getriebene Ventilatoren die Luft abzusaugen, ist im ersten Augenblick bestechend; aber bei Windstille sind sie wirkungslos. Das Einführen von Lüftungsrohren direkt in Schornsteine verbietet sich wegen der Möglichkeit des Eindringens von Rauch und Ruß in die Arbeitsräume und wegen der Verminderung der Leistungsfähigkeit der Schornsteine.

Häufig werden Dunsthauben über der die Wasserdämpfe abgebenden Betriebsvorrichtung angeordnet. Auch hier kann wohl ein gewisser Nutzen zugegeben werden. Die über den Bottichen und dergl. stattfindende Erwärmung der Luft soll für den Auftrieb nutzbar gemacht werden und wird sich auch bei ruhigem Wetter und sonst günstigen Verhältnissen bemerkbar machen. Jedoch dieselben Nachteile wie einfache Dunstschlote haben sie auch, sie werden schon bei mäßiger Luftbewegung versagen, und ein Einsinken kalter Luft wird nicht verhindert werden. Zudem haben sie noch andere Nachteile. Sollen sie irgendwelche besondere Wirkung äußern, so ist es notwendig, daß sie zum mindesten über die ganze Wasserdampf abgebende Fläche reichen und möglichst tief bis wenig über den Rand des Gefäßes hergezogen sind. Das Letztere verbietet sich soweit, als die Benutzung der Bottiche u. ä.

beeinträchtigt werden würde. Für das Einlegen oder Einhängen der Stränge usw. in die Gefäße ist eine ganz erhebliche freie Höhe, etwa 1 m notwendig; der Arbeiter darf auch nicht mit seinem Kopfe oder seinem Gerät an die Dunsthaube anstoßen, so daß ein großer Zwischenraum freibleiben muß, durch den natürlich auch die Wasserdämpfe ungehindert in den Arbeitsraum entweichen können. Einen bedeutenden Nachteil haben sie ferner dadurch, daß sie eine genügende Beleuchtung hindern. — Werden sie aus Blech hergestellt, so rosten sie; sind sie aus Holz, so wird durch die unvermeidliche Fugenbildung ihre Wirkung beeinträchtigt; das Holz fault leicht und vergrößert die Feuersgefahr. An den Rändern tropft das Wasser ab und gefährdet die Ware. Die Anbringung von Dunsthauben zieht ferner die Dachkonstruktion in Mitleidenschaft. Die Kosten sind sehr erheblich; bei beweglichen Barken können sie überhaupt nicht angewendet werden. Alles dies macht ihre Verwendung sehr zweifelhaft.

Eine Vermehrung des Luftwechsels kann leicht auf mechanischem Wege erreicht werden, wo die vorhandenen Tür- und Fensteröffnungen ungenügend sind. Die Notwendigkeit, massenhaft entwickelte Wasserdämpfe zu entfernen, zwingt hierbei bei der häufig geringen Aufnahmefähigkeit der Außenluft für Wasserdampf zu außerordentlich starker Lüfterneuerung, und die Ventilatoren würden wegen der erforderlichen großen Dimensionen im Verhältnis zu ihrer Wirkung sehr hohe Anlage- und Betriebskosten verursachen. Die Abhängigkeit der Nebelbildung von dem Zustande der eingeführten Luft, ihrer Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt macht den Erfolg der kostspieligen Anlage vollends sehr unsicher. Nach alledem wird der durch die einfachsten Mittel, Fenster, Türen und Oberlichter herbeigeführte Luftwechsel bei gleicher Innen- und Außentemperatur fast den gleichen Erfolg haben wie ein künstlich vermehrter. Dieser versagt ebenso wie jener bei ungünstigen meteorologischen Verhältnissen.

Verfahren zur Beseitigung des Nebels, die auf Erwärmung der Räume oder Einführung erwärmter Luft beruhen. Das Steigen der Wasserdampfaufnahmefähigkeit der Luft bei zunehmender Temperatur führt unmittelbar dazu, zur Vermeidung der Nebelbildung eine Erwärmung der Räume oder Einführung vorgewärmter Luft geeignet erscheinen zu lassen.

Erwärmt man beispielsweise einen Raum von  $-10^{\circ}\text{C}$  auf  $+20^{\circ}$ , so wird jedes cbm Luft 20 g Wasserdampf mehr aufnehmen können. In einem Raume von 10 000 cbm werden bei stündlich einmaligem Luftwechsel 400 kg Wasser als unsichtbarer Dampf von der Luft aufgenommen werden können. Gewöhnlich wird aber weit mehr Wasserdampf erzeugt werden, so daß die natürliche Lüftung und Erwärmung nicht ausreichen würde.

Da die Möglichkeit, die Nebel durch Erwärmung der Luft bei natürlichem Luftwechsel aufzulösen, alsbald eine Grenze findet dadurch, daß eine bestimmte Temperatur nicht überschritten werden darf, und durch die bei natürlicher Lüftung unzulängliche Luftmenge, so geht man einen Schritt weiter, indem man die Temperatur bei gleichzeitig gesteigerter Lufterneuerung erhöht. Man gelangt so zu dem einzigen Verfahren, das heute zu praktischem Erfolge führt. Die Ausgestaltung dieses Verfahrens kann sehr mannigfaltig sein.

Die letzte noch mögliche Vereinigung der einzelnen Verfahren ist künstlicher Luftwechsel unter Erwärmung und Trocknung der einzuführenden Luft. Ob und inwieweit dieses Verfahren, namentlich unter Berücksichtigung der hohen Anlage- und Betriebskosten, für die Betriebe Bedeutung erlangen wird, muß die Praxis in der Zukunft entscheiden.

### **Entnebelungsverfahren in der Praxis.**

Nachfolgend seien einige Anlagen und Verfahren beschrieben, wie sie durch das dem Verein der deutschen Textilveredelungsindustrie zur Verfügung stehende Material u. a. Quellen von Adam in der erwähnten Denkschrift gesammelt sind.

1. Entnebelungsanlage einer Färberei. Es sollte die Wärme der von der Kesselanlage abziehenden Rauchgase ausgenutzt werden. Am Fuße des Schornsteins ist ein Exhaustor aufgestellt, welcher die heißen Rauchgase mechanisch absaugt und durch einen unterirdischen Kanal in einen eigenartig gebauten „Calorifère“ leitet, welcher im Arbeitsraume in der Höhe von 2 m über dem Boden angeordnet ist. Hier geben die Gase den größten Teil ihrer Wärme an die durchströmende atmosphärische Luft ab, die von außen eingeblasen wird. Die so erwärmte Luft verbreitet sich in geräumigen, um den ganzen Saal gelegten und mit zahlreichen

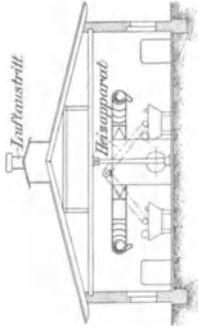
Austrittsöffnungen versehenen Holzschläuchen, um sich in Übermannshöhe mit den aufsteigenden Wasserdämpfen zu vermengen und alsdann durch die in großer Zahl in der Decke angebrachten Dunstschlote bequem zu entweichen.

2. Auf der Ausnützung der Rauchgaswärme beruht auch das von einer Barmer Firma angewandte Verfahren. Unterhalb des Fußbodens zieht sich ein Kanal an den Wänden des zu entnebelnden Raumes entlang. In diesem Kanal liegt ein Heizungsrohr, welches an einem Ende mit einem Exhaustor verbunden ist, der die Feuerungsgase aus dem Schornstein ansaugt und nach ihrem Durchgange durch das Heizrohr ins Freie befördert. An den beiden Enden steht der Kanal mit Luftschächten in Verbindung, durch welche vermittels Ventilatoren Luft in den Kanal eingblasen wird. Der Kanal ist durch eine wagerechte, in der Höhe der Mitte des Heizrohres angebrachte Abdeckung in eine untere und eine obere Hälfte geteilt, welche durch schmale, an beiden Seiten des Heizrohres befindliche Schlitzte miteinander in Verbindung stehen. Die durch die Ventilatoren in den Kanal eingblasene Luft bestreicht zuerst die untere Hälfte des Heizrohres, tritt durch die schmalen Schlitzte neben dem Heizrohr in den oberen Teil des Kanals, erwärmt sich auf diesem Wege und steigt dann durch die durchbrochenen Abdeckplatten des Kanals in den Raum auf.

3. Eine Zellstoffabrik arbeitet wie folgt, um den Wasserdunst aus dem Papiermaschinenraum zu entfernen. Die Trockenpartien der drei Maschinen sind mit dichten Schutzrahmen umkleidet, deren unterer Teil etwa 2 m über dem Fußboden liegt, und welche oben dicht an die Decke anschließen. Nicht nur innerhalb dieses Schutzrahmens, sondern auch im ganzen Entwässerungsmaschinenraum sind dicht unter der Decke Rippenheizkörper angebracht, und zwar unter jedem Gewölbeträger, welche mit Abdampf bzw. auch mit Frischdampf geheizt werden. In der Hauptsache treten die Wasserdünste oberhalb der Trockenzyylinder auf, da die feuchte Zellulose hier getrocknet wird. Durch die Heizkörper wird nun die Luft unterhalb der Decke stark erwärmt, nimmt infolgedessen die Wasserdünste auf, und ein in der Wand angebrachter Exhaustor befördert die mit Wasserdampf gesättigte Luft ins Freie. Die Luft kann von allen Seiten unter dem Schutzrahmen durch wieder zuströmen.

Die Entstäubungs- und Entnebelungs-Bauanstalt von Paul Pollrich & Co. in Düsseldorf beschreibt ihr System

wie folgt: „Ein Ventilator bläst die von außen oder besser von einem warmen Raume angesaugte Luft über eine Heizbatterie, von wo aus dieselbe — nach Bedarf erhitzt — durch geeignete Verteilungsrohrleitungen über die einzelnen Entstehungsstellen des Nebels hingeleitet wird und durch bewährte regulier- und verschließbare Austrittsmundstücke trocken direkt in den Schwaden hineintritt und den Nebel absorbiert. Da bei kalter Temperatur auch der stärkste Nebel herrscht, so wird an solchen Tagen die Luft am stärksten vorgewärmt, während bei geringerer Nebelbildung die Luft auch nur weniger vorgewärmt zu werden braucht. An warmen Tagen genügt es schon meistens, die von außen angesaugte Luft einzublasen, die für Wasserdampf genügend aufnahmefähig ist. Man sieht sofort ein, daß hier die Erwärmung genau reguliert werden muß und ebenso in gleichem Maße die Lufterneuerung. Auf eine ausgiebige Regulierung von Luft und Wärme ist bei diesen Anlagen von vornherein Rücksicht genommen, so daß irgendwelche Belästigungen durch Zug oder Hitze nicht stattfinden. Zur Erhitzung der Luft können Rippenheizkörper, Economiser oder sonstige Wärme abgebende Teile verwendet werden, wie z. B. die heißen Gase von Saugmaschinen u. a. m. Da durch das Einblasen der Luft in dem betreffenden Raume ein kleiner Überdruck entsteht, so müssen regulierbare Öffnungen zum Herauslassen der Luft angebracht werden, und zwar möglichst in einer Höhe von etwa 2 m über dem Fußboden. Zur Ausarbeitung eines Projektes ist eine Situationsskizze erwünscht, aus welcher die Aufstellung der Apparate ersichtlich ist, an denen sich Nebel bildet, unter Angabe von Anzahl und Art der Apparate. Vorhandene Transmissionen sowie deren Umlaufzahl und Richtung, ferner eventuell geeigneter Platz für Ventilator und Heizbatterie sind aufzugeben. Ferner ist Angabe erwünscht, welche Wärmequelle zur Verfügung steht, und ob die Luft zur Belüftung nur von außen oder auch abwechselnd aus einem warmen, nicht zu weit entfernten Raume angesaugt werden soll. Falls zum Antrieb des Ventilators weder Transmission noch elektrischer Strom zur Verfügung steht, kann auch ein direkt gekuppelter Dampfturbinen-Ventilator verwendet werden, dessen Abdampf zur Erwärmung der Heizbatterie beitragen kann“ (s. a. Fig. 81).



Entnebelungs-Anlage  
für eine größere Färberei.

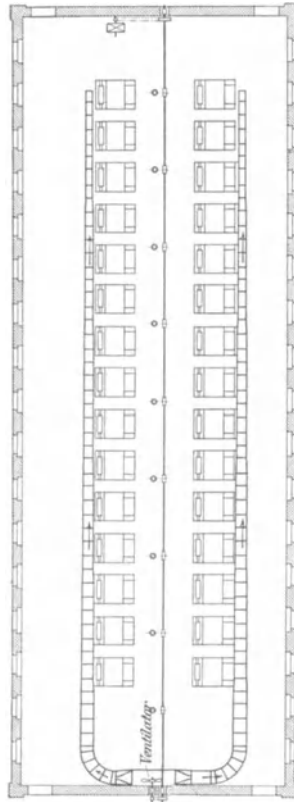
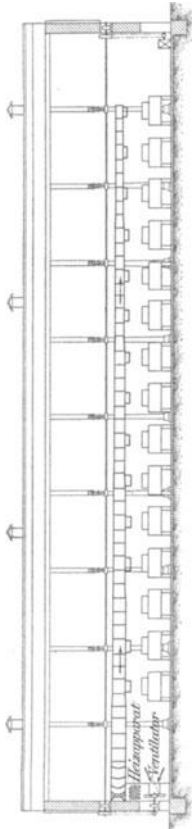


Fig. 81.

## Beleuchtung.

Dieselbe ist in eine natürliche und künstliche zu trennen. Die natürliche Beleuchtung erfolgt durch das Tageslicht, welches seinen Eingang durch die Fenster und Türen findet. Die Frage einer richtigen Beleuchtung ist für Bleichereien, Färbereien und Appreturen eine wichtige, und die Hauptschwierigkeit liegt in der Ungleichheit des Tageslichtes, die von der größeren oder geringeren Stärke der Sonnenstrahlen, von der Widerspiegelung der den Fenstern gegenüberliegenden Flächen und der Farbe des Himmels verursacht wird. Um möglichst gleichmäßige Sonnenstrahlen zu erhalten, hat man den praktischen Ausweg ergriffen, gar keine direkten Strahlen in die Räumlichkeiten eindringen zu lassen. Die Fenster sind zu diesem Zweck alle gegen Norden gerichtet und können nur an der Nordseite der Umfassungsmauer angebracht sein, wenn man das bei Wohnhäusern übliche System nicht verläßt und die Fenster in den Dachstuhl verlegt. Darin liegt nun ein sehr großer Vorteil des Shedbaues, weil er mit seinen zahlreichen Dachstühlen ermöglicht, das Licht über den ganzen Innenraum gleichmäßig zu verteilen. Fenster in der Umfassungsmauer vermitteln eine Helligkeit, die an der Eintrittsstelle am größten ist, nach innen abnimmt und bei Räumen von großer Entfernung bis zum Dämmerlicht sinkt. Zwischenstehende große Körper (Maschinen und dergl.) versetzen ganze Partien in Dunkelheit. Direkte Sonnenstrahlen, auf gesäuerte, chlorierte oder in heiklen Farben naßliegende Ware gelangend, können Schäden hervorbringen; sie verursachen starke Blendung, welche nur durch Anstrich der Glasscheiben vermieden werden könnte; dadurch wird aber das einfallende Licht gedämpft und durch die Farbe verändert; alles Fensterglas soll möglichst farblos sein.

Die richtigste Art der Beleuchtung ist nördliches Oberlicht, wie es die Shedbauten bieten, wenn ihr First von Osten nach Westen verläuft und die Dachfläche mit der Fensterreihe gegen Norden liegt. Dieses Licht wird nur durch die Farbenverschiedenheit des Himmels beeinflusst, ein Umstand, den man nicht ändern kann und der bei allen anderen Bauarten ebenfalls mitspielt. Wie erwähnt, müssen die Fensterscheiben nahezu senkrecht stehen, damit im Winter kein Schnee darauf liegen

bleiben kann. Das Einkitten derselben kann von Vorteil sein, weil es das Eindringen von Ruß und Staub verhindert.

Beim Etagenbau soll die Fensterfläche womöglich 60 % der Bodenfläche ausmachen, bei Shedbau wird nicht über 40 % zu erreichen sein, aber damit doch die richtigere Beleuchtung erzielt werden.

Künstliche Beleuchtungsarten erfüllen ihren Zweck um so vollkommener, je billiger die durch sie erzeugte Helligkeit ist, und je weniger sie durch Wärmeausstrahlung, Verunreinigung der Luft u. a. belästigen. Außerdem kommen Einfachheit, Betriebssicherheit und Ungefährlichkeit sowie, in Färbereien besonders, die Erkennbarkeit der wahren Farben von beleuchteten Gegenständen in Betracht. Über das gegenseitige Verhältnis des Verbrauches und der Kosten der verschiedenen Beleuchtungsarten geben folgende Zahlen Aufschluß <sup>1)</sup>.

Die Leuchtkraft einer Lichtquelle wird nach festgelegten Einheiten gemessen. Als solche gilt in Deutschland seit 1891 die sogenannte Hefnerkerze (HK), die auch im Auslande Annahme gefunden hat. Die frühere Lichteinheit, die Normalkerze (NK), die noch heute bisweilen benutzt wird, ist größer:

$$1 \text{ HK} = 0,833 \text{ NK} \text{ oder } 1 \text{ NK} = 1,20 \text{ HK.}$$

Geeichte Hefnerlampen für Lichtmessungen sind im Handel zu beziehen.

Die Helligkeit (Beleuchtungsstärke) hat die Meterkerze (MK), auch Lux genannt, zur Einheit.  $1 \text{ MK} = 1 \text{ Lux}$  ist diejenige Helligkeit, die von einer Lichteinheit (1 HK) auf einer weißen Fläche aus 1 m Entfernung bei senkrecht auffallenden Lichtstrahlen erzeugt wird.

Geben zwei Lichtquellen gleichen Flächen die gleiche Helligkeit, so verhalten sich ihre Lichtstärken wie die Quadrate ihrer Entfernungen von den beleuchteten Flächen.

Als mittlere Helligkeit wird für Straßenbeleuchtung 1 bis 1,5 MK angenommen, für Arbeitsplätze wenigstens 10 MK, wobei anhaltendes Lesen eben möglich ist. Bei klarem Tageslicht beträgt die Helligkeit einer weißen Fläche etwa 50 MK. Die Leuchtkraft der Sonne ist mit 53 000 NK angenommen worden. Für Betriebs-

---

<sup>1)</sup> Nach Dr. Schilling und Güldner: Betriebsleitung und praktischer Maschinenbau.



räume in Färbereien und Bleichereien kann keine Norm aufgestellt werden, da zu verschiedene Arbeiten verrichtet werden und hierzu verschiedene Anforderungen gestellt werden müssen.

Vom gesundheitlichen Standpunkte aus ist diejenige Beleuchtungsart die beste, die in ihren Verbrennungsstoffen am wenigsten Stickstoff, Kohlensäure, Wasserdampf und Wärme an die Umgebung abgibt und möglichst wenig Sauerstoff verbraucht

Nach Versuchen von Strache kommen stündlich auf 1000 Kerzen Lichtstärke folgende Verbrennungsgase in Kubikzentimetern.

	N	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	O	Wärmeeinheiten (WE)
Stearinkerzenlicht . . . . .	78,8	13,2	13,0	19,7	89 800
Steinkohlengas, offen . . . . .	44,4	4,82	11,6	11,1	45 500
Petroleumlicht . . . . .	32,0	6,12	7,2	9,7	44 184
Ölgas, offen . . . . .	24,0	3,60	5,8	6,5	29 117
Wassergas, karburiert . . . . .	25,3	0,86	5,8	6,7	31 838
Steinkohlen-Auerlicht . . . . .	10,4	1,00	2,7	2,6	10 500
Acetylenlicht . . . . .	7,2	2,00	0,7	1,8	8 400
Ölgas-Auerlicht . . . . .	5,04	0,75	1,2	1,35	6 121
Wassergas-Auerlicht . . . . .	3,1	0,66	0,85	0,80	4 250

Hiernach ist das Wassergas-Auerlicht diejenige Beleuchtungsart, welche nach dem elektrischen Licht die umgebende Luft am wenigsten verunreinigt und erwärmt.

Die Wirkungsgrade, d. i. die Nutzeffekte der gebräuchlichen Beleuchtungsarten sind sehr verschieden, im allgemeinen aber noch sehr ungünstig. Im besten Falle beträgt die Lichtausbeute bei dem Bogenlicht 19 %, danach kommt das elektrische Glühlicht mit 5 %. Der Auerbrenner nutzt noch nicht 2 %, die Petroleumlampe nur ½ % und der Leuchtgasschnittbrenner kaum 0,4 % der aufgewendeten Energie aus.

Die neueren Leuchtgaslampen haben den Gasverbrauch für die HK beträchtlich vermindert, doch werden die Lichtkosten mehr oder weniger durch den Glühkörperersatz vergrößert. Bei sehr schonender Beanspruchung hat ein Glühstrumpf eine Lebensdauer bis zu 600 Brennstunden. Nach 200 Brennstunden nimmt die Leuchtkraft des Strumpfes allmählich ab, der Gasverbrauch für die NK also zu. Von etwa der 500. Brennstunde an beträgt dieser Mehrverbrauch 30—35 % gegenüber dem günstigsten

Anfangsverbrauch. Durchschnittlich rechnet man bei Gasglühlicht auf jede HK etwa 1,5—1,75 l Leuchtgasverbrauch.

Die künstliche Beleuchtung wird durch mehrere Systeme vertreten, neben welchen andere nur sehr untergeordnete Bedeutung erlangen konnten. Wir beschränken uns deshalb auf die Beschreibung der Petroleum-, Gas- (Acetylen-) und elektrischen Beleuchtung.

### Petroleumbeleuchtung.

Die Petroleumbeleuchtung ist so allgemein bekannt, daß man eine Beschreibung ruhig unterlassen kann. Die modernen Bleicherei-, Färberei- und Appreturbetriebe werden nur dann für diese Beleuchtungsart eingerichtet werden, wenn weder Gas noch Elektrizität zu beschaffen ist, und der Betrieb so klein ist, daß er sich keine eigenen Elektrizitätsanlagen schaffen kann.

Es ist rätlich, die Lampen in Laternenform anzuwenden, damit die Zylindergläser vor dem Bespritzen mit Wasser geschützt sind; sind dieselben heiß, so bringt sie das kleinste Tröpfchen zum Springen.

Die neu eingeführten Petroleumlampen mit großen und zweckmäßig eingerichteten Brennern geben verhältnismäßig gutes Licht und stellen sich im Betriebe unter Umständen billiger ein als Gas.

Es sind noch die mehrfach eingeführten Benzinlampen (Gasolin) zu erwähnen, die mit offener Flamme (ähnlich offenem Gaslicht, dem alten Schnittbrennerlicht) brennen, sehr hell leuchten und billig arbeiten, aber andere Mängel zeigen.

### Acetylenbeleuchtung.

Die Acetylenbeleuchtung kommt eigentlich nur da in Betracht, wo weder elektrischer Strom noch Leuchtgas (Steinkohlengas u. a. Leuchtgase) zu haben sind. Die Leuchtkraft des Acetylens ist etwa 15 mal größer als beim Steinkohlengas und 3—4 mal größer als beim Auerlicht. Der Preis für die Lichteinheit ist jedoch infolge der höheren Erzeugungskosten des Acetylens höher als beim Auerlicht. Die Wärmeausstrahlung und die Verbrennungsgase einer Acetylenflamme betragen nur

Vergleichstabelle für verschiedene Lichtquellen (nach Dr. Schilling).

Art der Beleuchtung	Für 1 Lichteinheit HK		Für 1 Brennstunde		
	Stündlicher Material- verbrauch		Leuchtkraft HK	Verbrauch	Kosten Pf.
			Kosten Pf.		
1 Stearinkerze . . . . .	9,2 g, pro 1 g	0,15 Pf.	1,380	11,0 g	1,65
2 Petroleum 20'' . . . . .	4,7 cem, pro 1 l	20 "	0,094	0,141 l	2,82
3 Petroleumglühlicht (Keroslicht) . . . . .	1,0 "	" 11 20 "	0,020	0,5 l	10,00
4 Spiritusglühlicht 14'' . . . . .	1,2 "	" 11 40 "	0,048	0,072 l	2,88
5 Luftgasglühlicht, Einzelanlage . . . . .	0,5 g Solin, 1 kg	40 "	0,020	30 g	1,20
6 (250 g Solin) Zentrale . . . . .	2,0 l, pro 1 cbm	20 "	0,040	120 l	2,40
7 Wassergasglühlicht, Einzelanlage . . . . .	2,0 l " 1 "	3 "	0,006	100 l	0,30
8 " Zentrale . . . . .	2,0 l " 1 "	20 "	0,040	100 l	2,00
9 Acetylen, Einzelanlage . . . . .	2,2 g Karbid, 1 kg	20 Pf.	0,044	88 g	1,76
10 " Zentrale . . . . .	0,6 l, pro 1 cbm	160 Pf.	0,096	24 l	3,84
11 Acetylenglühlicht . . . . .	0,25 l, " 1 "	160 "	0,040	15 l	2,40
12 Leuchtgas, Schnittbrenner . . . . .	10,0 l, " 1 "	20 "	0,200	140 l	2,80
13 " Argandbrenner . . . . .	8,5 l, " 1 "	20 "	0,170	170 l	3,40
14 " Gasglühlicht . . . . .	1,5 l, " 1 "	20 "	0,030	120 l	2,40
15 " Prägaslicht . . . . .	0,8 l, " 1 "	20 "	0,016	360 l	7,20
16 Elektrizität, Glühlampe, Kohlenfaden . . . . .	3,5* Watt, pro HW	6 Pf.	0,210	56 Watt	3,36
17 " Nernstlampe . . . . .	1,65 "	" 6 "	0,099	220 "	13,20
18 " Osmiumlampe . . . . .	1,5 "	" 6 "	0,090	48 "	2,88
19 " Bogenlichtm. Glocke(sphär.) . . . . .	1,1 "	" 6 "	0,084	440 "	26,40
20 " Flammbogenlicht(sphärisch) . . . . .	0,234 "	" 6 "	0,014	440 "	26,40

\*) Der sogenannte „spezifische Verbrauch“ ist gleich dem Quotienten aus Energieverbrauch und Kerzenstärke; demnach entspricht das Produkt aus spezifischem Verbrauch und Kerzenstärke dem Energieverbrauch. Der spezifische Verbrauch der Kohlen-Glühlampen = etwa 3,5 Watt, derjenige neuer Metallfadenlampen (Osmium-, Osram-, Tantal-, Sirius-Lampen usw.) im Durchschnitt etwa 1 $\frac{1}{4}$  Watt (1—1,5). Bogenlicht hat einen spezifischen Verbrauch bis 0,5 Watt, Quecksilberdampflampe einen solchen bis zu 0,3 Watt. (Zusatz des Verfassers.)

$\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$  derjenigen einer gleichhellen Steinkohlengasflamme; das Acetylenlicht ist so weiß und rein, daß es viele Farben erkennen läßt. Acetylen erfordert ganz besondere Brenner mit feinen Öffnungen, da dasselbe unter verhältnismäßig hohem Druck (80 bis 120 mm Wassersäule) austreten muß. Die Verteilungsrohrleitungen können etwas enger als bei Steinkohlengas sein.

Das Acetylen wird aus Calciumkarbid erzeugt, indem man dasselbe in einfachen Apparaten mit Wasser befeuchtet. Hierbei zersetzt sich das Karbid unter heftiger Reaktion zu Acetylen und Kalkhydrat. Das Karbid ist eine harte, schwarzgraue Masse, welche gegen Feuer unempfindlich ist. Aus 1 kg Karbid entstehen bei guter Ausnützung etwa 300 l Acetylen, ein farbloses Kohlenwasserstoffgas vom spezifischen Gewicht 0,91. Der Heizwert von 1 cbm Acetylen beträgt rund 13 200 WE, ist also fast  $2\frac{3}{4}$  mal so hoch als beim Steinkohlengas. Der hohe Preis des Karbids und die Explosionsgefahr desselben (höhere Feuerversicherungsprämien!) stehen einer Verbreitung der Acetylenbeleuchtung hindernd im Wege.

Die Befürchtung, daß sich die feinen Ausflußöffnungen verstopfen möchten, ist bei richtiger Anlage durch die Erfahrung widerlegt worden.

### Gasbeleuchtung.

Leuchtgase werden auf verschiedene Arten hergestellt: Steinkohlen, Öl, Holz, Fett und Seifenabfälle werden einer trockenen Destillation in rot- bis weißglühenden Retorten unterworfen. Die entstehenden Gase werden durch weite Röhren einer Vorlage zugeführt, welche, zum Teil mit Wasser gefüllt, ein Zurücktreten der Gase in die Retorte verhindert, eine Abkühlung herbeiführt und leicht ausscheidbare Unreinigkeiten zurückbehält. Die Gase gelangen von da in den Wascher, einen Wasserbehälter mit aufgesetzten langen Röhren, in welchen dieselben weiter gekühlt und vom Teer befreit werden. Um die Abkühlungsflächen zu vergrößern, sind Wascher und Röhren teilweise mit faustgroßen Steinen angefüllt. Vom Wascher gelangen die Gase in den Reiniger, dem die Aufgabe zugewiesen ist, sie von den mitgeführten schädlichen Schwefelverbindungen und der Kohlensäure zu befreien. Sie durchstreichen zu diesem

Zwecke mehrere Hürden mit locker aufgeschüttetem Ätzkalk oder Eisenoxyd, welche die genannten Unreinigkeiten zurückhalten. Je gründlicher die Reinigung erfolgt, desto höher ist die Leuchtkraft. Bei dem Hindurchtreten durch die Gasuhr werden die Gase nach ihrem Kubikinhalte gemessen und gelangen dann in den Gasbehälter, den Gasometer; von diesem aus werden die Brenner mit dem Leuchtmaterial versehen. Es geschieht dies durch Rohrleitungen — gegossene Muffen- und schmiedeeiserne Gewinderöhren — in ähnlicher Anlage wie bei den Wasserleitungen. Gummi darf zu ihrer Abdichtung nie verwendet werden, weil dasselbe von Leuchtgas zerstört wird. Umgekehrt wie bei den Wasserleitungen erhält der Rohrstrang Gefälle nach dem Ausgangspunkt hin. Das Gas hat leichtes spezifisches Gewicht und strebt in die Höhe, nicht in die Tiefe, etwa mitgerissenes Wasser hat aber Gelegenheit, in den Wasserabschluß des Gasometers zurückzulaufen.

Die öffentlichen Gasanstalten liefern fast ausschließlich Steinkohlengas. Auch viele Fabrikgasereien sind auf dieses System eingerichtet, sie sind aber meist nicht in der Lage, billigeres Gas herzustellen, als es von den großen Anstalten abgegeben wird. Es ist zu seiner zweckdienlichen Erzeugung ein großer, für die Verteilung der allgemeinen Unkosten stets vorteilhafterer Betrieb nötig, der von Privaten schwer durchführbar ist, da kein Bedarf für ununterbrochene (Tag und Nacht andauernde) Destillation vorhanden ist. Dadurch müssen die Retorten eine tägliche Abkühlung und Wiedererhitzung durchmachen, was zu rascher Zerstörung der Retorte führt und eine ungeheure Verschwendung von Brennmaterial bedingt. Die Steinkohlen geben einen wertvollen Destillationsrückstand, den Koks, in einer Ausbeute von 50—75 %. Davon genügen bei ununterbrochenem Betrieb ca. 30 % zur Gasofenheizung, der Rest kann als geschätztes Brennmaterial verkauft werden. Bei Tagesbetrieb allein wird der sämtliche Koks zur Feuerung benötigt und reicht unter Umständen nicht einmal aus.

Das Leuchtgas (Steinkohlengas) tritt mit einem Druck von durchschnittlich 50—80 mm Wassersäule in die Hauptleitung; der Druck sinkt in den Nebenleitungen bis auf 25—50 mm und beträgt vor den Brennern gewöhnlich 10—30 mm. Ein niedriger Gasdruck ist bei genügender Brenneröffnung am vorteilhaftesten;

für Schnittbrenner und dergleichen ist der günstigste Druck 12—15 mm. Die entwickelte Lichtstärke hängt von der Brennerform ab, und zwar ist die mit gleicher Gasmenge in verschiedenen Brennerarten erzeugte Lichtstärke nach Turner (vgl. auch Güldner, Betriebsleitung und praktischer Maschinenbau):

Einfacher Stahlbrenner	Fledermausbrenner		Fischschwanz- brenner	Argandbrenner	
	klein	groß		24 Löcher	42 Löcher
100	135	164	138	183,5	182,3

Als Normalgasflamme gilt eine 15 kerzige Argandflamme von 0,15 cbm stündlichem Gasverbrauch; man erhält die erforderliche Anzahl Flammen, wenn man auf je 25 cbm Raum eine Normalgasflamme rechnet.

Fledermaus- oder Schnittbrenner und Fischschwanz- oder Zweilochbrenner haben etwa 12—15 HK und verbrauchen stündlich 125—200 l Gas; Argandbrenner 13—25 HK bei 125—250 l Gasverbrauch in der Stunde; Siemens-Regenerativbrenner werden für Innenbeleuchtung von 250—750 HK, für Außenbeleuchtung bis zu 4000 HK ausgeführt; der Gasverbrauch der kleineren Siemensbrenner beträgt etwa  $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$  des Gasverbrauches von gleich lichtstarken Schnittbrennern.

Bei dem Hängegaslicht (Invertlicht) ist der Glühstrumpf in entsprechenden Haltern so aufgehängt, daß in ihm eine nach unten gerichtete Bunsenstichflamme brennen kann. Man erreicht dadurch eine bessere Ausbreitung und Ausnützung des Lichtes auf den Flächen unterhalb der Lampe, also eine wirtschaftlichere Lichtverteilung.

Das Preßgaslicht wendet Leuchtgas- oder Gasluftgemische unter höheren Spannungen (200—1500 mm Wassersäule) an, um größere Lichtstärken (bis 1800 HK) zu erzielen; meistens ist hierbei auch der Gasverbrauch für die HK kleiner als bei gewöhnlichem Glühlicht. Der Lampenzylinder fällt bei Preßgaslicht fort.

Die Wirtschaftlichkeit der Lichterzeugung ist durch das Preßgaslicht erheblich gestiegen; in den großen Preßgasintensivlampen werden etwa nur 0,45 l Gas, in den kleinen Hängegasglühlampen 0,8—1,1 l Gas pro eine Kerzenstunde verbraucht, gegenüber dem alten Auerbrenner mit 1,5 l Gasverbrauch. Die Kosten für gleiche Lichtmengen sind also in dem letzten Jahrzehnt bei gleichem Gaspreis durch die neueren Lampen etwa

auf die Hälfte gegen früher gesunken, und die Gasbeleuchtung wird in bezug auf Billigkeit und Lichtfülle von keinem anderen Beleuchtungsmittel übertroffen. In bezug auf die Bequemlichkeit der Zündung läßt dieselbe jedoch manches zu wünschen übrig, und es wird an der Vervollkommnung in dieser Richtung eifrig gearbeitet.

Störungen bei Leuchtgasanlagen können verschiedener Natur sein: Verstopfungen durch Wasseransammlung, durch Einfrieren der Leitung, durch Naphthalinbildung, durch nachlässiges Verlegen oder gewaltsame Veränderungen der Leitung, durch Versagen oder unrichtige Behandlung der Gasmesser und Druckregler. Kleinbrennen der Flammen kann veranlaßt sein durch teilweise Verstopfungen und Verengungen der Leitung oder der Brenner, durch zu eng angelegte Rohrleitung, durch zu klein gewählte Gasmesser, durch Unregelmäßigkeiten im Funktionieren des Druckreglers. Blaubrennen der Flammen kann vorkommen bei schlechtem Leuchtgas, bei Luftanwesenheit in der Leitung, bei Bunsenbrennern infolge ungünstiger Gemischeinstellung. Sausen der Flammen liegt an zu hohem Druck. Zucken der Flammen wird hervorgerufen durch Wasseransammlung in der Leitung, durch überfüllte oder verschmutzte Gasmesser, durch unregelmäßige Entnahme großer Gasmengen aus der Leitung, z. B. durch Gasmaschinen, Feuerungsanlagen u. a., durch starke Vibration des Gasdruckreglers oder der Beleuchtungskörper.

Die nassen Gasmesser sind frostfrei, am besten im Keller aufzustellen, im Winter mit Glyzerin zu füllen oder durch Umhüllung sehr sorgfältig gegen Einfrieren zu schützen.

Ölgas stellt sich bei höherer Leuchtkraft billiger als Steinkohlengas. Die Retorten dafür haben verschiedene Formen und durch eingeschobene Ablagerungsgefäße die Verbesserung erhalten, die pechartigen, nicht vergasbaren Rückstände von den Retortewandungen fern zu halten, wodurch die Abnützung vermindert und die Reinigung erleichtert wird. Die Rückstände sind zur Feuerung wertlos, es muß deshalb ein besonderes Brennmaterial (Steinkohlen) zur Retortenerhitzung verwendet werden. Für Sengereizwecke ist Ölgas gut verwendbar.

Für Holzgas eignen sich dünne Föhren- und Buchenscheite am besten; sie stellen sich aber zu teuer. Der Retortenrückstand — die Holzkohlen — bilden ein gutes Feuerungsmaterial

Gaserzeugung aus Fett- und Seifenrückständen kann für Walkereien, Wäschereien usw. von Interesse sein. Die Abfallwässer werden mit Ätzkalk versetzt und Kalkseife abgeschieden, die letztere vergast. Der Kalkzusatz ist für die Reinigung der Wässer nur vorteilhaft. In der Praxis wird diese Art Gas aber noch kaum hergestellt.

Wassergas wird durch Zersetzung gespannter Wasserdämpfe beim Durchstreichen durch glühende Anthrazitkohlen erhalten; es besteht in der Hauptsache aus einem Gemisch von Wasserstoff und Kohlenoxydgas. Ein an sich angenehmer Mißstand ist die völlige Geruchlosigkeit dieses Gases, wodurch Vergiftung leicht möglich ist; es müssen ihm deshalb stark riechende Körper beigemischt werden. Der Mangel an schweren Kohlenwasserstoffen bedingt, daß seine Flamme nicht leuchtet. Es müssen deshalb künstlich solche im sogenannten Karburierungsapparat hineingebracht werden, was durch Beimischung von Öl und Naphhtadämpfen geschieht. Das Wassergas ist billig und soll für die gleiche Wirkung etwa die Hälfte kosten wie einfaches Steinkohlengas. Für Beleuchtungszwecke ist es dann erst zu empfehlen, wenn das Karburieren umgangen werden kann.

Die Gasleitung in den Räumen ist für alle Gasarten dieselbe — eiserne Röhren —, wie bei der Außenleitung beschrieben, und von einem der Entnahme entsprechenden lichten Durchmesser. Als Brenner soll kein Metall verwendet werden wegen der durch feuchte Räume begünstigten Oxydation. Am besten sind offene Flammen mit sogenannten Zweilochbrennern aus Speckstein, die sich selten verstopfen und leicht gereinigt werden können. Die Bunsenbrenner für nicht leuchtende Flammen sind vorläufig für Beleuchtungszwecke nicht verwendbar, weil sie zu empfindlich gegen Feuchtigkeit und Unreinigkeiten sind. Besonderer Wert ist auf eingeschaltete Druckregulatoren zu legen, da bei hohem Druck zu viel Gas unter Verminderung der Leuchtkraft verbraucht wird. In allen Räumen, wo trockene Ware bearbeitet wird, sind die Flammen mit großen, weitmaschigen Drahtkörben (enges Gewebe wirft Schatten) zu umgeben, um ein Hineingelangen der Tücher zu verhindern.

Fragt man sich, in welchen Fällen Gasbeleuchtung wünschenswert ist, so ist zu antworten:

1. Wenn bei billig zu erstellender Anlage eine öffentliche



Gasanstalt in der Nähe ist und Elektrizität zu teuer, bzw. überhaupt nicht zu haben ist.

2. Wenn mit der Bleicherei, Färberei oder Appretur usw. eine Sengerei verbunden ist, die ohnehin Gas benötigt. Der durch die Beleuchtung vergrößerte Verbrauch wird die Einheitskosten der Anlage verbessern helfen.

### Elektrische Beleuchtung.

Die Leuchtkraft des elektrischen Lichtes ist bedeutender als diejenige der meisten anderen Lichtquellen; dabei ist die Flamme farblos und dem Sonnenlicht ähnlicher (namentlich Bogenlicht), aber nicht gleich. Man muß der Ansicht entgegengetreten, daß die Farbenunterscheidung bei elektrischem Licht gleich gut sein soll wie beim Tageslicht; viel besser als bei anderer künstlicher Beleuchtung ist sie sicher <sup>1)</sup>. Die Erzeugung der Elektrizität zur Beleuchtung geschieht für industrielle Zwecke ausschließlich mittels der Dynamomaschinen, welche die von einem Motoren erhaltene Bewegung in Elektrizität umsetzen. Diese Maschinen sind Induktionsapparate. Induktion entsteht, wenn zwischen den beiden Polen eines (oder mehrerer) Hufeisenmagneten ein mit isolierten Kupferdrähten umwickelter Eisenkern sich dreht; — sie wird um so höher, je rascher die Drehung erfolgt. Wir haben drei Teile am Induktionsapparat: 1. den Elektromagneten, 2. den Rotationsteil, 3. die Vorrichtung, welche die Drehbewegung des Motors empfängt und sie dem Rotationskern überträgt. Die Induktion erzeugt bei jeder Drehung zweimal Ströme von entgegengesetzter Richtung, — Wechselströme. Durch den Stromwender (Kommutator) ist es möglich, den Strom in einer Richtung zu erhalten. Wo ein Kommutator nötig ist, ist er gleichzeitig auch ein Stromsammler.

Ein Kommutator wird bei vielen Einrichtungen durch die eigenartige Führung der Drahtwickelungen des Rotationsteiles umgangen; ein Stromsammler (Kollektor) ist immer nötig. Zur Stromabnahme dienen Schleiffedern oder Bürsten, welche auf dem Stromsammler gleiten. Von ihnen wird der Elektromagnetis-

---

<sup>1)</sup> Näheres s. Heermann: „Koloristische und textilchemische Untersuchungen“, Kapitel über Photoskopie, S. 82 ff.

mus einerseits zu dem Eisenkern der Magnete, anderseits als Gebrauchsstrom zu seiner Verwendung und dann wieder zurück zum Sammler geführt. Alle diese Maschinen heißen Gleichstrommaschinen. Es werden aber auch Dynamos ohne Kommutator mit Wechselstrom gebaut und für Lichterzeugung verwendet.

Praktische Maßeinheiten. Aus dem CGS-System (Centimeter-Gramm-Sekunden-System) sind folgende Maßeinheiten in den technischen Gebrauch übergegangen.

1. Einheit der Strommenge, das Coulomb, ist diejenige Strommenge, welche 1,118 mg Silber aus einer Silbernitratlösung abscheidet.

2. Einheit der Stromstärke, das Ampere, ist diejenige Stromstärke, bei welcher in 1 Sekunde 1 Coulomb den Stromkreis durchfließt. (1 Amperestunde = Strommenge, welche für 1 Stunde 1 Ampere oder auch für n Stunden  $1/n$  Ampere liefert = 3600 Coulomb.)

3. Einheit des Widerstandes, das Ohm, gegeben durch den Widerstand eines Quecksilberfadens von  $0^{\circ}$  und 106,3 cm Länge, dessen Masse 14,4521 g, dessen Querschnitt 1 qmm beträgt. (1 Siemens = 0,944 Ohm und die British Association Unit., B. A. U., = 0,989 Ohm.)

4. Einheit der Spannung, das Volt, ist die Spannung, die in einem Leiter von 1 Ohm Widerstand die Stromstärke von 1 Ampere ergibt.

5. Einheit der Arbeit, das Watt oder Volt-Ampere, ist die während 1 Sekunde von der Stromstärke 1 Ampere unter dem Einflusse der elektromotorischen Kraft von 1 Volt erzielte elektrische Leistung. 100 Watt sind ein Hektowatt (HW), 1000 Watt = 1 Kilowatt (KW). Ein Watt =  $\frac{1 \text{ Meterkilogramm}}{9,81}$  pro Sekunde = 0,102 mkg; daher 1 Pferdekraft = 735,5 Watt.

Für ein ruhiges, angenehmes Licht ist eine hohe Gleichmäßigkeit des Ganges der den Strom liefernden Dynamomaschine erforderlich; Akkumulatoren können den Spannungsausgleich vollziehen. Glühlicht ist am empfindlichsten, da bei diesem jedes Prozent Spannungsschwankung 6—8 % Leuchtkraftwechsel hervorruft; hier dürfen die Schwankungen in der Umdrehungszahl nicht über 2 % betragen, während das Bogenlicht bis zu 5 % Geschwindigkeitswechsel gestattet.

Lampen. Das elektrische Licht wird durch Glühlampen und Bogenlampen erzeugt, von denen erstere fast nur zur Innenbeleuchtung, letztere zur Außenbeleuchtung und zur Beleuchtung großer und hoher Räume dienen. Der von den Lampen verbrauchte Strom kann Gleichstrom oder Wechselstrom sein; Gleichstromlampen brennen mit etwas verminderter Leuchtkraft auch im Wechselstromkreis, der jedoch zur Erzeugung von Bogenlicht besonderer Lampenkonstruktionen bedarf.

Kohlenfadenglühlampen. Es ist die älteste, billigste und verbreitetste Form der Glühlampen. Der leuchtende Körper ist hier ein gewundener Holzstoff-(Zellulose-)Faden, der in einer oder mehreren Windungen in einer luftleeren Glasbirne aufgehängt ist. Die Fadenenden ruhen an zwei Platindrähtchen, die luftdicht in den Birnenhals eingeschmolzen sind und zur Stromzuführung dienen. Mittels des Sockels wird die Glasbirne in der Fassung des Lampenhalters befestigt und der Kohlenfaden dadurch ohne weiteres an den Stromkreis angeschlossen. Die Dicke des Fadens steht im umgekehrten Verhältnis, die Fadenlänge im geraden Verhältnis zur Stromspannung; bei den Hochspannungsglühlampen ist der Kohlenfaden so dünn bzw. so lang, daß er an einer oder zwei Stellen mit der Birnenwand verankert oder in zwei getrennte Fäden zerlegt werden muß. Diese können entweder gleichzeitig oder nacheinander benutzt werden, je nachdem die Leuchtkraft oder die Lebensdauer verdoppelt werden soll.

Kohlenfadenglühlampen werden von 5—100 HK bei 10 bis 250 Volt Spannung hergestellt; die 16 kerzige Lampe gilt als Normallampe, die vorzugsweise benutzt wird. Lampen von 50—100 HK sind für Räume empfehlenswert, die bei verhältnismäßig geringer Lampenzahl doch eine besonders helle Beleuchtung erfordern. Diese lichtstarken Lampen sind ökonomischer als Gruppen von kleineren Glühlampen<sup>1)</sup>; sie sind auch an Stelle kleiner Bogenlampen verwendbar und bieten hierbei den Vorteil, keine Bedienung zu erfordern.

Der spezifische Verbrauch an Strom beträgt je nach der Klemmenspannung und Lichtstärke anfangs 2,5—3,0 Watt für

---

<sup>1)</sup> Eine Lampe von 100 HK z. B. hat die Helligkeit von sechs 16-K-Lampen, kostet aber nur so viel wie vier 16-K-Lampen und verbraucht für jede Normalkerze weniger Strom als die normale 16-K-Lampe.

die HK und nimmt mit dem Alter zu. Nach etwa 400 Brennstunden, wo die Lampe bei noch vollem Stromverbrauch bereits 20 % ihrer normalen Leuchtkraft verloren hat, nimmt der Stromverbrauch ganz besonders schnell zu. Es ist also nicht vorteilhaft, die ganze Lebensdauer der Lampen auszunützen. Der allmählich von dem Kohlenfaden abgesonderte feine Staub setzt sich als sog. Altersbeschlag auf der Innenseite der Glasbirne ab und vermindert deren Lichtdurchlässigkeit.

Bei der normalen Klemmenspannung von 65—120 Volt erträgt eine Glühlampe günstigen Falles 800—1000 Brennstunden, bei höheren Spannungen weniger. Trotzdem sind die Hochspannlampen im allgemeinen wirtschaftlicher, da sie für die Lichteinheit erheblich weniger Strom verbrauchen. Die Glühlampen sind so billig, daß die kürzere Lebensdauer der Hochspannungslampen durch deren viel geringeren Stromverbrauch mehr wie ausgeglichen wird, wenn die Stromkosten nicht ungewöhnlich niedrig sind.

Sparlampen. Zu diesen sind in erster Linie Metallfadenglühlampen und Nernstlampen zu rechnen. Erstere enthalten an Stelle von Kohlenfäden metallisierte oder neuerdings Metallfäden, wodurch der Stromverbrauch bis um 70 % herabgesetzt wird. Die Glühfäden befinden sich in luftleeren Birnen. Das für die Metallfadenlampen wertvollste Metall ist bis heute das Wolfram. Es kommen auf diesem Gebiete aber fast täglich Neuerungen vor. Die wichtigsten Lampen sind etwa folgende.

Osmiumlampe von Auer. Hier ist der Kohlenfaden durch Osmiummetall ersetzt. Es stellt dies die erste und älteste Metallfadenlampe dar und verträgt ziemliche Spannungsschwankungen. Diese Lampen haben einen spezifischen Verbrauch von etwa 1,4—1,5 Watt für eine HK, verbrauchen also die Hälfte des Stromes, der von der alten Kohlenfadenlampe benötigt wird. Die Lebensdauer der Lampe beträgt etwa 500—600 Brennstunden. Die Preise sind schwankende und infolge des Wettbewerbs fortwährend sinkende.

Die Osramlampe ist eine Verbesserung der vorigen und enthält einen Metallfaden aus Osmium und Wolfram. Diese Lampe kann keine Erschütterungen vertragen und muß möglichst senkrecht aufgehängt werden. Sie erreicht eine Brenndauer bis zu 1000 Stunden, wird für Spannungen bis 250 Volt und für

25—100 HK Lichtstärke hergestellt. Der spezifische Stromverbrauch ist etwa  $1-1\frac{1}{4}$  Watt.

Die Tantallampe hat einen Glühfaden aus Tantalmetall, welches gegen Erschütterungen unempfindlicher ist als die vorstehende Lampe. Die Brenndauer ist 500—600 Stunden, die Helligkeit nimmt schnell ab, der Stromverbrauch ist 1,6 bis 1,7 Watt.

Die Siriuslampe und noch viele andere neuere Systeme gleichen am meisten der Osramlampe mit Wolfram als Hauptbestandteil des Glühfadens, mit großer Empfindlichkeit gegen Stoß und Erschütterung und einem spezifischen Verbrauch von etwa  $1-1\frac{1}{4}$  Watt für eine HK.

Die Nernstlampe ist eine elektrische Glühlampe ohne Luftabschluß, bei welcher der Kohle- oder Metallfaden durch einen Leiter zweiter Ordnung (leitet den Strom nur in der Wärme) aus bestimmten Metalloxyden ersetzt ist. Der Leiter muß zunächst durch eine äußere Hilfszündung (Platinspirale) erhitzt werden, bevor er zum Glühen gebracht wird. Die Brenndauer beträgt etwa 300 Stunden und die Lampe kann jederzeit ausgewechselt werden. Die Lampe ist besonders für hohe Spannungen und größere Lichtstärken geeignet, sie wird für 25, 50, 65, 135 HK bei 110 und 220 Volt Spannung hergestellt. Die kleineren Lampen haben Einschraubsockel und können in vorhandene Glühlampenfassungen eingesetzt werden; die größeren Lampen haben Gehänge nach Art der Bogenlampen. Der spezifische Stromverbrauch beträgt  $1\frac{1}{2}$  Watt. Die Empfindlichkeit der Leitungsstifte oder -stäbchen und das nicht augenblickliche Erglühen haben die Nernstlampe mit Vervollkommnung der Metallfadenslampen zurückgedrängt, und es ist anzunehmen, daß sie über kurz oder lang ganz außer Gebrauch kommen wird.

Mit Rücksicht auf den stets erheblich teureren Preis der Sparglühlampen (Metallfaden- und Nernstlampen) und der Ersatzteile gegenüber den Kohlelampen wird man erstere nur dann mit sicherem Nutzen bevorzugen, wenn der Strompreis hoch ist; andernfalls stellen sich die gesamten Beleuchtungskosten (Stromkosten + Lampenkosten) bei Kohlefadenglühlampen günstiger. Wird also beispielsweise elektrischer Strom von städtischen Zentralen oder Elektrizitätsgesellschaften zu einem Preise von 30—40—50 Pf. für 1 KW bezogen, dann werden gute und gut

angebrachte und behandelte Sparglühlampen Vorteile bieten; in Fabrikbetrieben mit eigener Dynamoanlage, wo das Kilowatt etwa 3—3½—4 Pf. zu stehen kommt, wird man dagegen nur selten zu Sparlampen greifen.

Die Verteilung der Glühlampen kann etwa nach folgendem Grundsatz geschehen.

Die 16 kerzige Lampe genügt für: 20 qm bei allgemeiner Beleuchtung in Fluren, Magazinen u. ä. 12 qm für Arbeitsräume von Fabriken, Färbereien usw., jedoch mindestens eine Lampe für jede wichtigere Maschine; 6—8 qm für Geschäftszimmer.

Die Aufhängehöhe beträgt etwa 2½—3 m. In allen Fällen sind Reflektoren von Vorteil, so daß die Lichtstrahlen nur auf die Bedarfsstellen geworfen werden.

Bei der Anschaffung von Glühlampen ist darauf zu achten, daß deren Sockel in die vorhandenen Fassungen passen. Der jetzt fast ausschließlich gebräuchliche Glühlampensockel ist der von Edison eingeführte.

### Bogenlampen.

Diese bestehen im wesentlichen aus den beiden Kohlestiften, zwischen denen der Übertritt des Stromes stattfindet, und einem Reguliermechanismus (deshalb auch „Regulatorlampen“ genannt), welcher selbsttätig den Abstand so regelt, daß Stromstärke oder Spannung oder auch beides möglichst konstant bleibt.

Bei den Hauptstromlampen (Fig. 82) wird der Strom direkt um einen beweglichen Eisenkern geleitet, der bei stärker werdendem Strom die Kohlestifte auseinander zu ziehen bestrebt ist, während eine konstant wirkende Feder die Kohlestifte einander nähert. Bei ausgeschaltetem Strom werden also die Kohlen aufeinander sitzen, was nötig ist, damit der Strom durch die Lampe hindurchgehen kann.

Bei Nebenschlußlampen (Fig. 83) geht von den beiden Polen der Lampe aus eine besondere Abzweigung um den beweglichen Eisenkern, diesen in einer großen Zahl Windungen dünnen Drahtes umschließend. Je nachdem die Spannung an den Polen hoch oder niedrig ist, fließt mehr oder weniger Strom durch den Nebenschluß, der in diesem Falle bestrebt ist, bei wachsender

Spannung die durch eine Feder voneinander gezogenen Kohlenstifte zusammenzuführen. Die Lampe wird auf konstante Spannung reguliert. In stromlosem Zustande sind die beiden Kohlen voneinander entfernt.

Die Differentiallampe (Fig. 84) hat als Vereinigung der beiden vorhergehenden Systeme eine Hauptstrom- und eine Nebenschlußpule. Es wirkt die Differenz der magnetischen Kraft in beiden Spulen. Der Reguliermechanismus hält das Verhältnis der Klemmenspannung zur Stromstärke konstant.

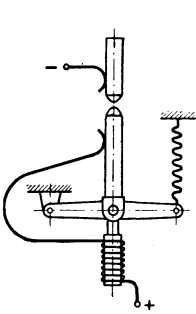


Fig. 82.

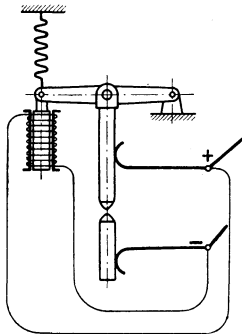


Fig. 83.

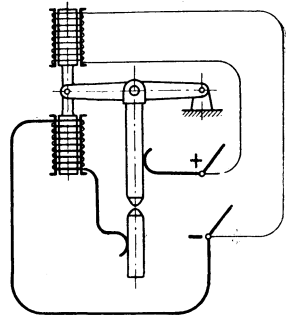


Fig. 84.

Neuere Bogenlampen werden auch noch nach der Zusammensetzung ihrer Kohlenstifte bezeichnet, z. B. Reinkohlenlampe mit dem gewöhnlichen Kohlenstift, und Flammenbogenlampen, deren Kohlen mit besonderen, den Stromverbrauch, die Brenndauer oder die Lichtfarbe verbessernden oder verändernden Zusätzen versehen sind. Ferner werden die Lampen zum Teil nach ihren Herstellern oder Erfindern benannt, z. B. das Bremerlicht oder die Bremerlampe, bei der die Kohlenstifte unter anderem einen Zusatz von Fluorkalcium erfahren. Hierbei kann der spezifische Verbrauch bis auf 0,1 Watt heruntergehen. Auf der anderen Seite stehen dem aber Nachteile, wie z. B. das starke Schlacken, entgegen, so daß im allgemeinen mit einem mäßigen Zusatz von 5 % Fluorcalcium aufgehört werden muß. — Liliputlampen sind kleine Bogenlampen mit einer Brenndauer von etwa 8—16 Stunden, während die Dauerbrandlampen eine Brenndauer von 100—200 Stunden haben. Der spezifische Stromverbrauch bei Reinkohlenlampen ist etwa

0,5 Watt, bei Bremerlicht und anderen Präparationen der Kohlen bis zu 0,3 Watt. Weitere Zusätze bis zu einem Verbrauch von 0,1—0,2 Watt sind infolge genannter Übelstände nicht zu empfehlen.

Die Güte des Kohlenmaterials hat auf das Brennen der Lampen einen großen Einfluß. Man kann heute bei der entwickelten Industrie folgende Anforderungen stellen: Ruhiges, gleichmäßiges Abbrennen, möglichst wenig Rückstände, lange Brenndauer. Bei Gleichstromlampen ist die positive, meist obere Kohle, stärker als die negative und ist mit einem weichen Kern versehen (Dochtkohle), um gleichmäßiges Abbrennen zu erzielen. Dabei brennt die obere Kohle erheblich schneller als die untere und mit einer flachen Vertiefung aus, die als Reflektor wirkt und 70—80 % der gesamten Lichtstärke liefert. Die stärksten Lichtstrahlen, also die günstigste Lichtstärke, liegen unter etwa  $40^\circ$  zur Horizontalen. Bei Wechselstromlampen sind beide Kohlen gleich und meist beide Kohlen Dochtkohlen. Die Lichtstrahlung ist nach oben und unten ziemlich gleich groß; man wendet deshalb Reflektoren an, wenn das Licht vorwiegend in einer Richtung wirken soll.

Die Brenndauer ist sehr verschieden, je nachdem die Lampenkonstruktion kurze oder lange Kohlen fordert. Einige neuere, unter Luftabschluß leuchtende Bogenlampen (Dauerbrandlampen) haben bereits eine Brenndauer bis zu 200 Stunden erreicht, allerdings mit den Übelständen, daß die Lampen eine höhere Spannung verlangen und ihr Licht wechselnd, unregelmäßig verteilen. Lampen mit kurzen Kohlestiften haben eine Brenndauer von 8, 12, 16 und 20 Stunden.

Dauerbrand- und Sparbogenlampen erfordern höhere Klemmenspannungen, nämlich etwa 80 Volt bei Gleichstrom und 70 Volt bei Wechselstrom, sie können daher in einem 110-Volt-Stromkreis einzeln geschaltet werden.

Bei Bogenlampen wird oft statt der Leuchtkraft die Stromstärke in Ampere angegeben. Es entsprechen etwa:

4	5	6	8	10	12	15	20	Amp.
350	475	600	850	1200	1500	2000	3000	NK

Der Stromverbrauch für 1 HK, bezogen auf die untere hemisphärische Lichtstärke, ist nach Angaben der Literatur etwa:



	Gleichstrom	Wechselstrom
Reinkohlenlampen . . . . .	1,0—0,5 Watt	1,5—0,8 Watt
Flammbogenlampen mit nebeneinanderstehenden Kohlen . . . . .	0,2 Watt	0,2 Watt
Flammbogenlampen mit übereinanderstehenden Kohlen . . . . .	0,3 „	0,3 „
Dauerbrandlampen . . . . .	1,4—0,8 Watt	—
Sparbogenlampen . . . . .	0,9 Watt	—

Vorausgesetzt ist 110 Volt Spannung. Die Verbrauchsangaben schließen den Vorschaltverlust ein, jedoch nicht den Lichtverlust durch die streuende Glocke, der etwa 30 % beträgt.

Verteilung der Bogenlampen. Es kann angenommen werden:

für allgemeine Beleuchtung . . . . .	4000—5000 qm	auf jede 10-Amp.-Lampe,
„ bessere Beleuchtung . . . . .	1500—2000 „ „ „	10-Amp.-Lampe,
„ Färbereien, Bleichereien, Appreturen, Magazine . . . . .	150—200 „ „ „	8-Amp.-Lampe,
„ feinere Arbeiten, Werkstätten, Sortierstätten . . . . .	75—100 „ „ „	8-Amp.-Lampe.

Die Entfernung zwischen den Lampen beträgt in geschlossenen Räumen 8—12 m, im Freien 75—150 m; die Aufhängehöhe soll in geschlossenen Räumen möglichst hoch sein (4—6 m), im Freien etwa gleich der Stromstärke, z. B. 8—10 m für 8-Ampere-Lampen usw.

An Orten, wo eine besonders gute, dem Tageslicht nahe kommende Beleuchtung erforderlich ist, wie z. B. in Musterzimmern, Packräumen, Sortierräumen, Versandräumen, wird eine indirekte Bogenlichtbeleuchtung am Platze sein. In diesem Falle wird für Gleichstrom die positive Kohle nach unten gesetzt. Das direkte Licht wird dann nach unten durch einen Reflektor oder mit Stoff überzogenen Schirm abgedeckt und nach oben gelenkt, von wo es von einer größeren weißen Fläche, z. B. der Zimmerdecke, gleichmäßig zurückgeworfen wird.

### Akkumulatoren.

Die Akkumulatoren verwandeln elektrische Arbeit in chemische und können dieselbe jederzeit wieder in elektrische umsetzen. Sie sind nur für Gleichstrom verwendbar. Die Strom-

abgabe erfolgt entweder bei ruhender Dynamomaschine oder auch gleichzeitig mit dieser, wenn der Verbrauch im äußeren Stromkreis zeitweilig die Leistung der Dynamo überschreitet.

Baulich bestehen die Akkumulatorenanlagen aus einer größeren Anzahl Zellen, das sind gewöhnlich ziemlich flache Glasbehälter, die verdünnte Schwefelsäure enthalten, in welche freihängende Bleiplatten (Elektroden) und dergl. bis fast auf den Gefäßboden hineintauchen. Die Platten sind gitterartig durchbrochen und die Öffnungen mit gewissen Mischungen (Masse genannt) gefüllt. Die verdünnte Schwefelsäure muß zeitweise erneuert werden; die Platten haben bei sachgemäßer Behandlung eine recht lange Lebensdauer.

Die mittlere Spannung einer Zelle ist etwa 2 Volt, die Höchstspannung (beim Laden) 2,7 Volt, die tiefste Spannung (beim Entladen) gewöhnlich 1,85 Volt; als zulässiger Spannungsabfall der Entladung gilt 7—10 %. Um ungünstigstenfalls die Spannung von z. B. 110 Volt zu sichern, sind also hintereinander zu schalten  $110 : 1,85 = 60$  Zellen. Die Regulierung der Batteriespannung erfolgt durch Ab- und Zuschalten einzelner Zellen mittels des Zellschalters. Die Aufnahmefähigkeit (Kapazität) wird mit 12—15 Amp.-Stunden bei langer Entladezeit und mit 4 bis 8 Amp.-Stunden bei kurzer Entladezeit für jedes Kilogramm Plattengewicht überschlagen; sie ist also bei langsamer Entladung beträchtlich größer als bei schneller, und zwar um etwa  $\frac{1}{3}$  bei 10 stündiger gegenüber 3 stündiger Entladung.

Gewicht und Raumbedarf betriebsfähiger Akkumulatorenbatterien einschließlich Bedienungsgänge:

Kapazität ungefähr . . . . .	50	100	200	400	1000	4000	7500	Amp.-Stunden
Gewicht für 1 Amp.-								
Stunde . . . . .	2,35	2,75	3,35	3,45	3,55	3,80	4,0	kg
Grundfläche für 1 Zelle	0,16	0,23	0,25	0,30	0,52	1,25	1,45	qm

Beispiel: Batterie mit 60 Zellen für 120 Volt Netz, 400 Amp.-Stunden und 3 stündige Entladung.

$$\text{Gewicht} = (400 \times 3,45) \times 60 = 6950 \text{ kg.}$$

$$\text{Raumbedarf} = 60 \times 0,30 = 18 \text{ qm.}$$

$$\text{Arbeitsleistung rund } \frac{400 \times 60 \times 1,94}{1000} = 46,5 \text{ KW-Stunden,}$$

da 1,94 Volt als mittlere Entladespannung der Zellen gilt. — Bei einständiger Entladezeit würde sich die Aufnahmefähigkeit auf

etwa 270 Amp.-Stunden und die Arbeitsleistung auf rund 30 KW-Stunden verschlechtern.

Der Wirkungsgrad, d. h. das Verhältnis der abgegebenen zu der hineingeladenen Strommenge, ist ziemlich verschieden und beträgt günstigsten Falles über 90 %; von der aufgewendeten Ladearbeit werden 70—85 % durch den Entladestrom wiedergewonnen.

**Glühlicht oder Bogenlicht.** Wichtig ist die Wahl zwischen Glühlicht und Bogenlicht.

Die Glühlampen gestatten eine ebenso leichte Verteilung des Lichtes an jeden beliebigen Ort des Raumes wie Gaslicht; die einzelne Lampe kann aber nur eine Gasflamme ersetzen und kommt so teuer wie diese. Die Bogenlichtlampen sind für die eigentlichen Bleicherei-, Färberei- oder Appreturräume vorzuziehen; ihr Licht ist weit stärker als Glühlicht und gestattet Arbeiten, für welche sonst Tageslicht verwendet werden muß. Das Bogenlicht wird nur durch sehr starke Ströme hervorgebracht, die einzelne Lampe hat deshalb große Leuchtkraft, zu deren Ausnützung große Flächen beleuchtet werden sollen, sie können und sollen daher in kleiner Anzahl im Raum verteilt sein. Dazu müssen die Räumlichkeiten eine reichliche Höhe (ca. 5 m bis zum Shedunterzug) besitzen, um den Lichtstrahlen Gelegenheit zu geben, sich weiter zu verbreiten. Transmissionen, Leitungen, große Maschinen erschweren diese Ausbreitung sehr. Diese Verhältnisse machen es unmöglich, einen allgemeinen Plan für die bei der elektrischen Beleuchtung zu beachtenden Maßregeln aufzustellen.

Das Bogenlicht scheidet fortwährend verbrauchte glühende Kohlenteilchen ab, die zwar von einem Funkenfänger gesammelt werden sollen, aber immerhin rätlich erscheinen lassen, Bogenlicht nirgends zu verwenden, wo leicht entzündliche Stoffe in Arbeit liegen; kleinere Räume schließen das Bogenlicht durch die Natur der Sache aus. Nähraum, Sengraum, Bureau, Trockenraum, Kontrollzimmer usw. sind also ausschließlich für Glühlicht einzurichten; der Bleich-, Färberei- oder Appreturraum für Bogenlicht, wenn ein hoher Saal (das ist auch gegen Nebelbildung vorteilhaft) und eine entsprechende Aufstellung der maschinellen Einrichtungen die richtige Ausbreitung der Strahlen zulassen.

Für den Betrieb der elektrischen Anlagen und der Akkumulatoren sind von den Elektrizitätsgesellschaften, z. B. von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (A. E. G.) genaue Vorschriften ausgearbeitet. Es wird empfohlen, sich streng an dieselben zu halten und das Personal dazu anzuhalten, da bei Einhaltung derselben nicht nur Unfällen vorgebeugt wird, sondern auch der Verschleiß der Apparate, besonders der Akkumulatoren, sehr wesentlich von der sachgemäßen Behandlung abhängt. Die wichtigsten Grundsätze sind u. a. folgende. Der Aufstellungs-ort der Dynamomaschine und der Akkumulatoren sei staubfrei, trocken, hell und möglichst geräumig. Zutritt zu dem Raum sollen nur die damit beschäftigten Personen haben. Es soll überall auf peinlichste Sauberkeit geachtet werden. Zum Putzen sind keine scharfen Mittel, sondern gute Putzlappen oder Putztücher zu verwenden. Lose Eisenteile sind nie in der Nähe der Maschine zu lagern; ebensowenig Hilfsgeräte wie Ölkannen usw. Vor jeder Inbetriebsetzung hat man sich von dem ordnungsmäßigen Stand der Apparate zu überzeugen; der Kommutator ist leicht einzufetten. Das Einschalten der Bogenlampen soll erst dann geschehen, wenn die Maschine die normale Geschwindigkeit erlangt hat. Das Ausschalten der Lampen soll erst dann erfolgen, wenn die Geschwindigkeit der Maschine auf  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  der normalen vermindert oder entsprechend viel Widerstand eingeschaltet ist. Der Kommutator sei stets völlig rein und rund, er ist vor allem vor Rostbildung zu schützen. Akkumulatorenräume sollen gut lüftbar sein, da sich beim Laden der Batterie Wasserstoffgas und gegen Ende des Ladens Knallgas bildet. Brennende und glühende Gegenstände sollen deshalb dem Raum ferngehalten werden und die Beleuchtung desselben nur elektrisch sein. Die Prüfung und Nachfüllung der Säurebäder hat sorgfältigst zu geschehen. Starkes Überladen ist ebenso schädlich wie zu weitgehende Entladung. Bei Außerbetriebsetzung der Akkumulatoren für längere Zeit sind sie vorher zu laden und möglichst allmonatlich nachzuladen. Zum Schutz gegen die Schwefelsäure trägt man in Paraffin getränkte Schürzen und Schuhe. Flecke auf Kleidern sind sofort mit Ammoniak zu betupfen, Hände mit Soda zu reinigen.

**Dufton-Gardner-Licht<sup>1)</sup>.**

Die oben besprochenen Lichtarten haben im allgemeinen den Zweck, den Mangel des Sonnen- oder überhaupt Tageslichtes in quantitativer Hinsicht zu ersetzen, also größtmögliche Helligkeit mit den möglichst geringsten Kosten zu erzeugen. Wenn es sich dagegen darum handelt, das fehlende Tageslicht auch qualitativ durch künstliche Beleuchtung zu ersetzen, so wird man bald sehen, daß die eine Beleuchtungsart mehr, die andere weniger geeignet erscheint, das Aussehen der Farben, bzw. der gefärbten Gegenstände so erscheinen zu lassen, wie es bei Tageslicht erscheint. Die verschiedenen Farbstoffe verhalten sich „photoskopisch“ außerdem zu den nämlichen Lichtarten ganz verschieden<sup>2)</sup>, so daß eine Veränderung der Farbstoffe unter dem Einfluß einer bestimmten Lichtart nicht nach bestimmten Regeln „reduziert“ werden kann. Hieraus geht hervor, daß zum Abmystern möglichst eine Lichtart gefordert werden muß, welche dem Tageslicht qualitativ in bezug auf das Aussehen der Färbungen gleichkommt. Die bekannten Lichtarten können nach Paterson<sup>2)</sup> in dieser Beziehung in verschiedene Gruppen geteilt werden. Zu der Gruppe I, welche dem Normallicht am nächsten kommt, gehört das Magnesiumlicht und das elektrische Bogenlicht (Reinkohlenlicht). Aber auch diese Lichtstrahlen zeichnen sich durch ein kleines Fehlen von blauen und violetten Strahlen aus, im Vergleich zu gutem, normalem Tageslicht. Daß beide Lichtarten etwas gelber sind als das Tageslicht, erweist sich insbesondere an Mischfarben, die mit Hilfe mehrerer Farbstoffe von verschiedenem optischen Verhalten hergestellt sind. Zur Gruppe II gehört das Auerlicht oder das Gasglühlicht. Dieses Licht enthält einen noch größeren Überschuß von gelben Strahlen, als die erwähnten Vertreter der Gruppe I, im Vergleich zu denen es aber rot gefärbt erscheint. Zur Gruppe III gehören der Reihe nach: das Acetylenlicht, das Kalklicht, das Öllampenlicht, das Gasschnittbrenner-

---

<sup>1)</sup> Vgl. auch J. Rudolf. Über das Dufton-Gardner-Licht. V. Intern. Kongreß für angewandte Chemie, Berlin 1903, Sektion IVB, Band II, S. 1903.

<sup>2)</sup> Heermann: Koloristische und textilchemische Untersuchungen, Photoskopie, S. 82 ff.

licht, das elektrische Glühlicht und das Kerzenlicht. Diese Lichtquellen führen das Urteil des Auges je nach dem von Stufe zu Stufe zunehmenden Überschuß ihrer gelben und orange-farbigem Strahlen in verschiedener, zuweilen so starker Weise irre, daß dieselben Farben, das eine Mal unter künstlicher, das andere Mal unter natürlicher Beleuchtung betrachtet, sehr weit voneinander abstehen. Im allgemeinen wird alles Rot feuriger, lichter und gelber unter Verlust jeglichen Blaustiches. Wie bereits erwähnt, hängt das Erscheinen des Aussehens der verschiedenen Färbungen bei den nämlichen Lichtarten auch noch von der Beschaffenheit der Spektren einzelner Farben, mit ihrem Dichroismus, mit ihrer Fluoreszenz und auch mit den Eigenschaften der verschiedenen Gespinnstfasern zusammen, auf denen sie beobachtet werden.

Diese Tatsachen spielen besonders für den Färber eine wichtige Rolle. Früher, als die Färber nur auf eine kleine Reihe von Farbstoffen beschränkt waren, als man z. B. als einziges Blau nur den Indigo kannte, hatten dieselben natürlich weit weniger Schwierigkeiten in der Farbenmusterung als heute. Die Verwendung fast unzähliger Farbstoffe, von denen jeder seine Eigentümlichkeiten hat, vergrößerte aber von Jahr zu Jahr ganz bedeutend die Schwierigkeiten bei der Farbenmusterung. Wenn auch zwei blaue Färbungen bei Tageslicht vollkommen übereinstimmen, so kann doch die eine bei Gaslicht grünblau und die andere rötlich aussehen.

Besondere Schwierigkeiten bei der Abmusterung bieten die Anilinvioletts und andere Violetts, welche das Spektrum einsaugen, wodurch sie sich von den früher gebrauchten Farbstoffen unterscheiden. Später gab das Orange von Poirrier Veranlassung zu großen Schwierigkeiten. Die Billigkeit und große Ergiebigkeit dieser Farbstoffe waren die Ursache, daß sie in den Färbereien sofort zur Herstellung von verschiedensten Farbtönen aufgenommen wurden.

Das Bedürfnis nach einem künstlichen Lichte von demselben Charakter wie das Tageslicht hat sich auf solche Weise schon lange bei Färbern und anderen Leuten, welche Färbungen zu beurteilen hatten, fühlbar gemacht.

Aber auch das Tageslicht ist durchaus nicht gleichmäßig und beständig, denn es hängt von dem sehr wechselnden Zu-

stande der Atmosphäre und von dem Stande der Sonne ab. Dadurch, daß das Licht die Luft durchstreicht, verliert es einen Teil seiner violetten, blauen und grünen Strahlen, wodurch sich auch erklärt, daß die Sonne röter wird, je näher sie dem Horizonte kommt, da dann ihre Strahlen eine zunehmende dicke Luftschicht zu durchdringen hat.

Das direkte Sonnenlicht eignet sich beispielsweise auch nicht zum Prüfen der Färbungen; das geeignetste Tageslicht ist vielmehr das von der Nordseite kommende zerstreute Tageslicht. Dieses unterscheidet sich vom direkten Sonnenlicht durch einen größeren Gehalt an violetten, blauen und grünen Strahlen. Für gewöhnlich bezeichnet man das Tageslicht als weiß. Die Beobachtung ergibt aber, daß das Licht vom klaren Norden unverkennbar blau ist. Hierin liegt im wesentlichen der Unterschied zwischen dem Tageslicht und allen künstlichen Beleuchtungen, die direktes Licht geben.

Wenn man künstliches Licht demselben Zerstreuungsprozeß aussetzt, wie er beim Tageslicht stattfindet, so erleidet man einen großen Verlust der Lichtstärke. Um die gleiche Wirkung zu erreichen und den Verlust an Lichtstärke zu vermindern, versuchten Dufton und Gardner die direkte Absorption, wobei sie wegen seiner Schärfe und Anwendbarkeit im allgemeinen das elektrische Bogenlicht gebrauchten. Obgleich man überall weiß, daß das Bogenlicht vom Tageslicht abweicht, ist die Natur dieses Unterschiedes nicht genügend bekannt; man nimmt vielfach an, daß das Bogenlicht zu violett ist. Für die Farbabmusterungszwecke liegt jedoch der wesentliche Fehler des Bogenlichtes an der anderen Seite des Spektrums.

Das Licht einer Bogenlampe ist nicht gleichartig, sondern es besteht aus zwei bestimmten Teilen.

1. Das Purpurlicht des Bogens, welches durch zwei kräftige, violette Bänder charakterisiert wird.

2. Das Licht des Kraters kommt dem direkten Sonnenlicht nahe, ist aber, verglichen mit dem Lichte vom Norden, zu reich an Rot. Das Vorhandensein von Violett ist abhängig von der Länge des Lichtbogens. Dauerlampen, bei denen der Bogen abgeschlossen ist, geben infolge der Vergrößerung des Bogens mehr violettes Licht als Lampen mit offenem Bogenlichte. Es ist von großer Bedeutung, daß das Verhältnis von Rot im Lichte

genau ausgeglichen wird; kleine Abweichungen im Verhältnis des violetten Lichtes sind von geringerer Bedeutung, weil das Auge für solche Strahlen weniger empfindlich ist. Es rührt dies daher, daß die roten Strahlen die längste und die blauen die kürzeste Wellenlänge haben.

Die Versuche von Dufton und Gardner, das elektrische Licht in Übereinstimmung mit gutem Tageslicht zu bringen, führten endlich zu dem Ergebnis, daß die gewünschte Wirkung durch Verwendung einer verdünnten Lösung von Kupfersalzen erreicht wurde, die kräftige Absorption im tiefen Rot aufweisen und große Durchlässigkeit für blaue und violette Strahlen besitzen.

Zum Vergleich zwischen verschiedenen Beleuchtungen wurde eine Reihe von Mustern verwendet, welche beim künstlichen Licht auffallende Änderungen zeigten. Von der Erfahrung ausgehend, daß

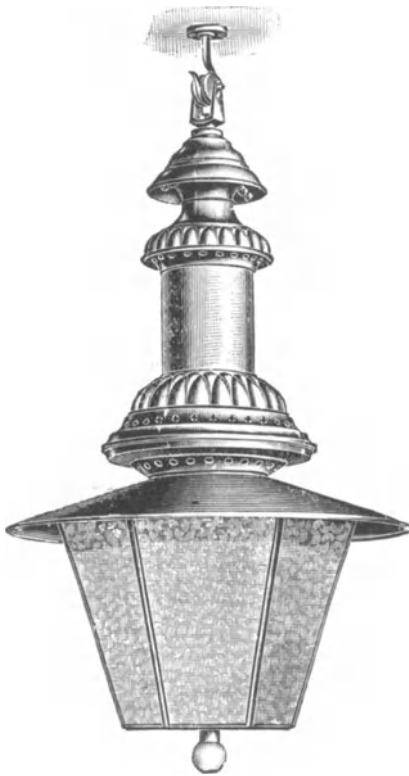


Fig. 85.

Farbstoffe, deren Spektren Bänder von ergänzenden Farben zeigen, gegenüber der Beleuchtungsart sehr empfindlich sind, stellten Dufton und Gardner durch sorgfältige Auswahl von Farbstoffen eine Auswahl von Mustern dar, von denen jedes nach einer Verbindung von Farben, welche unter verschiedenen Beleuchtungen vollkommen unverändert bleiben, gemustert wurde.

Auf solche Weise ist es Dufton und Gardner gelungen, ein Licht zu erzeugen, das die Farben ebenso erscheinen läßt wie



gutes Tageslicht. Hierdurch wird Färbern und solchen, die mit der Abmusterung von Färbungen zu tun haben, die Möglichkeit gegeben, bei schlechtem oder mangelndem Tageslicht, früh, abends oder nachts die Farben richtig sehen zu können. Da dieses Licht den Färber von dem Tageslicht unabhängig macht, ist er in den Stand gesetzt, auch früh und abends arbeiten zu können. Infolgedessen werden die Anlagen und die Arbeitskräfte besser ausgenutzt, was besonders im Winter bei dem kurzen und unsicheren Tageslicht und im Interesse einer schnellen Lieferung der Waren von großem Wert ist.

Die Lampe besteht aus einer Bogenlampe; deren Licht durch eigentümlich mit Kupfersalzen gefärbte Gläser von besonderer Glasflußmasse dem Tageslicht gleich gemacht ist. Es findet also eine Filtration statt, wobei die im gewöhnlichen Bogenlicht gegenüber dem Tageslicht vorhandenen überschüssigen roten und gelben Lichtstrahlen zurückgehalten werden. Die Lampe wird von Louis Hirsch in Gera in den Handel gebracht (Fig. 85). Sie ist für eine Spannung von mindestens 110 Volt eingerichtet, bei einem Stromverbrauch von 6 Ampere. Die Brenndauer eines Kohlenpaares beträgt etwa 150 Brennstunden. Die Lampe ist wie eine normale Dauerbrandbogenlampe zu behandeln.

#### Moore-Licht.

Der Amerikaner Daniel Mc. Moore konstruierte ein neues Licht — das Moore-Licht —, das seit kurzem auch in Europa Anklang und als künstliches Tageslicht Aufnahme gefunden hat <sup>1)</sup>.

Moore bringt in den zu beleuchtenden Räumen an der Decke oder etwas darunter gläserne, luftleere Röhren von 20—60 m Länge und etwa 44 mm Durchmesser in beliebiger Form quer durch den Raum oder rings um ihn an. Während bei allen anderen elektrischen Beleuchtungen feste Körper zum Glühen gelangen, ist das Moore-Licht die praktische Anwendung des Prinzips der Geißlerschen Röhre, gasige Leiter im Vakuum unter der Ein-

---

<sup>1)</sup> Der Vertrieb erfolgt durch die Moore-Licht-A.-G., Berlin SW 11, Dessauer Straße 28/29, und die Rheinische Moore-Licht- und Elektrizitätsgesellschaft, Köln, Gereonstrasse.

wirkung des elektrischen Wechselstromes zum Leuchten zu bringen. Dieses Ideal der Beleuchtung war aber bis zur letzten Erfindung Moores nicht erreichbar, weil bis dahin keine Möglichkeit bestand, ein gleichmäßiges Vakuum unter der Einwirkung der elektrischen Ströme aufrecht zu erhalten, vielmehr das sogenannte Hartwerden der Vakuumröhren, nämlich die Steigerung des Vakuums und die Nichtkonduktivität der Gase in kurzem eintrat. Nachdem der Erfinder 12 Jahre lang an seinem Beleuchtungssystem gearbeitet hatte, konstruierte er zur Überwindung dieser letzteren und größten Schwierigkeit einen kleinen Apparat, durch den ein Magnet unter Einwirkung der in den Röhren anwachsenden Stromspannung ein sinnreich konstruiertes Ventil betätigt, das die notwendige, fast unmeßbar geringe Menge Luft in die Lichtröhre einläßt, und somit das Vakuum wieder auf den notwendigen Stand von  $\frac{1}{10000}$  Atmosphäre ermäßigt wird. Dieses Spiel wiederholt sich etwa jede Minute. Die Röhre „atmet.“

Die eingesogene Luft streicht gleichzeitig durch einen kleinen, mit gelbem Phosphor gefüllten Behälter, und das dadurch hervorbrachte gasige Gemisch leuchtet nunmehr im konstanten Vakuum der Mooreschen Röhre in äußerst intensivem, goldgelbfarbigem Licht — oder, wenn Kohlensäure statt Stickstoff verwendet wird, in rein weißem Licht — unter der Einwirkung einphasigen Wechselstroms von primär 220 Volt und 50—60 Perioden. Dieser Strom wird durch einen luftgekühlten Transformator hochgespannt, der ebenso wie alle anderen unter Hochspannung stehenden Teile in einen Bleikasten von etwa 60 cdm verschlossen ist. Die besondere Eigenschaft des weißen Moore-Lichts, welche darin besteht, genau wie beim Tageslicht durch sein konstantes Spektrum die Unterscheidung selbst der feinsten Farbentöne zu gewähren, macht es zu einem wertvollen Hilfsmittel für Färbereien, Webereien, Spinnereien, Druckereien usw. Weiße und elfenbeinfarbige Stoffe können mit Leichtigkeit unterschieden werden; ebenso auch alle blauen und schwarzen Schattierungen. Das Moore-Licht ermöglicht die genaue Bestimmung der feinsten Nuancen jeder Art. Es soll gegenüber dem Tageslicht in keiner Weise im Nachteil sein und jedes andere künstliche Licht übertreffen. Ein weiterer Vorteil ist die sonst nirgends zu erreichende Verteilung des Lichtes, (vollkommene Diffusität), weil keine festen Körper zum Glühen gebracht werden,

sondern die ganze Röhre in ihrer vollen Länge (20—60 m) und ihrem ganzen Umfange gleichmäßig leuchtet. Es wird so eine fast schattenlose, intensive Beleuchtung erreicht; dabei ist der Glanz, d. h. die von der Flächeneinheit ausgestrahlte Lichtmenge mild

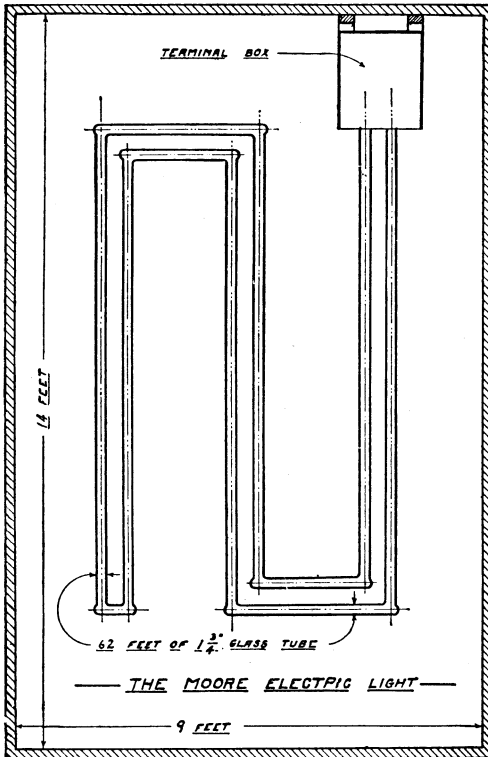


Fig. 86.

und weich, so daß eine Blendung wie bei anderen Lichtarten ausgeschlossen ist; ein Ablenden durch mattiertes Glas u. ä. ist daher unnötig, und die damit verbundenen Verluste fallen fort. Das Ein- und Ausschalten geschieht durch einen einfachen Momenthebel oder Dosenschalter; das Ansteigen des Stromes ist dabei ein allmähliches, so daß selbst große Röhren mit höherem Stromverbrauch das Netz nicht nachteilig beeinflussen.

Über die Wirtschaftlichkeit wurden von Wedding folgende

Ergebnisse veröffentlicht<sup>1)</sup>. Danach nahm eine Mooresche Anlage von 37,5 m Rohrlänge primär 3300 Watt auf und erzeugte dabei für 1 m 57,1 HK = 2141 HK; 41 Tantallampen à 50 HK und eine Lampe à 25 HK nahmen ebenfalls 3300 Watt auf und ergaben 2075 HK. Die Größe des dunkel getünchten Raumes von etwa 5 m Höhe war etwa 150 qm, und die gemessene mittlere Flächenhelligkeit betrug bei der Mooreröhre 39,4 Lux, bei der Tantalbeleuchtung 37,3 Lux; dazu kommt, daß eine so große Anzahl von Glühlampen in einem Raum unabgeblendet praktisch nicht Verwendung finden kann, daß also der Unterschied in Wirklichkeit bedeutend größer sein würde. Neben der größeren Gleichförmigkeit in der Verteilung des Lichtes kommt außerdem für das Moorelicht noch der Vorteil hinzu, daß das Ein- und Ausschrauben der Lampen sowie die Kosten für den Ersatz fortfallen.

Um eine Erleuchtung von 60 Lux in einem hellgehaltenen Raume (gemessen 1,5 m vom Fußboden horizontal, bei etwa 4 m Raumhöhe) zu erhalten, genügen für einen Raum von 100 bis 140 qm etwa 35 m Rohr; bei gewünschter geringerer Flächenhelligkeit kann natürlich auch weniger Rohr verlegt werden.

Ein normales Musterzimmer ist ungefähr  $4,3 \times 2,7$  m groß eingerichtet und die Decke nicht höher als 3 m. Das Innere dieser Kammer wird weiß gestrichen und mit etwa 20 m Moore-Röhre ausgestattet (Fig. 86). Zum Betriebe kann außer normalem Wechselstrom auch Drehstrom der üblichen Spannung und Periodenzahl Verwendung finden. Wenn nur Gleichstrom vorhanden ist, muß ein kleiner Umformer aufgestellt werden.

## Wasserreinigung.

### Allgemeines und Chemisches.

Mit den Fortschritten und der Vervollkommnung und Verfeinerung der Technik hat die systematische Wasserreinigung immer mehr festen Fuß gefaßt und immer größere Bedeutung erlangt. Sie bezweckt, gelöste und ungelöste Bestandteile des Wassers auszuscheiden und das Wasser auf solche Weise reinem Wasser, etwa destilliertem oder Regenwasser, nach Möglichkeit näher zu bringen.

---

<sup>1)</sup> Elektrotechnische Zeitschrift, 16. und 26. Mai 1910.

Dabei wird unterschieden zwischen der Reinigung des Kessel Speisewassers und der Reinigung des Betriebswassers. Die Wege und Mittel zur Reinigung desselben haben viel Gemeinsames, aber auch grundsätzlich Verschiedenes.

Beim Kesselwasser kommt es darauf an, die Kesselsteinbildner und etwaig korrodierende Bestandteile des Wassers sowie organische Verbindungen möglichst vollkommen aus dem Speisewasser zu entfernen oder darin mit geeigneten Fällmitteln niederzuschlagen. Das Schädliche dieser Kesselsteinbildner liegt darin, daß sie als schlechte Wärmeleiter schon in dünner Schicht den Wärmedurchgang stark erschweren, dadurch die Verdampfungsfähigkeit und ganze Wirtschaftlichkeit einer Kesselanlage verschlechtern und an den Wandungen gefährliche Überhitzung verursachen.

Art und Menge der Verunreinigungen von Speisewasser sind sehr verschieden. Für Quellwasser kommen besonders in Betracht: doppeltkohlensaurer Kalk, schwefelsaurer Kalk, schwefelsaure Magnesia neben mehr oder weniger freier Kohlensäure. Tagwässer enthalten häufig störende mechanische und organische Beimengungen.

Es ist üblich, die Güte des Wassers nach seinen Härtegraden zu beurteilen, da diesen der Gehalt an kesselsteinbildenden Salzen zugrunde liegt. 1° d. H. (= deutscher Härte) entspricht 1 Teil Ätzkalk (CaO) in 100 000 Teilen Wasser oder 10 mg CaO bzw. 7,15 mg MgO in 1 Liter Wasser. Als höchster für Speisewasser noch zulässiger Härtegrad werden in der Regel 12—15° angenommen. Ein planmäßig arbeitender Großbetrieb wird aber auch solches Wasser nicht ungereinigt für Speisezwecke verwenden, vielmehr einer Reinigung unterwerfen.

Der Reinigungsvorgang kann sich nun im Kessel selbst abspielen, indem die Zusätze unmittelbar in den Kessel hineingebracht werden. Eine solche Reinigung ist aber nicht zweckmäßig, da sie die Fällungsprodukte in den Kessel gelangen läßt und eine häufige Reinigung des Kessels erforderlich macht; außerdem hat man in solchem Falle mit Wärmeverlust zu rechnen. Die Fällung im Kessel selbst kann deshalb nur als eine Art Notbehelf angesehen werden und ist für einigermaßen bedeutende Betriebe, die sich finanziell und räumlich rühren können, nicht zu empfehlen. Die Zusätze sind in der Regel dieselben wie bei einem Sonder-

## Besondere Einrichtungen.

Reiniger und haben sich nach der Zusammensetzung des Wassers zu richten. Die Hauptfällungsmittel sind Ätzkalk und Soda, vermittle deren die Bikarbonate des Calciums und der Magnesia sowie die Sulfate u. a. Salze des Calciums und der Magnesia gefällt werden. Eisenhaltiges Wasser ist nicht so sehr dem Kessel als den Rohrleitungen, Schiebern, Ventilen, Wassermessern usw. gefährlich, die Eisenniederschläge können starkes Zerfressen und Verstopfungen verursachen. In dem Betriebswasser der Textil-Veredlungsindustrie ist das Eisen auf alle Fälle zu vermeiden. Hier kann es die größten Schäden und Verwüstungen anrichten. Die Enteisung geschieht gewöhnlich mittels gründlicher Durchlüftung des Wassers in Streudüsen, Gradierwerken, durch geeignete Filtration, durch besonders präparierte Holzwolle und nachträgliche Filtration über Koks oder Kies.

Findet die Wasserreinigung außerhalb des Kessels statt, so kann man eine kontinuierliche und diskontinuierliche Reinigung unterscheiden. Kontinuierlich ist die Reinigung in besonders hierfür konstruierten Apparaten, wo das Wasser fortlaufend roh einläuft und gereinigt abläuft, indem es den ganzen Weg der Reinigung durchmacht. Diskontinuierlich ist die Reinigung in Behältern, wo dem Wasser die nötige Menge an Fällungszusätzen beigelegt wird, das Wasser alsdann einige Stunden ruht, die Niederschläge sich absetzen, und dann das so gereinigte Wasser oberhalb der Niederschläge abgelassen wird. Bei großem Wasserbedarf benötigt man hierfür großer und zahlreicher Behälter, großer Räumlichkeiten und zeitraubender Bedienung. Bei einigermaßen großem Bedarf empfiehlt sich deshalb immer die Anschaffung eines guten kontinuierlichen Wasserreiniger-Apparates.

Man scheue nicht die Unkosten der Anschaffung, wähle keinen zu kleinen und knapp gehaltenen Apparat und entschieße sich für ein gutes und bewährtes System. Die geringen Mehrkosten, die für ein gutes und dauerhaftes System verlangt werden, sind schnell herausgeholt; denn die unvorhergesehenen Unkosten und die mittelbaren Schädigungen, die mitunter durch mangelhafte Konstruktionen bedingt werden, lassen sich von vornherein gar nicht bemessen. — In Gegenden, wo kein sehr harter und andauernder Winterfrost zu herrschen pflegt, lassen sich die Apparate sehr wohl außerhalb der Fabrikgebäude unterbringen. In diesem Falle sind besondere Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen bei der

Wartung der Apparate nicht aus dem Auge zu lassen. Auf alle Fälle günstiger werden die Vorrichtungen unter Dach und Fach aufgestellt, wo sie nicht dem Wind und Wetter ausgesetzt sind. Hier wird schon die äußere Instandhaltung der Anlagen geringere laufende Unkosten verursachen. Immerhin wird sich dies in vielen Fällen nicht ohne allzu große Baukosten einrichten lassen, und es ist keineswegs notwendig, die Apparate im gemäßigten mittel-deutschen Klima unter Dach aufzustellen. Die Reinigung von Betriebswasser für die Färberei, Bleicherei usw. unterscheidet sich grundsätzlich von der Reinigung des Speisewassers dadurch, daß letzteres sehr wohl einen merklichen Überschuß an Alkali, Soda oder Ätznatron enthalten darf, da alkalisches Wasser dem Kessel ungefährlich ist, während das Betriebswasser in der Regel neutral oder nahezu neutral sein soll, um allen Zwecken dienen zu können. Man hat also bei der Reinigung von Betriebswasser viel sorgfältiger zu arbeiten und die Reinigungszusätze dem Charakter des Wassers genauer anzupassen, um möglichst alles Ausfällbare auszufällen und dabei doch keinen merklichen Überschuß der Fällungsmittel in dem gereinigten Wasser zurückzulassen.

Es ist nicht Aufgabe dieser Arbeit, den Chemismus der Wasserreinigung genau zu besprechen. Diese Angaben finden sich zur Genüge in den chemischen Werken über Färberei bzw. Färberei-Chemie <sup>1)</sup>. Nur der Vollständigkeit halber sei hier kurz der Vorgang der Fällungen und die Gesichtspunkte, die bei der Bemessung der Reinigungszusätze einzuhalten sind, erwähnt. Auf je ein Molekül jeder doppelkohlensäuren Verbindung (ob Kalk oder Magnesia) und freier Kohlensäure kommt ein Molekül Kalk (CaO), ferner auf jedes Molekül Magnesia (gleichgültig, in welcher Verbindung) noch ein weiteres Molekül Kalk (CaO). Außerdem kommt auf jedes Molekül der die permanente Härte verursachenden Verbindungen je ein Molekül Soda (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Da nun aber die doppelkohlensäuren Salze die temporäre Härte (Ht) bedingen, und zwar einem deutschen Grade im Liter Wasser 10 mg CaO entsprechen, so müssen auf jeden Grad temporärer Härte (1° Ht) 10 mg CaO zugesetzt werden; außerdem kommt auf jedes

---

<sup>1)</sup> Z. B. Heermann: Färbereichemische Untersuchungen, II. Aufl., S. 56 ff.

Molekül Magnesia (MgO) noch ein weiteres Molekül CaO. In eine Formel gebracht, berechnet sich der notwendige Kalkzusatz aus folgender Gleichung:

$$\text{CaO} = 10 \cdot \text{Ht} + 1,4 \cdot \text{MgO}.$$

(CaO = die notwendige Zusatzmenge Kalk in mg für 1 Liter Wasser; Ht = temporäre Härte; MgO = gefundene Milligramme MgO in 1 Liter Wasser.)

Der notwendige Zusatz an Soda ergibt sich aus der Formel:

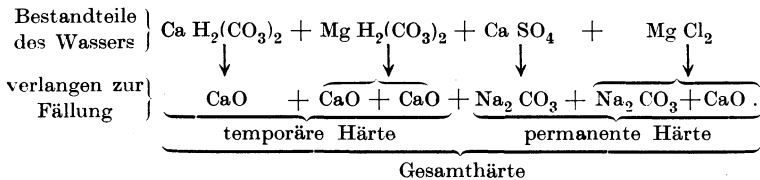
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,9 \cdot \text{Hp}.$$

(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = die notwendige Zusatzmenge Soda in Milligrammen für 1 Liter Wasser; Hp = die gefundene permanente Härte in deutschen Graden.) Die Formel ergibt sich aus der Gleichung:

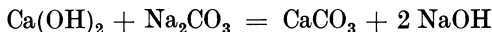
$$56 \text{ CaO} : 106 \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 10 \text{ CaO} (10 \text{ mg CaO im Liter} = 1^0 \text{ H}) : x;$$

$$x = 18,9.$$

Oder in chemischer Gleichung wiedergegeben, werden folgende Reinigungszusätze nach gefundenen Bestandteilen des Wassers notwendig sein:



Anstatt nun Kalk und Soda dem Wasser zuzusetzen, die sich nach der Formel:



umsetzen, kann ein Teil des Kalkes und der Soda durch Ätznatron ersetzt werden; und zwar werden 56 Teile Kalk und 106 Teile Soda durch 80 Teile Ätznatron ersetzt. Mit anderen Worten: Wenn nach obiger Berechnung auf 106 Teile Soda 56 Teile Kalk kommen, so können statt dessen 80 Teile Ätznatron genommen werden; wenn auf 106 Teile Soda mehr als 56 Teile Kalk kommen, so erhält man eine Kalk-Ätznatron-Reinigung des Wassers; wenn auf 106 Teile Soda weniger als 56 Teile Kalk kommen, so erhält man eine Soda-Ätznatronreinigung. Da die Reinigung mit Kalkwasser aus mehrfachen Gründen unbequem und wenig sicher ist,



so soll man stets versuchen, den Kalk als Reinigungszusatz auszuscheiden und möglichst durch Ätznatron zu ersetzen. Ein Wasser, das nach seiner Zusammensetzung entweder mit Soda allein oder mit Natronlauge allein oder mit Soda-Natronlauge gereinigt werden kann bzw. muß, ist bequemer, als wenn zu dessen Reinigung auch noch Kalkwasser erforderlich ist.

### Apparatur.

Die Apparate, die zur technischen kontinuierlichen Wasserreinigung verwendet werden, kommen in einer großen Zahl von Bauarten vor. Es würde zu weit führen, die Einzelheiten der Apparate hier zu besprechen, und es dürfte genügen, die Grundsätze der Vorrichtungen kurz zu zeichnen, indem beispielsweise ein Apparat genauer geschildert wird.

Nach dem Grundsatz der Bauart und Funktion kann man die kontinuierlichen Wasserreiniger in etwa folgende drei Gruppen einteilen.

- I. Filterpressen-Heißreiniger.
- II. Klärfilter-Kaltreiniger.
- III. Permutit-Reiniger.

I. Die erste Abart, die Filterpressen-Heißreiniger, unterscheiden sich von der zweiten Bauart vor allen Dingen dadurch, daß das zu reinigende Wasser in der Hitze mit den Reinigungszusätzen in Verbindung gebracht wird, und daß die zu fällenden Bestandteile deshalb schnell ausgefällt und sofort durch eine Filterpresse zurückgehalten werden. Man spart hierdurch vor allen Dingen an Raum und großen Vorrichtungen. Der Nachteil dieses Systems ist, daß das Wasser nicht genügend ausgereinigt wird, meist einen beträchtlichen Überschuß von Alkali zurückhält und überhaupt nicht so genau und sachgemäß „eingestellt“ werden kann wie nach dem Klärsystem mit großen Behältern und langsamer Durchlaufzeit. Aus diesem Grunde eignet sich das nach diesem System gereinigte Wasser selten als Betriebswasser, meist nur als Kesselwasser, und auch hier ist große Vorsicht geboten, wenn der Betrieb direkten Heizdampf verwendet und alkaliempfindliche Bäder bzw. Ware in Frage kommen. Es geschieht zu leicht, daß der stark alkalische Inhalt des Kessels schäumt und das Kesselwasser mit dem Dampf in die Betriebs-

bäder hineingerissen wird. Im allgemeinen sieht man deshalb diese früher sehr beliebten, kleinen Reiniger immer mehr verschwinden.

Die Wirkung dieser Reiniger ist etwa folgende: Eine Pumpe saugt das Wasser und drückt es in geschlossener Rohrleitung hintereinander durch Fällgefäß und Filterpresse nach dem Reinwasserbehälter oder auch unter Umständen direkt in den Dampfkessel. Von der Wasserpumpe wird eine kleine Laugenpumpe mit ange-

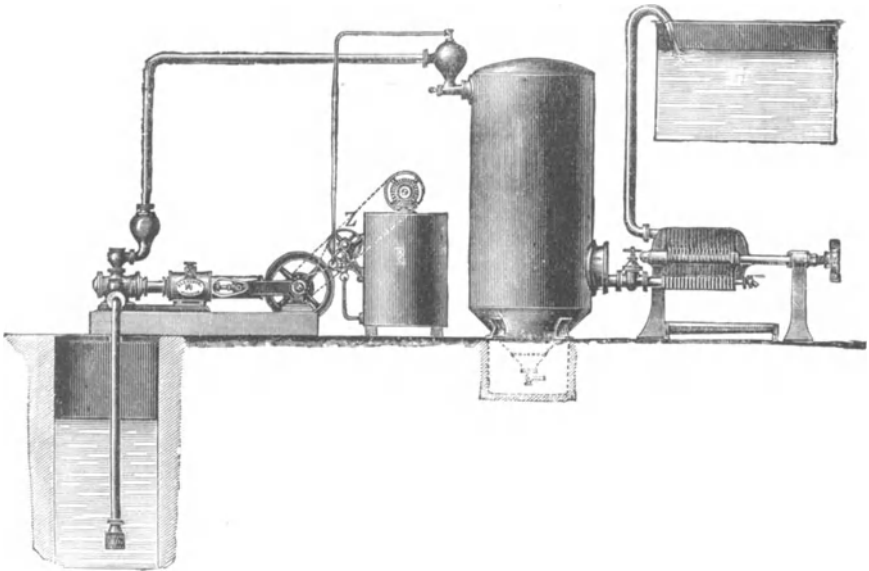


Fig. 87.

trieben, die die zur Ausfällung der Kesselsteinbildner nötige Lauge dem Laugebehälter entnimmt und dem Wasser beim Eintritt in das Fällgefäß zuführt. Gelangt das Wasser heiß in das Fällgefäß, so kann es schnell und weitgehend enthärtet werden. Die Filterpresse hält den ausgeschiedenen Schlamm in ihren Kammern auf den Filtertuchwänden schichtenweise fest. — Diese Apparate, welche besonders für die Reinigung kleinerer Mengen Kesselwasser dienen, werden beispielsweise von der Firma A. L. G. Dehne, Halle a. S., gebaut. Nebenstehende Skizze erläutert den Apparat (s. Fig. 87).

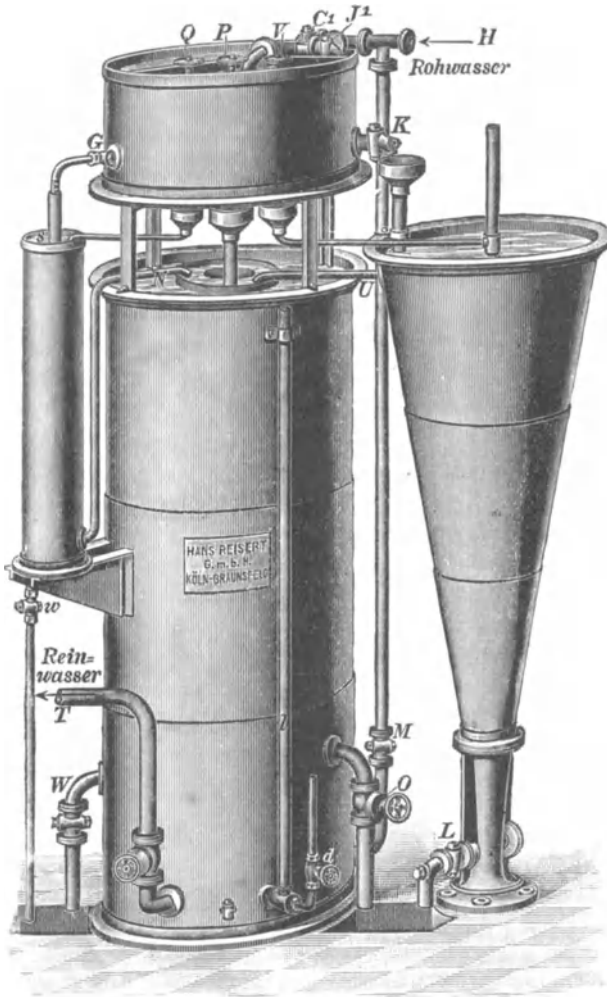


Fig. 88.

II. Weit höheren Ansprüchen an das Wasser, was Menge und Güte desselben betrifft, genügen die größeren Klär-Reiniger. Die Technik hat diese Apparate heute so weit vervollkommenet, daß nahezu neutrales und auf wenige Härtegrade enthärtetes,

auf kaltem, automatischem Wege gereinigtes Wasser zu erzielen ist. Es sei in nachfolgendem der bekannte Reisertsche <sup>1)</sup> Wasserreiniger, Type B, nach den eigenen Angaben der Firma beschrieben (Fig. 88 u. 89).

Dieses Apparatsystem dient vor allem dazu, um harte Wässer und besonders solche, die viel doppeltkohlensaure Verbindungen enthalten, ebenso auch ölhaltige und eisenhaltige Wässer weich zu machen und zu filtrieren. Der Wasserreiniger Type B hat sich bewährt zur Reinigung des Wassers für Dampfkesselspeisung, Bleichereien, Färbereien, Wollwäschereien, Kattundruckereien usw.

Der Apparat besteht aus: a) einem kontinuierlich wirkenden Kalksättiger, b) einem Sodastandrohr, c) einem Verteilungsapparat, d) einem Reaktionsraum, e) einem Kies-Filter. Kalkhydrat (Ätzkalk) ist das billigste Fällungsmittel für alle doppeltkohlensauren Salze und — bei gleichzeitiger Anwendung von kalzinierter Soda (kohlensaurem Natron) zur Fällung der schwefelsauren und anderen Verbindungen — weitaus billiger als jedes andere Reinigungsmittel. Da man aber nun Kalk nicht wie die Soda bis zur beliebigen Konzentration im Wasser auflösen kann, und Kalkmilch im kontinuierlichen Betriebe sich nicht stets in gleichmäßiger Menge anwenden läßt, so kommt uns die Eigenschaft des Kalkes, sich in einem ganz bestimmten Verhältnis 1 : 778 im Wasser zu lösen, so daß dieses sich damit sättigt, zu statten. Über diese Sättigung hinaus nimmt das Wasser keinen Kalk mehr in Lösung auf. Auf dieser Grundlage ist der Dervauxsche Kalksättiger gebaut, zugleich in einer so vollkommenen und einfachen Form, daß er als einfachstes und bestes Element zu diesem Zweck bezeichnet werden kann. Er besteht im wesentlichen aus einem aufrechtstehenden konischen Gefäß S, dessen engster Querschnitt sich unten befindet. Durch den Hahn K und das darunter befindliche Rohr mit Trichter wird die vor einer Arbeitsschicht (durch Ablöschen und Verdünnen des Kalkes im Behälter J) bereitete Kalkmilch ganz unten in den Kalksättiger eingeführt, nachdem man unmittelbar vorher die ausgelaugten Kalkreste durch den Hahn L entfernt hat. Eine genau eingestellte Wassermenge fließt aus dem Regulierbehälter R durch das Ventil V und das Rohr v unter die vorher eingeführte Kalkmilch und wirbelt diese stets auf. Das Wasser nimmt den Kalk mit

---

<sup>1)</sup> Hans Reisert G. m. b. H., Köln-Braunsfeld.

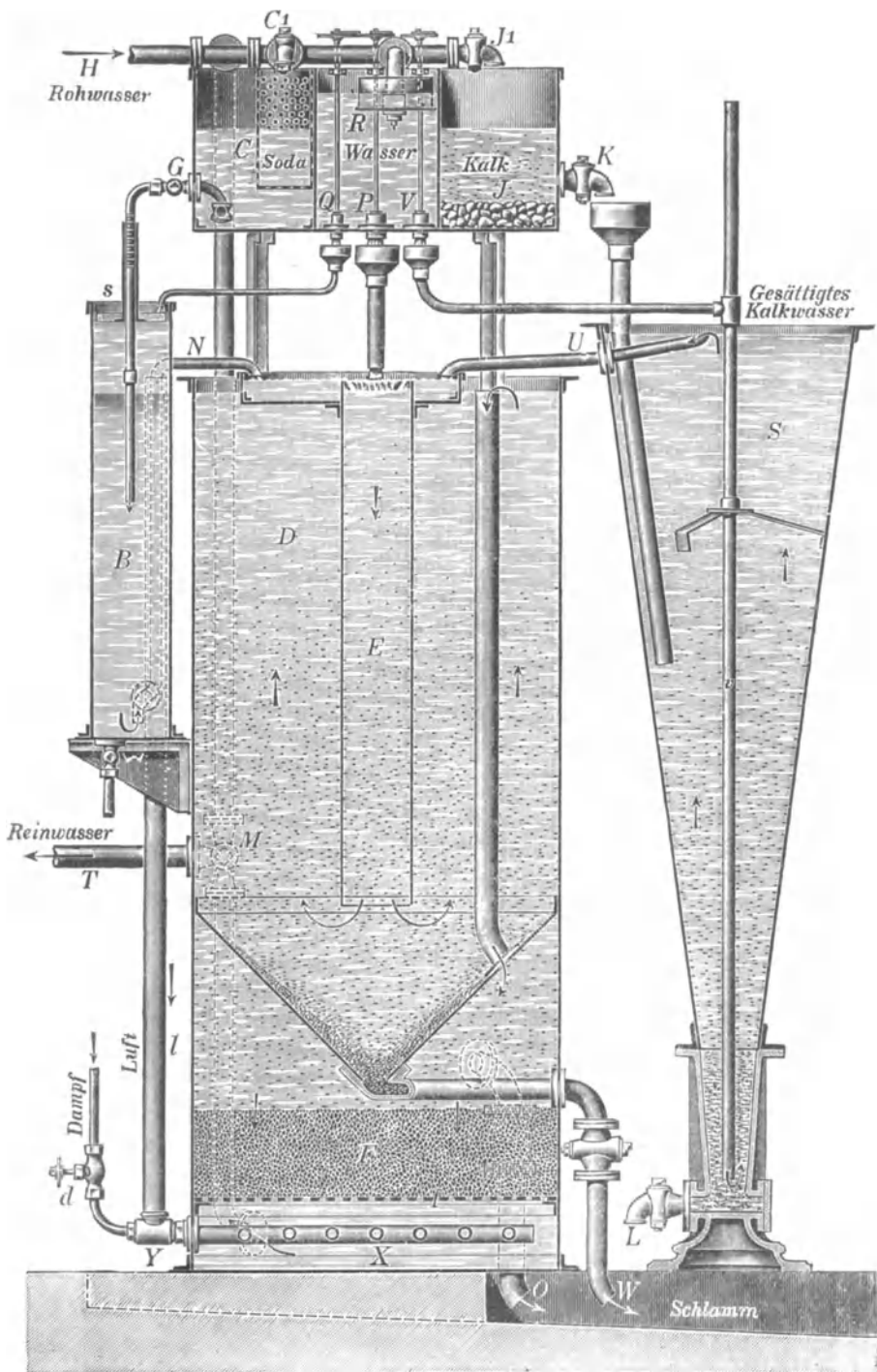


Fig. 80.

in die Höhe, bis die Wassergeschwindigkeit infolge der zunehmenden Querschnittserweiterung so gering wird, daß die Kalkteilchen, weil schwerer, nicht mehr folgen. Das Kalkwasser verläßt, nachdem es sich vollständig mit dem Kalk gesättigt hat, geklärt den Kalksättiger durch das Rohr U. Die zurückfallenden Kalkteilchen werden stets wieder von der Wasserströmung erfaßt und bis zur völligen Erschöpfung ausgelaugt. Der Dervauxsche Kalksättiger liefert stets klares, gesättigtes Kalkwasser bei vollständiger Ausnützung des Kalkes.

Aus dem Sättigungsapparat tritt das Kalkwasser in das Mischrohr E im Reaktionsraum D. In dieses Mischrohr fließt auch aus dem Sodastandrohr durch Rohr N die Sodalösung und aus dem Abteil R durch das Ventil P das Rohwasser. Die Sodalösung wird täglich einmal durch Auflösen einer bestimmten nach der Analyse des Wassers angegebenen Gewichtsmenge von Soda in der Abteilung C des Verteilungsbehälters hergestellt und nach vorheriger Entleerung des Sodastandrohres B in dieses durch Hahn G und das daran anschließende Rohr abgelassen. Die in dem Standrohr B befindliche Sodalösung wird durch ruhig oben aus dem Behälter R durch Ventil Q einströmendes Rohwasser infolge ihres größeren spezifischen Gewichtes, ohne sich mit dem Rohwasser zu vermischen, allmählich nach unten verdrängt, von wo sie durch das Rohr N in das Mischrohr E gelangt. Ein Schwimmer s zeigt den jeweiligen Gehalt des Sodastandrohres B an Sodalösung und deren völligen Verbrauch an einer Skala an; denn die Höhe und das spezifische Gewicht der Flüssigkeitssäule in dem mit Sodalösung gefüllten Abflußrohre N bleibt konstant bis zur Erschöpfung des Behälters B, d. h. bis die Sodalösung aus diesem verdrängt ist und Rohwasser in das Rohr N einzutreten beginnt, während die Flüssigkeitssäule im Behälter B infolge des oben einströmenden Rohwassers spezifisch leichter wird und naturgemäß steigt. Es ist einleuchtend, daß die Menge der durch Rohr N in das Mischrohr E abfließenden Sodalösung genau proportional ist der Menge des sie verdrängenden, aus dem Behälter R durch das Ventil Q nachströmenden Rohwassers. — Da nun in der Abteilung R des Verteilungsapparates die drei Regulierventile P für Rohwasser, V für gesättigtes Kalkwasser und Q für Sodalösung in ein und derselben Ebene liegen und der Wasserdurchfluß durch sie stets von ein und demselben Wasserspiegel abhängig ist,

so folgt hieraus, daß die Mengen an Rohwasser, gesättigtem Kalkwasser und Sodalösung stets, auch bei stark wechselndem Wasserzufluß aus Rohr H, einander genau proportional sind, und diese drei Zuflüsse hören gleichzeitig auf, wenn die Wasserzuleitung H abgesperrt wird. Demnach ist eine vollständig selbsttätige Wirkung vorhanden. Die Ventile P, V und Q sind nach einer empfindlichen Skala mit Zeiger genau einstellbar. — Das Gemisch von Rohwasser, Sodalösung und gesättigtem Kalkwasser strömt in dem Mischrohr E nach unten und gelangt somit in den Reaktionsraum D.

In diesem setzt sich ein Teil des ausgefallenen Schlammes nieder und wird von Zeit zu Zeit durch Hahn und Rohr W abgelassen. Im übrigen steigt das Wasser im Raum D in die Höhe und fließt von oben durch ein Überfallrohr in das Kiesfilter F, um darauf durch Rohr T den Reinigungsapparat völlig klar zu verlassen.

Das Filtermaterial braucht fast nie erneuert zu werden. Das Reinigen (Auswaschen) desselben beansprucht nur wenig Zeit und hat je nach Schlammmenge etwa alle Tage ein- bis zweimal oder unter Umständen noch seltener zu geschehen. Man verfährt dabei auf folgende Weise: Zunächst öffnet man den Schlammhahn O und stellt die Hähne so um, daß das dem Apparat zufließende Wasser anstatt in den Verteilungsapparat durch das Rohr M unter das Filter gelangt, alsdann setzt man den Luftdruckapparat Y durch Öffnen des Dampfventils d in Tätigkeit. Während nun die verteilt durch das Filter gedrückte Luft das Filtermaterial gründlich aufwühlt und den Schlamm losreißt, nimmt das rückströmende Wasser denselben mit und führt ihn zum Schlammabzug fort. Nach etwa 2—3 Minuten stellt man den Luftdruckapparat Y wieder ab und läßt das Wasser noch so lange nachströmen, bis es aus dem Schlammhahn O nicht mehr schlammig austritt. Schließlich setzt man die Hähne in die ursprüngliche Stellung zurück, so daß das Wasser wieder in den Verteilungsapparat strömt.

III. Auf ganz anderer Grundlage beruht das Prinzip der **Permutit-Reinigung** <sup>1)</sup>. Hier geht die Befreiung des Wassers

---

<sup>1)</sup> Von der Permutit-Filter-Co. G. m. b. H., Berlin N 39, Gerichtsstraße 12/13, in den Handel gebracht.

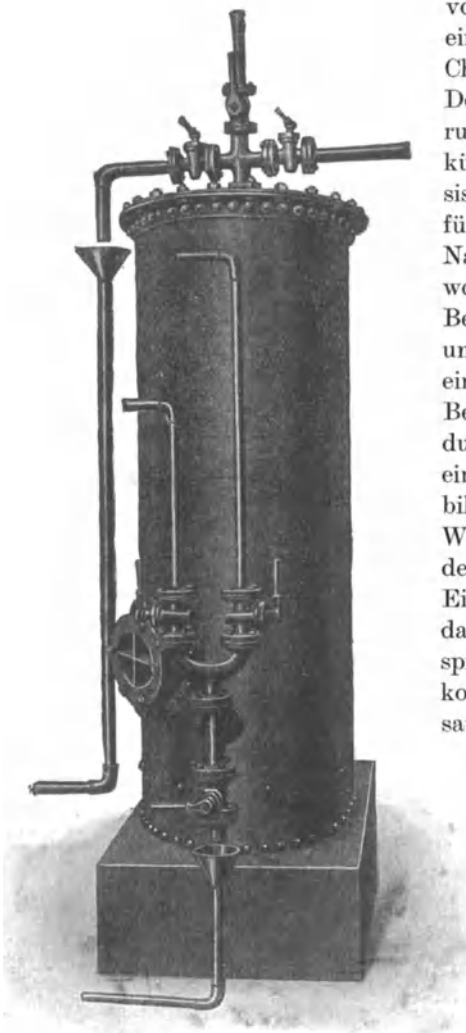


Fig. 90.

von den Härtebildnern durch einfache Filtration ohne Chemikalienzusatz vor sich. Der Enthärtungsvorgang beruht auf der Eigenschaft der künstlichen Zeolithe (basischen Aluminiumsilikate), für welche der geschützte Name „Permutit“ gewählt worden ist, ihre basischen Bestandteile gegen andere umzutauschen, ohne dabei eine Abnutzung zu erfahren. Bei der Filtration des Wassers durch Natriumpermutit findet ein Austausch der härtebildenden Substanzen des Wassers, also des Kalks und der Magnesia, auch des Eisens, durch Natron statt, so daß in das Filtrat nur die entsprechenden Mengen doppeltkohlensaures bzw. schwefelsaures Natron übergehen, wodurch die Kesselsteinbildung ausgeschaltet wird. Wenn das Permutit-Filter seinen gesamten Natrongehalt gegen die Kalk- und Magnesium-Verbindungen des Wassers ausgetauscht hat, wird es durch Überleiten einer Kochsalzlösung wieder in Natriumpermutit

zurückverwandelt, regeneriert, und es ist dann wieder von neuem verwendbar wie im ursprünglichen Zustande. Zur Regeneration verwendet man zweckmäßig mit Holzkohle,



Graphit, Petroleum oder Permanganat denaturiertes Kochsalz (Fig. 90).

Die Konstruktion des Filters richtet sich ganz nach den örtlichen Verhältnissen. Die Filtrationseinrichtung kann man je nach Umständen von oben nach unten oder von unten nach oben wählen; man kann das Filter offen oder geschlossen gestalten. man kann unter Druck oder ohne Druck arbeiten, man kann heiß oder kalt filtrieren bzw. regenerieren.

Was die Beschaffenheit des gereinigten Wassers betrifft und die Verwendungsfähigkeit als Betriebswasser, so ist Rücksicht darauf zu nehmen, daß die Gesamtmenge der Bikarbonate als doppeltkohlensaures Natron in das gereinigte Wasser hineingelangt. Dies kann unter Umständen bei Wässern mit großer temporärer Härte und für bestimmte Betriebszwecke hinderlich sein. Ferner ist zu erwägen, daß sich das Natriumzeolith in Berührung mit Wasser allmählich dissoziiert und dem Wasser alkalische Reaktion verleiht. Ob und inwieweit dieses schädlich oder hinderlich ist, und wie das am besten unschädlich zu machen ist, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Die Permutit-Reinigung hat sich bereits recht gut eingeführt.

### Abwasser-Reinigung.

Die Abwasserfrage stellt eine in technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher und wissenschaftlicher Beziehung sehr schwierige und verwickelte Materie dar, welche zurzeit noch auf recht unsicherer Grundlage fußt, und um die sich die beteiligte Industrie fortlaufend bemühen muß, da mit dieser Frage oft genug die wichtigsten Lebensinteressen manchen Unternehmens auf dem Spiele stehen und oft große Summen in nutzloser Weise aufgewendet werden. Die Industrie sollte sich in tätiger Weise an der Lösung der Frage beteiligen, damit sie im entscheidenden Augenblick, wenn ihr Recht in Frage steht, die nötigen Waffen zur Hand hat. Ganz besonders wichtig ist die Frage für die Textilveredlungsindustrie, welche die verschiedensten Abfallstoffe mit ihren Abwässern ableitet und mit ganz besonders großen Mengen zu rechnen hat. Eine Verwertung der Abwässer in der Textilindustrie ist in den meisten Fällen ausgeschlossen. Solche ist lediglich bei wenigen verhältnismäßig konzentrierten

Bädern, z. B. Seifenbädern, und metallischen Beizen, z. B. Zinnwaschwässern, angebracht. In den meisten übrigen Fällen ist die Verdünnung ein für die Wiedergewinnung hindernder Umstand.

**Rechtliche Verhältnisse.** Die gesetzlichen Bestimmungen über das Wasserrecht überhaupt sind sehr mannigfaltig und zahlreich und belaufen sich in Preußen allein auf etwa 50—60 Gesetze. Aus diesem Grunde seien nur die wichtigsten allgemeinen Grundsätze, die sich im Bürgerlichen Gesetzbuch und einigen Ministerialerlassen vorfinden, erwähnt; im übrigen sei aber betont, daß den Behörden eine Fülle von Machtbefugnissen zusteht, um einer Verunreinigung von Wasserläufen vorzubeugen, und daß diese Gesetze und Erlasse der wechselvollen Wirklichkeit gegenüber zu Härten führen können. — Im Bürgerlichen Gesetzbuch heißt es im § 906: „Der Eigentümer eines Grundstückes kann die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnlichen von einem anderen Grundstück ausgehenden Einwirkungen insoweit nicht verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstückes nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt oder durch eine Benutzung des anderen Grundstückes herbeigeführt wird, die nach den örtlichen Verhältnissen bei Grundstücken dieser Lage gewöhnlich ist. Die Zuführung durch eine besondere Leitung ist unzulässig.“ Hier wird also ausdrücklich der Ausgleich widerstreitender Interessen durch den Begriff der Ortsüblichkeit herbeizuführen gesucht. Im übrigen ist es zweifelhaft, wie weit dieser Paragraph des Bürgerlichen Gesetzbuches auf die Einwirkung der Abwässer auf benachbartes Eigentum Anwendung finden kann.

In dem Fischereigesetz für den preußischen Staat vom 30. Mai 1874 heißt es: „Es ist verboten, in die Gewässer aus landwirtschaftlichen oder gewerblichen Betrieben Stoffe von solcher Beschaffenheit und in solchen Mengen einzuwerfen, einzuleiten oder einfließen zu lassen, daß dadurch fremde Fischereirechte geschädigt werden können. Bei überwiegendem Interesse der Landwirtschaft oder der Industrie kann das Einwerfen oder Einleiten solcher Stoffe in die Gewässer gestattet werden.“

Die allgemeine preußische Ministerialverfügung vom 20. Februar 1901 sagt: „Es ist darauf Bedacht zu nehmen, daß bei Anwendung der gesetzlichen Bestimmungen, soweit sie nicht zwingen-

den Rechtes sind, die Grenzen des berechtigten Bedürfnisses nicht zum Schaden überwiegender anderweitiger Interessen überschritten werden. Überhaupt ist unter Vermeidung jeder schematischen Behandlung von Fall zu Fall nach Maßgabe der obwaltenden örtlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse unter billiger Abwägung widerstreitender Interessen zu verfahren, wobei die verschiedenen wirtschaftlichen Interessen, insbesondere die der Landwirtschaft und der Industrie, im Grundsatz als gleichwertig zu behandeln sind. Denn die Mannigfaltigkeit der Art und des Umfanges der Anlagen, die Verschiedenheit der technischen Möglichkeit und finanziellen Durchführbarkeit der Abwasserreinigung, die Beschaffenheit der Gewässer und die Bedürfnisse der näheren und weiteren Umgebung nach reinem Wasser, sowie die Vielseitigkeit der beteiligten öffentlichen und wirtschaftlichen Interessen bedingen eine individuelle Behandlung des einzelnen Falles.“

Zu den Gegenständen der ortspolizeilichen Vorschriften gehören in Preußen der Schutz der Personen und des Eigentums, der Schutz der Felder, Wiesen, Weiden, die Fürsorge gegen gemeingefährliche Handlungen und Unternehmungen. Solche können erlassen werden als allgemeine Verordnungen, wie dies z. B. in zahlreichen Fällen geschehen ist in Gestalt von Bachschau- und Grabenordnungen, und als Verfügung für einzelne bestimmte Fälle und Unternehmer. Die Zuwiderhandlungen können mit Geldstrafe belegt und die Durchführung mit Zwangsmaßregeln erzwungen werden; die Polizei kann bis zur völligen Untersagung des Betriebes einschreiten. Um eine solche Maßnahme tunlichst zu vermeiden, empfiehlt der bereits erwähnte Ministerialerlaß, nicht erst abzuwarten, bis schädigende Anlagen vielleicht mit erheblichen Kapitalaufwendungen ausgeführt sind und ihre Wirkungen zeigen, sondern von vornherein, namentlich bei Erteilung von Bauerlaubnissen, den Unternehmer darauf hinzuweisen, daß er für eine unschädliche Abführung der unreinen Stoffe und Abwässer Sorge tragen müsse.

In Sachsen besteht eine Ministerialverfügung, welche der erwähnten preußischen vom Jahre 1901 sehr ähnlich ist. Bayern hat ein Wassergesetz, das aber keine Bestimmungen über die Zuleitung von Abwässern enthält; die meisten mitteldeutschen Staaten folgen demselben Gesetz. In Baden und Elsaß-

Lothringen bestehen Verordnungen über die Reinhaltung der Gewässer. Die Grenzwerte, die für den Gehalt der Abwässer an schädlichen Stoffen festgesetzt sind, beruhen indes auf unzulänglicher wissenschaftlicher Grundlage und sind praktisch undurchführbar. Hessen, Mecklenburg u. a. außerpreußische Staaten haben Gesetze, welche sich dem preußischen anschließen. In Sachsen ist durch eine Verordnung das Vorgehen der Behörden geregelt.

Erwähnt sei schließlich noch das Reichsgesetz zur Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten vom 30. Juni 1900. Auf Grund dieses Gesetzes ist der Reichsgesundheitsrat gebildet worden, und bei diesem ist ein Ausschuß errichtet für Wasserversorgung und Beseitigung der Abfallstoffe, einschließlich der Reinhaltung der Gewässer. Der Reichsgesundheitsrat soll eine begutachtende und vermittelnde Tätigkeit ausüben bei Angelegenheiten, bei Anlagen und Einrichtungen, welche die aus gesundheits- und veterinärpolizeilichen Rücksichten gebotene Reinhaltung der das Gebiet mehrerer Bundesstaaten berührenden Gewässer betreffen. Dazu gehört auch die Zuleitung von Abwässern von Fabriken und gewerblichen Anlagen.

### **Die Abwässer der Textilveredlungsindustrie.**

Die Abwässer der Textilveredlungsindustrie unterscheiden sich von den Abwässern anderer Industrien vielfach dadurch, daß sie allerlei Stoffe enthalten, welche fäulniswidrig wirken. In dieser Beziehung sind sie als günstig anzusehen. Ferner haben die Abwässer aus Färbereien eins gemein, und das ist die Färbung. Sie mag vor allem schuld daran sein, daß die Abwässer der Färbereien manchnal zu den schlimmsten gerechnet werden, und daß die Abwässer der Textilindustrie überhaupt keinen guten Ruf haben. Stark giftige Stoffe werden heute in der Färberei kaum noch gebraucht; die Arsenikbeizen haben früher wohl stellenweise Grund zu Klagen gegeben; sie sind jetzt ganz aus dem Gebrauch geschwunden. Auch die Schlammengen in den Abwässern der Fabriken der Textilveredlungsindustrie können in der Regel nicht als sonderlich groß bezeichnet werden. Nur in Bleichereien und in Wasserreinigungsanlagen können die Kalkmengen, welche zurückbleiben, Verschlammungen herbeiführen.

Infolge des großen Wasserverbrauches zum Spülen und Waschen der gebleichten, gebeizten, gefärbten usw. Fasern ist die Menge der erzeugten Abwässer bedeutend und die Verdünnung der meisten Abfallstoffe eine ganz ungeheure. Wenn man bedenkt, daß eine einzige moderne Waschmaschine sehr wohl 100 cbm in der Stunde verbrauchen kann, so läßt sich daraus berechnen, wie viel tausend Kubikmeter Wasser ein moderner Großbetrieb heute unter Umständen täglich verbraucht. Diese ungeheure Verdünnung setzt nun auf einer Seite die Schädlichkeit der Abwässer herab, auf der anderen Seite erschwert sie aber außerordentlich eine zweckmäßige Reinigung der Abwässer. Hierzu kommt noch die große Unregelmäßigkeit in der Zusammensetzung und Menge der Abwässer im Laufe der Betriebsperioden.

Was die Zusammensetzung der Abwässer der Einzelbetriebe betrifft, so kann unterschieden werden zwischen Bleichereien, Färbereien, Druckereien, Appreturen, dann wieder nach der Art der verarbeiteten Stoffe, wie Seide, Wolle, Baumwolle, Kunstseide, gemischte Stoffe, Jute usw., nach Hand- und Maschinenbetrieb, nach Strang- und Stückverarbeitung oder nach der Art der angewandten technischen Hilfsmittel. Es gibt da wieder eine große Anzahl von Sondergruppen: Rasenbleicherei, Schnellbleicherei, Schwarzfärberei, Türkischrotfärberei, Copsfärberei, Indigofärberei, Anilinschwarzfärberei, Wollplüschfärberei, Kattundruckerei usw. Man könnte wohl sagen, so viel Betriebe, — so viel Arbeitsmethoden und verschiedene Abwässer. Es sei jedoch versucht, die Hauptmerkmale und Hauptbestandteile einiger Betriebe generell aufzustellen.

Die Abwässer aus Seidenschwarzfärbereien werden vielfach schwach saure eisenhaltige Abwässer erzeugen; chrom- und tonerdehaltige Abwässer werden seltener angetroffen werden. Dann werden hier gerbstoff-, blauholz- und seifenhaltige Abwässer zu den wichtigsten zu rechnen sein. Eine sehr große Rolle wird neuerdings in den Abwässern auch das Natronphosphat spielen, während die Bedeutung des Ferrocyankaliums abnimmt. Anilinfarben werden in geringerem Umfange angetroffen werden. Die Zinnwaschwässer pflegt man in besonderen Regenerierkellern wieder zu gewinnen. Die Seidencouleurfärbereien werden schwach schwefelsaure, gebrochene Bastseifenbäder, die mehr oder weniger dunkel gefärbt sind, ableiten. Für die Be-

schwerung der Seiden kommen hauptsächlich Phosphate, Wasser-  
glas, Tonerdesalze in Frage; die für die Beschwerung der Seiden  
angewandten Zinnsalze kommen nicht oder in kaum merklichen  
Mengen in die Abwässer, da hier die Zinnwaschwässer wie in der  
Schwarzfärberei regeneriert zu werden pflegen. An Farbstoffen  
werden hauptsächlich basische und saure angetroffen.

In der Wollfärberei kommen basische, saure, substantive  
und Beizenfarbstoffe zur Verwendung. Meist wird in einem  
sauren und zwar schwefelsauren (natriumbisulfathaltigen)  
Bade gefärbt. Ferner spielen Chrombeizen, Kaliumbichromat,  
eine wichtige Rolle, während Tonerde-, Zinn- und Eisensalze  
weniger wichtig sind. Als Hilfsbeizen kommen Schwefelsäure,  
Weinsäure, Milchsäure, Ameisensäure und deren Salze in Frage;  
ferner Borax, Essigsäure, Oxalsäure.

Zum Beizen der Baumwolle und des Leinens werden in  
erster Linie Gerbstoffe, Tannin, Sumach, Türkischrotöl, Tonerde-,  
Eisen-, Zinn- und Antimonsalze gebraucht. Von Farbstoffen  
werden die substantiven und neuerdings die Schwefelfarbstoffe  
bevorzugt; erstere gehen in neutralem oder schwach alkalischem  
Salzbade an die Faser, letztere in schwefelalkalischem Bade.  
Basische Farbstoffe werden meist auf Antimonbeize gefärbt.  
Zum Nachbehandeln von Baumwollfärbungen werden Chrom-  
Kupfersalze, Essigsäure, Formaldehyd und andere Verbindungen  
gebraucht. Besondere Färbeverfahren sind das Diazotieren  
(bei dem der Farbstoff auf der Faser mit salpetriger Säure diazotiert  
und dann mit einem Entwickler gekuppelt wird), die Anilin-  
schwarzfärberei (bei dem Anilinsalz mit oxydierenden Mitteln,  
z. B. Kaliumbichromat, Kupfersalzen, Vanadinlösung u. a. be-  
handelt wird), die Indigofärberei (bei der der natürliche oder  
jetzt fast ausschließlich künstliche Indigo zu Indigoweiß reduziert  
wird, z. B. mit Hydrosulfit usw.) u. a. m.

Für die Abwässer der Färberei liegt ein großer Vorteil darin,  
daß bei dem Zusammenfließen der Wässer aus den verschiedenen  
Farbbottichen Lösungen zusammenkommen, deren mannigfaltige  
Bestandteile sich oft gegenseitig niederschlagen können; die  
Niederschläge reißen dann wohl auch die suspendierten Teilchen  
mit sich zu Boden. Es findet sozusagen eine Selbstreinigung  
statt, die man in geeigneter Weise fördern sollte, indem man  
auch die zeitlichen Schwankungen möglichst ausgleicht.

In den Abwässern der Druckereien werden sich mehr fäulnis- und gärungsfähige Stoffe vorfinden. Zu den Beizen und Farbstoffen treten die zur Reservage und Enlevage nötigen Materialien. Dazu gehören organische Säuren, Kupfersalze, Zinnsalze, Chromsäure, Ferro- und Ferricyankalium und noch viele andere Mittel. Als Verdickungsmittel, um die Farben, Beizen, die Reservagen und Enlevagen aufdrucken zu können, dienen Mehl, Stärke, Dextrin, Leim, Talk, Eiweiß, Kasein in Ammoniak oder Borax gelöst und dergleichen. Die Verdickungsmittel werden zum größten Teil ausgewaschen und befinden sich dann in den Abwässern.

Die Bleichereien führen hauptsächlich die aus der Chlorkalkbleiche sich bildenden Rückstände als Abwässer ab. In letzter Zeit kommen als Bleichmittel besonders Superoxyde zur Anwendung: Wasserstoffsuperoxyd, Natriumsuperoxyd, Perborat usw. Bei zweckmäßig geleiteten Betrieben wird man die wertvollen Bleichstoffe in den Abwässern nur selten vorfinden. Die schweflige Säure ist schließlich ein altes Bleichmittel für tierische Faser und dürfte sich in den Abwässern der Bleichereien häufig vorfinden.

In den Appreturen werden hauptsächlich die Spülwässer als Abwässer abgeleitet, welche bei dem Reinigen der Geräte usw. von der Gummier- oder Appreturmasse abfallen; sie sind wegen ihrer geringen Menge von keiner besonderen Bedeutung.

### Grenzwerte.

Man hat versucht, Grenzwerte für die zulässigen Mengen von Verunreinigungen aufzustellen. Infolge der verschiedenen Ziele, die man erreichen will, und mangels einheitlicher Untersuchungsverfahren und Verhältnisse gehen die Forderungen weit auseinander. Folgende Tabelle gibt eine Anzahl festgelegter Grenzwerte an, aus der ersichtlich ist, wie verschieden die Forderungen sind.

Wenn es nun auch keine festen Verhältniszahlen gibt und geben kann, so hat doch Wissenschaft und Praxis Anhaltspunkte geschaffen, welche von Nutzen sind. Wie und wann sie zur Anwendung gebracht werden dürfen, das ist Sache fachwissenschaftlicher, sachverständiger Prüfung. Einer der wichtigsten

Umstände, welcher über die Zulässigkeit des Einlasses von Abwässern in einen Vorfluter entscheidet, bildet die Wassermenge, welche für die Verdünnung zur Verfügung steht. Über die Wasserführung der Ströme, der Flüsse, Bäche und Rinnsale gibt es nun wieder sehr wenig zuverlässige Angaben; in gleicher Weise schwanken Abwassermengen und -konzentrationen. Hieraus ersieht man, auf welche Schwierigkeiten und Bedenken man stößt, sobald man den Dingen näher auf den Grund geht. Die einzige Lösung der Abwasserfrage wird deshalb sein, wenn „unter Vermeidung jeder schematischen Behandlung von Fall zu Fall“ verfahren wird.

Die Spalten 1—12 bedeuten:

1. Badische Verordnung, die Verunreinigung des Fischwassers betreffend, vom 11. Oktober 1884 für den Rheinstrom.

2. Wie bei 1., nur für andere Wasserläufe als den Rheinstrom.

3. Revidierter Entwurf zu einer Verordnung über die Abführung von Schmutzstoffen in die Gewässer von F. Hulwa und C. Weigelt. Zulässig höchste Grenzwerte bei mehr als zehnfacher Verdünnung.

4. Vorschläge von König.

5. Englisches Gesetz von 1886, betreffend die Verunreinigung der Flüsse, deren Wasser nicht für den Wasserbedarf von Städten oder Dörfern verwendet wird.

6. Wie bei 5. bei Flüssen, deren Wasser für den Wasserbedarf von Städten und Dörfern verwendet werden.

7. Entwurf einer Polizeiverordnung für die Provinz Sachsen. Die Abführung von Abwässern bedarf der behördlichen Genehmigung; sie ist sonst nur gestattet, wenn die unter Spalte 7 angeführten Stoffe nicht in den Abwässern enthalten sind. Wann eine Salzlösung als konzentrierte oder was als Gift zu betrachten ist, sagt der Entwurf nicht.

8. Quellwasser.

9. Grundwasser.

10. Flußwasser.

11. Meerwasser.

12. Preußischer Ministerialerlaß vom 20. Februar 1901.



In 1 Liter Wasser sollen höchstens enthalten sein (in Milligramm):

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Suspendierte organische Stoffe . . .	100 000	100 000	2500	500	20	10	?	—	—	10—300 *	—	—
Suspendierte anorganische Stoffe . . .	100 000	100 000	5000	1000	50	30	?	—	—	10—300 *	—	—
Organischer Kohlenstoff . . . . .	0	0	0	—	20	20	?	5	10	5—30	—	—
Organischer Stickstoff . . . . .	0	0	0	40	10	3,3	?	5	10	5—30	—	—
Freie Säuren . . . . .	5000	1000	50	0	100	20	keine Reaktion auf Lackmus	—	—	—	—	—
Freie Alkalien bzw. Erdalkalien . . .	5000	1000	50	0	20	20	—	—	—	—	—	—
Metalle bzw. Metallsalze . . . . .	5000	1000	50	0	—	20	—	—	—	—	—	—
Freies Chlor . . . . .	0	0	0	—	20	10	keine wasserlöslichen Gifte	—	—	—	—	—
Arsen . . . . .	5000	1000	50	0	—	0,5	—	—	—	—	—	—
Schwefel als Schwefelwasserstoff oder Sulfid . . . . .	5000	1000	0	—	20	10	—	—	—	—	—	—
Kochsalz und Chlorealcium bzw. gebundenes Chlor . . . . .	0	0	150 000	1000	—	—	keine Salze in konzentrierten Lösungen	15	50	70	25 000	—
Eisen-, Tonerde-Salze, Ammoniumcarbonat . . . . .	—	—	500	—	—	—	—	900	600	400	35 000	—
Gelöste anorganische Stoffe . . . . .	0	0	50 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Erdöl und Kohlenwasserstoffe . . .	0	0	0	0	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—
Abwassertemperatur höchstens . . .	25°	25°	30°	20°	—	—	—	—	—	—	—	30°

\*) Der Mindestgehalt an Schwefelstoffen im Flußwasser wird bei Niedrigwasser, der Höchstgehalt bei Hochwasser beobachtet.

### **Reinigung und Beseitigung der Abwässer.**

Bei der Mannigfaltigkeit der Abwässer, ihrer Bestandteile und Zusammensetzungen, der Gesichtspunkte, der örtlichen Verhältnisse und der gesamten Frage, was erreicht werden soll, was erreichbar ist und wie es erreichbar ist, können in nachfolgendem lediglich die Grundzüge der Verfahren und die allgemeinen Richtlinien kurz bezeichnet werden.

Im allgemeinen wird sich die Industrie dort festsetzen oder dorthin verpflanzen, wo die Ableitungsbedingungen die günstigsten sind, d. h. also dort, wo man die Abwässer einfach laufen lassen kann, wie sie erzeugt werden. Solche Fälle sind nicht vereinzelt, z. B. an großen Wasserläufen wie am Rhein u. a. Strömen. Immerhin ist es angebracht, wenn der Gewerbetreibende sich beizeiten überlegt, wie er in wirtschaftlicher Weise die mit seinem Betrieb verbundenen Abwässer möglichst unschädlich macht, wenn er also bereits bei Errichtung der Anlage darauf Rücksicht nimmt und nicht erst wartet, bis Forderungen der Behörden und Klagen der Unterlieger ihn zwingen, daß er bald geeignete Maßregeln trifft und dauernd ein wachsames Auge hat, Schädigungen nach Möglichkeit zu vermeiden. Hat er selbst nicht ausreichende Kenntnisse, so möge er sich der Beihilfe von Sachverständigen versichern. Ebenso wie die Gewerbetreibenden dazu erzogen werden müssen, bei der Behandlung der Abwasserangelegenheiten das Interesse anderer zu berücksichtigen, ebenso müssen auch die öffentliche Meinung und die Verwaltungsorgane dazu gebracht werden, daß nicht in jeder Ableitung von Abwässern ein strafwürdiges, gesetzwidriges Vergehen gefunden wird, daß nicht Forderungen gestellt werden, die unerfüllbar, daß nicht Anlagen gemacht werden, die nutzlos und kostspielig sind, daß nicht ohne triftige Gründe Untersuchungen und Bestrafungen veranlaßt werden, die zum mindesten lästig sind und unter Umständen den Unschuldigen treffen.

Mittel für alle Fälle und mit vollständiger Wirkung gibt es zurzeit nicht und wird es wohl nie geben; doch ist eine ganze Anzahl von Maßregeln bekannt, welche, sachverständig durchgeführt, zufriedenstellende Ergebnisse liefern kann. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Entfernung der suspendierten

festen Teile nicht so große Schwierigkeiten bietet, wie die der gelösten Stoffe.

Über den Wert der Klärbecken ist man durchaus noch nicht im klaren. In diesen werden Schwebeteile bis zu einer gewissen Größe zurückbehalten, während die feinsten Teile der Schmutzwässer mit abgeführt werden. Andererseits haben die Klärbecken den großen Nachteil, daß der in ihnen niedergeschlagene Schlamm in Fäulnis gerät, und dadurch das hindurchfließende Wasser in Lösung gehende Stoffe wieder aufnimmt. Ferner verbreitet der in Fäulnis übergehende Schlamm üble Gerüche und belästigt die Nachbarschaft auf weite Strecken. Dann verursachen die Unterbringung und die Unschädlichmachung des Schlammes hohe Kosten. Es sei noch erwähnt, daß nach dem heutigen Stande der Wissenschaft eine schädigende Einwirkung auf die Bakterien, insbesondere auf im Wasser etwa befindliche pathogene Bakterien, in den Klärbecken nicht stattfindet.

Es kommt hinzu, daß man über die zweckmäßigste Form von Klärbecken bis heute noch wenig weiß. Im allgemeinen werden für fäulnisfähige Abwässer flache Becken, für Flüssigkeiten mit Schwebeteilchen anorganischer Natur tiefe Becken vorzuziehen sein. Ob es richtiger ist, das Becken von dem Abwasser in seiner ganzen Breite und Länge durchfließen zu lassen, oder durch Wechsel der Bewegungsrichtung, durch eingebaute Scheidewände, Bildung toter Winkel usw. die Absetzung zu fördern, sind maßgebende Versuche nicht bekannt geworden. Über den Einfluß der Temperatur des einfließenden Wassers auf die Bewegung des Wassers im offenen Becken hat Adam eingehende Versuche angestellt, welche ergeben haben, daß schon sehr geringe Temperaturunterschiede die gleichmäßige Strömung in den Becken wesentlich stören, und deshalb der Beckenquerschnitt in Wirklichkeit durchaus nicht immer voll für die Berechnung der Strömungsgeschwindigkeit in Ansatz gebracht werden darf. — Die günstigste Durchflußgeschwindigkeit für das einzelne Wasserteilchen wird mit 2 bis 40 mm in der Sekunde angegeben. Über die erforderliche Länge sind die Ansichten ebenfalls nicht geklärt.

Es sind auch feststehende und bewegliche Rechen, Siebbänder und Siebe verschiedenster Art in Vorschlag gebracht worden. Desgleichen sind im letzten Jahrzehnt häufiger Klärbrunnen

und Klärtürme zur Ausführung gekommen. Bei beiden letzteren Systemen bewegt sich das zu reinigende Wasser von unten nach oben, so daß sich die sinkenden Teile in entgegengesetzter Richtung des Wasserstromes bewegen, und durch die abwärts-sinkenden Teilchen die nachkommenden in Aufwärtsbewegung begriffenen aufgehalten und nach unten mit gezogen werden. Die Geschwindigkeit des Wassers muß hierbei kleiner sein als die Fall- oder Sinkgeschwindigkeit der Schwebeteilchen. Während man bei Klärtürmen ohne Zusatz von Chemikalien auf gute Ergebnisse nicht rechnen kann, lassen sich bei Klärbrunnen ausgezeichnete Ergebnisse erzielen.

Zu der Gruppe der mechanischen Reinigungsverfahren gehören auch die Filter. Sie sind nur für kleinere Betriebe geeignet und haben den Nachteil, daß sie bald verschlammten und versagen. Um das Filtermaterial nicht aufarbeiten zu müssen, nimmt man am besten brennbare Stoffe, Säge- und Hobelspäne, Koks, Torf und dergl., welche man nach erfolgter Erschöpfung verfeuern kann.

Bei Färbereien hat sich das Verfahren bisweilen als praktisch erwiesen, die Abwässer in flachen Gruben versickern und verdunsten zu lassen; der abgesetzte Schlamm wird mit Kalk versetzt, auf Haufen geworfen und als Düngemittel verwendet. Hierbei ist Vorsicht geboten, wenn das Grundwasser in der Nähe durch Brunnen Verwendung findet, da es durch das versickernde Abwasser untauglich werden kann.

Mit den mechanischen Verfahren wird häufig die chemische Reinigung verknüpft. Von den unzähligen empfohlenen Klärmitteln sind nur wenige dauernd in Gebrauch gekommen. Die Verwendung chemischer Zusätze bedingt stete Überwachung des Abwassers, und diese ist schwer durchführbar, weil die meisten Betriebe für diesen Zweck keinen Chemiker einstellen können, und weil die Abwässer in Menge und Zusammensetzung stetig schwanken. Manche Verunreinigung spottet jedes Fällungsmittels. Die Fällungsmittel müssen zudem selbst unschädlicher Natur sein oder vollständig niedergeschlagen werden. Schließlich werden die meisten chemischen Reinigungsverfahren für Großbetriebe viel zu teuer werden.

In den Betrieben der Textilveredlungsindustrie werden am meisten Kalk und Magnesiumchlorid als chemische Fällungs-

mittel gebraucht. Diese Mittel sind geeignet, Farbstoffe, Seifen, Metallsalze und Säuren niederzuschlagen oder abzusättigen. Überschuß ist stets zu vermeiden. — Vielfach werden, wie bei Kesselsteinmitteln, Geheimstoffe unter Phantasienamen angepriesen. Diesen gegenüber sollte man sich stets skeptisch verhalten.

Neuerdings hat das Kohlebreiverfahren erhöhtes Interesse gewonnen. Es handelt sich hierbei um einen Zusatz von fein gemahlenem Braunkohlenpulver und gewissen Chemikalien wie Eisensalzen, schwefelsaurer Tonerde u. ä. Das Verfahren, das nicht als rein chemisches bezeichnet werden kann, wird in großem Maßstabe in Verbindung mit Klärtürmen betrieben. Der Vorzug, den dies Verfahren hat, besteht darin, daß der Schlamm in hygienisch einwandfreier Weise nach dem Brikettieren zu Feuerungszwecken gebraucht werden kann.

Das Lüften der Abwässer durch Überfälle, Rieseltürme u. a. m. ist unter Umständen recht nützlich; es können dadurch Schwefelwasserstoff und leicht oxydierbare Stoffe oxydiert, flüchtige Gase (Ammoniak usw.) und Riechstoffe ausgetrieben werden.

Neben den mechanischen und chemischen Verfahren gewinnen in letzter Zeit auch die biologischen ein erhöhtes Interesse. Bei dem biologischen oder Oxydationsverfahren werden die Abwässer auf die Oxydationsfilter geleitet. Diese bestehen aus einer gleichmäßigen grobkörnigen Schicht von Schlacke, Kies, Koks, Ziegelbrocken und dergl. Der Oxydationskörper braucht eine gewisse Zeit, um „eingearbeitet“ zu sein und die reinigende Kraft zu erhalten. Es entwickelt sich in ihm eine sehr reichhaltige Flora und Fauna von niederen und höheren Organismen. Das ganze organische Leben nimmt seine Nahrungsstoffe aus dem Abwasser, den nötigen Sauerstoff aus der Umgebung und erzeugt dafür Kohlensäure, die in die Atmosphäre entweicht. Die ganze Wirkungsart dieser Körper ist wissenschaftlich noch nicht erforscht.

Kurz erwähnt sei noch das Ozonverfahren. Durch stille Entladung ozonisierte Luft strömt dem von oben über grobkörniges Material herabrieselnden Wasser entgegen, oder es streicht die ozonhaltige Luft, am Boden einer Flüssigkeitssäule eingeführt, in Gestalt von Luftbläschen hindurch. Die Anwendung dieses Verfahrens im großen ist wegen der Kosten undurchführbar.

Über die Kosten der verschiedenen Verfahren, welche nach

den gegebenen örtlichen Verhältnissen und sonstigen Umständen sehr schwankend sind, gibt Dunbar eine vergleichende Tabelle, welche sich bei der Annahme, daß auf den Kopf der Bevölkerung 50 cbm gerechnet werden können, wie folgt gestalten würde.

Kosten für Reinigung von 1 cbm Wasser

nach dem Berieselungsverfahren . . .	2,6— 5 Pf.
nach dem Oxydationsverfahren . . .	1,6— 4 „
nach der chemischen Klärung . . .	1,0—3,6 „
nach der mechanischen Klärung . . .	0,6—1,0 „

Die geschickte Benützung der örtlichen Gesamtverhältnisse, die richtige Einleitung in den Flußlauf, die Ausnützung aller zu Gebote stehenden kleinen Hilfsmittel können oft die schädigenden Einflüsse des Abwassers besser und sicherer auf das Mindestmaß herabdrücken oder ganz aufheben als eine umfangreiche Anlage, deren Kosten bei einem Versagen nutzlos aufgewendet sind.

### Laboratorium und Prüfungswesen.

Die Bestrebungen zur wirksamen Unterstützung und Förderung gewerblicher Tätigkeit durch hierzu eingerichtete wissenschaftliche Anstalten beginnen mit Recht allgemeiner zu werden, und die zunehmende Erkenntnis von der Bedeutung wissenschaftlicher Forschung für die Praxis durchdringt allmählich auch diejenigen gewerblichen Kreise, die sich solchen Bestrebungen gegenüber bisher ablehnend verhielten. Beweis dafür ist die zunehmende Bedeutung und Vergrößerung bestehender wie auch die Errichtung neuer, solchen Zwecken dienender Anstalten und Fabrik-Laboratorien. Die Erkenntnis der Zweckmäßigkeit und geschäftlichen Notwendigkeit dieser Prüfstätten ist so weit vorgeschritten, daß heute bis auf wenige Rückständige lediglich die Frage entscheidend ist, ob der Betrieb groß und stark genug ist, ein eigenes Laboratorium zu errichten und zu unterhalten, oder ob es für einen Kleinbetrieb empfehlenswerter erscheint, sich an ein bestehendes Verbands-, Privat- oder Staatslaboratorium anzuschließen.

Was die Errichtung von Betriebs-Versuchsstätten betrifft, so ist nicht zu vergessen, daß in einer gründlichen und gewissenhaften Laboratoriumsarbeit die Sicherheit, Stetigkeit und der Fortschritt der Fabrikation begründet ist, und daß deshalb diese Laboratorien

in den Räumlichkeiten und der Ausstattung die Vollkommenheit besitzen sollen, welche für ein solches Arbeiten nötig ist. Es existieren Fabriklaboratorien, welche diesen Namen eigentlich gar nicht verdienen und die auch nicht den Anspruch auf eine wissenschaftliche Überwachungsstation der Betriebstätigkeit machen werden.

Eine völlige Nachbildung des Universitätslaboratoriums für die Betriebe ist ohne weiteres nicht angebracht. Manche Hochschullaboratoriumseinrichtung wäre für das Fabriklaboratorium geradezu unpraktisch, da für beide Zwecke verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind.

Die in den Versuchsanstalten der Textilveredlungsindustrie zu lösenden Aufgaben können nun recht mannigfacher Art sein. Sie können sich erstrecken auf die Bearbeitung neuer Artikel und neuer Verfahren. Ferner können sie analytischer, färbereichemischer und koloristischer Natur<sup>1)</sup> sein und in der Prüfung von Rohstoffen, von Zwischenprodukten, von fertigen Erzeugnissen des Betriebes, von Konkurrenzprodukten und schließlich in der Überwachung des technischen Betriebes selbst bestehen. Alle Arbeiten sind mit Rücksicht auf mittel- oder unmittelbaren Nutzen für den Betrieb auszuführen. Dies wird auch erreicht, wo zur Klarstellung chemischer oder physikalischer Prozesse im Betriebe die verschiedensten Prüfungen nach verschiedenen Richtungen hin unternommen werden. Die Bearbeitung rein wissenschaftlicher oder theoretischer Fragen gehört nur insoweit in das Fabriklaboratorium, als sie ohne besonderen Zeitverlust und Unkosten geschehen kann. Es wäre zweckmäßig und zu befürworten, daß alle wissenschaftlichen und ähnlichen Arbeiten in einer großen Zentrale zur Ausführung gelangen. Hierdurch würde eine Unsumme von Zeit gespart werden, da die Erfahrung lehrt, daß die nämlichen Arbeiten von verschiedenen Seiten gleichzeitig ausgeführt zu werden pflegen, ohne daß die Früchte der Arbeit je geerntet werden. Die Zentrale würde alle Fäden der Untersuchungen bei sich vereinigen und auf solche Weise dauernd Wertvolles leisten. Es ist nicht zu leugnen, daß zur Verwirklichung

---

<sup>1)</sup> Vgl. Heermann, Färbereichemische Untersuchungen. II. Auflage. Berlin 1907. Heermann, Koloristische und textilchemische Untersuchungen. Ebend. 1903.

dieses Gedankens Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt werden müssen. Wenn aber die großen Industrie- und Handels-Verbände die Zweckmäßigkeit und den Nutzen einer solchen Zentralstelle erkannt haben werden, dann dürften die sich in den Weg stellenden Hemmungen schnell aus dem Wege geräumt werden.

Das Zweckmäßigste wird immer bleiben, wenn die bedeutenden und großen Betriebe ihre eigenen Betriebslaboratorien haben, in denen lediglich Betriebsarbeiten ausgeführt werden; wenn weiter die kleinen und kleineren Betriebe, welche hierzu nicht in der Lage sind, die laufenden Betriebs-Kontrollarbeiten in einem geeigneten Privat-Laboratorium oder städtischen Laboratorium zur Ausführung bringen lassen, und daß schließlich sämtliche Betriebe insgesamt, große und kleine, grundsätzliche Fragen, wissenschaftliche Probleme, ungelöste Erscheinungen in der Technik, Schiedsanalysen, Schiedsgutachten usw. in einem Zentral-Laboratorium bearbeiten lassen. Zu einem solchen Zentrallaboratorium eignet sich nur ein solches, das durch seine gehobene Stellung, z. B. staatliche Verwaltung, beste Leitung und erste Fachkräfte, sämtlichen anderen Laboratorien und Betriebsunternehmern das Vertrauen einer unparteiischen und sachkundigen Stelle einflößt. Es kommt demnach in erster Linie eine staatliche Anstalt in Frage, und als solche z. B. das „Königliche Materialprüfungsamt“ in Groß-Lichterfelde bei Berlin, an dessen Spitze Namen von bestem Klang stehen.

Das „Königliche Materialprüfungsamt“ der Technischen Hochschule in Berlin ging aus der Vereinigung der Königl. Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt in Charlottenburg und der Kgl. Chemisch-Technischen Versuchsanstalt in Berlin hervor, seit 1905 ist ihm noch die Zentralstelle für Textil-Industrie angegliedert. Zu den Aufgaben des Amtes gehören: Ausbildung und Vervollkommnung von Verfahren, Maschinen, Instrumenten und Apparaten für das Materialprüfungswesen der Technik im öffentlichen Interesse; sowie die Prüfung von Materialien, Konstruktionsteilen und Arbeitsverfahren der Industrie. Diese Aufgaben werden erfüllt entweder im öffentlichen oder im wissenschaftlichen Interesse, soweit die Mittel durch den Etat oder durch Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden, oder gegen Bezahlung nach einer Gebührenordnung für



Antragsteller (Behörden und Private). Außerdem erstreckt sich die Tätigkeit des Amtes in beschränktem Maße und soweit seine sonstige Inanspruchnahme es zuläßt, auf die Erteilung von Unterricht und die Veranstaltung praktischer Übungen für die Studierenden der Technischen Hochschule, Ausbildung von jungen Leuten aus der Praxis im Materialprüfungswesen und Unterstützung der Sonderforschung auf bestimmten Gebieten des Materialprüfungswesens durch Gewährung der Mitbenutzung von Einrichtungen des Amtes an fremde Forscher.

Als überaus wichtig betrachtet die Direktion des Amtes u. a. die stete Verbindung und den Verkehr mit der Praxis, der auf jede Weise gesucht und gepflegt wird, um die Bedürfnisse der Praxis kennen zu lernen und die eigenen Erfahrungen zu vermehren; es geschieht dies durch Besprechungen, Teilnahme an Versammlungen, Kongressen, Industrietagungen, Studienreisen, Mitarbeit an Ausschüssen usw.

Das Amt ist in Streitfällen bei Materiallieferungen an Behörden und bei Zollstreitigkeiten als entscheidende Stelle eingesetzt und seine Gutachten werden regelmäßig von zahlreichen amtlichen Stellen eingeholt. In den letzten Jahren hat das Amt mit bestimmten Industrien Übereinkommen getroffen, nach denen es die regelmäßige Kontrolle der im Handel erscheinenden Erzeugnisse zu üben hat; andere Verbände haben dem Amt Mittel zur Verfügung gestellt, umfangreiche neue Versuchsräume zu errichten, und so erweitert sich die Tätigkeit des Amtes zur Förderung des deutschen Wirtschaftslebens von Jahr zu Jahr, wird aber bedauerlicherweise nicht von allen in Frage kommenden Industriezweigen in gleich ausgiebiger Weise in Anspruch genommen. Von der deutschen Textilindustrie, welche in ihrem Außenhandel mit einigen Milliarden mit an der Spitze der wichtigsten Industrien schreitet, kann z. B. gesagt werden, daß sie das Amt noch nicht in genügender Weise in Anspruch nimmt und unterstützt, obwohl gerade diese Industrie einer ernstesten Zentrale bedarf, welche ungelöste Aufgaben der Technik und immer neu auftretende Fragen in steter Bearbeitung hält, die eine ständige Instanz zur Schlichtung von Streitfällen bei Material- und Arbeitslieferungen bildet, und die als Schiedsbehörde sofort in Tätigkeit treten sollte, ohne erst hierzu durch Wahl und Abstimmung jedes einzelne Mal ernannt zu werden.

Wenngleich nun die deutsche Textil-Industrie bedeutend genug ist, um eine eigene Abteilung am Amt zu rechtfertigen, so hat sie bisher dennoch keinen Anlaß hierzu gegeben und weder durch mittelbare noch durch unmittelbare Unterstützung oder entsprechende Inanspruchnahme des Amtes die Schaffung einer selbständigen Textil-Abteilung veranlaßt.

Wir sind Zeugen jener hochbedeutsamen Worte, welche Se. Majestät der Deutsche Kaiser gelegentlich der Jahrhundertfeier der Berliner Universität gesprochen hat. Danach „habe die Gründung selbständiger Forschungsinstitute in Preußen mit der Entwicklung der Universitäten nicht Schritt gehalten, und diese Lücke werde, namentlich in unserer naturwissenschaftlichen Ausrüstung, infolge des gewaltigen Aufschwunges der Wissenschaft immer empfindlicher. Wir brauchten Anstalten, die über den Rahmen der Hochschulen hinausgingen und, unbeeinträchtigt durch Unterrichtszwecke, lediglich der Forschung dienten. Den zu gründenden Instituten werde, soweit erforderlich, auch staatliche Hilfe nicht fehlen.“

In gleichem Maße aber, wie die von Sr. Majestät geforderten und ins Leben gerufenen Anstalten nötig sind, die, in enger Fühlung mit Akademie und Universität stehend, lediglich der Forschung dienen, so braucht auch das deutsche Wirtschaftsleben zu seiner Hebung Forschungsstätten, die über den Rahmen von Industrie und Technik hinausgehen, aber, mit ihnen in enger Fühlung bleibend, das Wirtschaftsleben fortgesetzt kräftig fördern; ist doch der Reichtum des Landes, der die Erfüllung der von Sr. Majestät gesteckten hohen Ziele ermöglicht, zum großen Teile erst durch die blühende deutsche Industrie erworben. Auch der deutschen Technik dürfte wohl, soweit nötig, neben den unvermeidlichen Opfern der beteiligten Kreise staatliche Hilfe nicht versagt werden. Dann kann erwartet werden, daß die deutsche, für das gesamte Kulturleben und den Volkswohlstand so hochwichtige, zum großen Teil aber noch hülfsbedürftige Textilindustrie sich hebt und Seite an Seite mit den bereits mächtig und selbständig gewordenen Großindustrien ihren achtungsgebietenden Platz unter den Kulturvölkern erobert und dauernd behält. Dann wird auch sie — um mit den kaiserlichen Worten zu reden — „eine Stadt bleiben auf dem Berge, zu der die Völker wallen, und eine Zierde und ein Hort des Vaterlandes“.

---

## Sachregister.

- Abfahren des Bodens 20.  
Ableiter 99.  
Abscheider 99.  
Abschließungen 87.  
Absperrventile 89.  
Abwässer 24, 179, 188.  
Abwasserbeseitigung 188.  
Abwasserreinigung 179, 188.  
Acetylenbeleuchtung 140.  
Akkumulatoren 155.  
Ampère 148.  
Arbeitsmaschinen 26.  
Asbestabfälle 98.  
Asbestgummiplatten 84.  
Asphaltboden 21.  
Äußere Feuerung 36.
- Backsteinmauern 7.  
Backsteinwände 9.  
Basaltlavastein 23, 24.  
Batterieessel 38.  
Bauchventile 89.  
Bauliche Anlagen 1.  
Baumwollriemen 110.  
Bedachung 10.  
Beleuchtung 137.  
Betriebsdampf 34.  
Betriebszeit 28.  
Biologische Wasserreinigung 191.  
Bleiblech 18.  
Bleidichtung 15.  
Boden 19.  
Bodenventile 89.  
Bögen 86.  
Bogenlampen 152.  
Bouilleurkessel 36.  
Bremerlampe 153.  
Bremerlicht 153.  
Brennstoffausnützung 46.  
Bruchsteinmauern 7.
- Cornwallkessel 42.  
Coulomb 148.
- Dachkonstruktion 17.  
Dachrinne 18.  
Dachstuhl 12.  
Dampfentöler 51.  
Dampfkessel 26.  
Dampfkesselgesetze 53, 63.  
Dampfkesselreinigung 50, 57.  
Dampfkesselsysteme 35.  
Dampfkesselwahl 45.  
Dampfleitungen 77.  
Dampfrohre 78.  
Dampfsammler 41.  
Dauerbrandlampen 153.  
Deckenbalken 10.  
Dichtungsmaterial 83.  
Dienstvorschriften für Kesselwärter 53.  
Differentiallampen 153.  
Dreisiederkessel 35.  
Drosselklappen 87.  
Druckventile 89.  
Dufton-Gardner-Licht 159.  
Durchgangshähne 89.
- Eckventile 89.  
Eichenholz 9, 20.  
Einfammrohrkessel 43.  
Einsiederkessel 38.  
Eisenbeton 8.  
Eisenblech 18.  
Eisenklinker 22.  
Elektrische Beleuchtung 147.  
Elsässeressel 38.  
Entdunstung 125.  
Enthärtungsvorgänge 170.  
Entnebelung 125.

Entnebelungsanlagen 133.  
 Etagenbau 10.  
 Exzentrische Flanschen 87.

Fairbairnkessel 43.  
 Färbereiabwässer 182.  
 Färbereiboden 19.  
 Fenster 9.  
 Fensterrahmen 10.  
 Filterpressen-Heißreiniger 171.  
 Flammbogenlampen 153.  
 Flammrohrkessel 42.  
 Flanschen 82.  
 Flanschenkrümmer 80.  
 Flanschenrohre 80.  
 Formstücke 79.  
 Friktionskuppelungen 107.  
 Foundation 2, 19.

Gallowaykessel 44.  
 Gasbeleuchtung 142.  
 Gaswage 52.  
 Gegenstromkessel 39.  
 Gewindemuffen 86.  
 Glasscheiben 14.  
 Grenzwerte der Abwässer 185.  
 Gummipplatten 84.  
 Gummiriemen 110.  
 Gußeiserne Rohre 78, 102.

Haarriemen 110.  
 Hähne 87.  
 Hängegaslicht 144.  
 Hartholz 19.  
 Hauptstromlampen 152.  
 Hefnerkerze 138.  
 Heißdampf 35.  
 Heizfläche 27.  
 Heizung 116.  
 Hirnholz 19.  
 Holzfachwände 6.  
 Holzgas 145.  
 Holzimprägnierung 20.  
 Holzpflaster 19.  
 Holzwände 4, 8.

Inbetriebsetzung von Kesseln 60.  
 Innere Feuerung 42.  
 Innerer Ausbau 56.  
 Isoliermaterial 12, 97.

Jenkins-Ventile 89, 93.

Kalorien 34.  
 Kanalisation 23.  
 Karbolinemanstrich 17.  
 Kautschukplatten 84.  
 Kegelveile 89.  
 Kesselbedienung 49.  
 Kesselkontrolle 49.  
 Kesselkosten 29.  
 Kesselreinigung 50, 57.  
 Kesselrostfeuerung 49.  
 Kieselbeton 22, 23.  
 Kieselgur 98.  
 Kieselgurschnur 98.  
 Kieszementbeton 20.  
 Kilowatt 148.  
 Klappventile 89.  
 Klärfilter-Kaltreiniger 173.  
 Klärtürme 190.  
 Klinkerplatten 22.  
 Kohlebreiverfahren 191.  
 Kohlenfadenglühlampen 149.  
 Kohlenkosten 29.  
 Kohlensäurewage 52.  
 Kondenstöpfe 99.  
 Kondenswasser-Ableiter 99.  
 Kondenswasser-Abscheider 99.  
 Konzentrische Flanschen 87.  
 Kopfholzplaster 19.  
 Korkformstücke 98.  
 Krümmer 79.  
 Kugelveile 89.  
 Kükenhähne 89.  
 Künstliche Beleuchtung 138.  
 Künstliches Tageslicht 159, 163.  
 Kupferrohre 82.  
 Kuppelungen 106.

Laboratorium 192.  
 Lager 107.  
 Lancashirekessel 43.  
 Lederriemen 108.  
 Leuchtgas 142.  
 Lichtausbeute 139.  
 Lichttabelle 141.  
 Liliputlampen 153.  
 Luftheizung 117.  
 Lux 138.

Maßeinheiten der el. Energie 148  
 Materialprüfungsamt, Kgl. 194.  
 Mennige-Dichtung 84.  
 Moore-Licht 163.

Nebelbildung, Theorie der 128.  
 Nebenschlußlampen 152.  
 Nernstlampen 151.  
 Niederdruckhähne 93.  
 Niedermendiger Stein 23.  
 Niederschraubventile 89.  
 Normalgasflamme 144.  
 Normalkerze 138.

**O**berkessel 38.  
 Ohm 148.  
 Ölgas 145.  
 Osmiumlampen 150.  
 Osramlampen 150.  
 Oxydationsverfahren 191.  
 Ozonverfahren 191.

**P**appenscheiben 83.  
 Patentwände 9.  
 Permutitreinigung des Wassers 177.  
 Petroleumbeleuchtung 140.  
 Pflasterklinker 22.  
 Pflockhähne 92.  
 Plan der Dampfleitung 94.  
 Preßgaslicht 144.  
 Prüfungswesen 192.

**R**abitzdecke 12.  
 Rabitzwände 9.  
 Rauchgasprüfer 52.  
 Rauchschieber 52.  
 Regenwasser 14.  
 Regulatorenlampen 152.  
 Reiberhähne 89.  
 Reinkohlenlampen 153.  
 Riemenscheiben 108.  
 Riemenverbindungen 111.  
 Rieseltürme 191.  
 Rinne 18.  
 Rohrgewichte 81, 82.  
 Rohrleitungen 103.  
 Rohrnetz 24.  
 Rostfläche 27.  
 Rückschlagventile 103.

**S**ammelschächte 24.  
 Saugventile 89.  
 Scheibenkuppelungen 106.  
 Schieber 87.  
 Schieberabschließungen 91.  
 Schieferbekleidungen 15.  
 Schläuche 105.  
 Schmiedeeiserne Rohre 81.

Schmiervorrichtungen 112.  
 Schornstein 53.  
 Seidenabfälle 97.  
 Shedbau 1.  
 Sheddach 10, 12, 20.  
 Siederkessel 36.  
 Siriuslampen 151.  
 Sparlampen 154.  
 Speiseventile 89.  
 Speisewasservorwärmung 50.  
 Spezifischer Verbrauch 149.  
 Spindelventile 89.  
 Stampfbeton 21.  
 Steingutohre 23.  
 Steinkohlengas 143.  
 Stopfbüchsenhähne 89.  
 Stromverbrauch 154.

**T**antallampen 151.  
 Tellerventile 89.  
 Ten-Brink-Apparat 39, 45.  
 Ten-Brink-Kessel 45.  
 Tonboden 21.  
 Tonrohre 103.  
 Transmissionen 105.  
 Türen 9.

**U**mfassungsmauern 3.  
 Unterkessel 38.

**V**entilabschließungen 91.  
 Ventilation 12, 121.  
 Ventilationsabzüge 13.  
 Ventile 87.  
 Verglasung 13.  
 Verpackung 83, 85.  
 Verzweigungen 79.  
 Volt 148.  
 Vulkanfiber 85.

**W**alzenkessel 36.  
 Wärmebilanztabellen 47—49.  
 Wärmeeinheit 34.  
 Wärmeisolierung 97.  
 Wärmeverlust versch. Stoffe 120.  
 Wasserabscheider 51.  
 Wasserdampfaufnahme der Luft 128.  
 Wasserdrukprobe 56.  
 Wassergas 146.  
 Wasserlauf 23.  
 Wasserleitung 102.  
 Wassermesser 51.  
 Wasserreinigung 166.

- Wasserreinigungsapparate 171.  
Wasserröhrenkessel 39.  
Watt 148.  
Wechselventile 89.  
Wellen 105.  
Werksteinboden 23.  
Winkel 86.  
Winkelhähne 89.
- Z**ahnräder 111.  
Zementbetonmauern 8.  
Zementboden 21.  
Zementrohre 24, 102.
- Zementwände 9.  
Zeolithe 178.  
Ziegelsteinmauerung 6.  
Ziegelsteinboden 21.  
Zinkblech 18.  
Zinkdichtung 14.  
Zinkleiste 14.  
Zugkanäle 58.  
Zugmesser 52.  
Zweiflammrohrkessel 43.  
Zweisiederkessel 38.  
Zylinderkessel 36.
-

Verlag von Julius Springer in Berlin.

---

**Koloristische und textilchemische Untersuchungen.** Von Dr. Paul Heermann. Mit 9 Textfiguren und 3 Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—.

---

**Färbereichemische Untersuchungen.** Anleitung zur Untersuchung, Bewertung und Anwendung der wichtigsten Färberei-, Druckerei-, Bleicherei- und Appretur-Artikel. Von Dr. Paul Heermann. Mit 5 Textfiguren und 3 Tafeln. Zweite Auflage. Preis M. 9,—.

---

**Anleitung zur qualitativen Appretur- und Schlichte-Analyse.** Von Dr. Wilhelm Massot, Professor an der Färberei- und Appreturschule, Krefeld. Mit 42 Textfiguren und 1 Tabelle. Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage.

Preis M. 6,—; in Leinwand gebunden M. 7,—.

---

**Chemie der organischen Farbstoffe.** Von Dr. Rudolf Nietzki, o. Professor an der Universität zu Basel. Fünfte, umgearbeitete Auflage.

In Leinwand gebunden Preis M. 8,—.

---

**Tabellarische Übersicht über die künstlichen organischen Farbstoffe und ihre Anwendung in Färberei und Zeugdruck.** Von Dr. Adolf Lehne, Geh. Regierungsrat im Kaiserlichen Patentamt, Herausgeber der Färber-Zeitung. Mit Ausfärbungen jedes einzelnen Farbstoffes und Zeugdruckmustern. Vergriffen.

Erster Ergänzungsband: In Halbleder geb. Preis M. 25,—.

Zweiter Ergänzungsband: In Halbleder geb. Preis M. 22,—.

---

**Fortschritte in der Fabrikation der anorganischen Säuren, der Alkalien, des Ammoniaks und verwandter Industriezweige.** An der Hand der systematisch geordneten Patentliteratur dargestellt von V. Hölbling, Wien. 1895—1903. Mit zahlreichen Textfiguren.

Preis M. 30,—; geb. M. 32,40.

---

**Anilinschwarz und seine Anwendung in Färberei und Zeugdruck.** Von Dr. E. Noeltig, Direktor der Städtischen Chemieschule in Mülhausen i. E., und Dr. A. Lehne, Geh. Regierungsrat, Abteilungs-Vorsitzendem im Kaiserl. Patentamt. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 13 Textfiguren und 32 Zeugdruckmustern und Ausfärbungen auf 4 Tafeln.

In Leinwand geb. Preis M. 8,—.

---

**Theorie und Praxis der Garnfärberei mit den Azo-Entwicklern.** Von Dr. F. Erban. Mit 68 Textfiguren.

In Leinwand geb. Preis M. 12,—.

---

**Die Apparatefärberei.** Von Dr. Gustav Ullmann. Mit 128 Textfiguren.

In Leinwand geb. Preis M. 6,—.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

---

**Taschenbuch für die Färberei und Farbenfabrikation.**  
Unter Mitwirkung von H. Surbeck herausgegeben von Professor  
Dr. R. Gnehm, Zürich. Mit Textfiguren. Preis geb. M. 4,—.

---

**Die Mercerisation der Baumwolle** mit spezieller Berücksichtigung der in- und ausländischen Patente. Von **Paul Gardner**, technischem Chemiker. Mit 57 Textfiguren.  
In Leinwand geb. Preis M. 6,—.

---

**Technologie der Gewebeappretur.** Leitfaden zum Studium der einzelnen Appreturprozesse und der Wirkungsweise der Maschinen von **Bernhard Kozlik**, k. k. Professor in Wien. Mit 161 Textfiguren.  
In Leinwand geb. Preis M. 8,—.

---

**Die künstliche Seide.** Ihre Herstellung, Eigenschaften und Verwendung. Unter besonderer Berücksichtigung der Patentliteratur bearbeitet von Dr. **Karl Süvern**, Regierungsrat. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 61 Textfiguren und 4 Musterbeilagen.  
In Leinwand geb. Preis M. 10,—.

---

**Die Spinnerei in technologischer Darstellung.** Ein Hand- und Hilfsbuch für den Unterricht in der Spinnerei, an Spinn- und Textilschulen, technischen Lehranstalten und zur Selbstausbildung, sowie ein Fachbuch für Spinner jeder Faserart. Von **G. Rohn**, Direktor der Spinnereimaschinenfabrik von Oscar Schimmel & Co. A.-G. in Chemnitz. Mit 143 Textfiguren.  
In Leinwand geb. Preis M. 3,60.

---

**Der Betriebs-Chemiker.** Ein Hilfsbuch für die Praxis des chemischen Fabrikbetriebes. Von Dr. **Richard Dierbach**, Fabrikdirektor. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 117 Textfiguren. Preis M. 8,—.

---

**Heizung und Lüftung von Gebäuden.** Ein Lehrbuch für Architekten, Betriebsleiter und Konstrukteure. Von Professor Dr.-Ing. **Anton Gramberg**, Dozent an der Königlichen Technischen Hochschule in Danzig-Langfuhr. Mit 236 Figuren im Text und auf 3 Tafeln.  
In Leinwand geb. Preis M. 12,—.

---

**Elektrotechnische Winke für Architekten und Hausbesitzer.** Von Dr.-Ing. **L. Bloch** und **R. Zaudy**. Mit 99 in den Text gedruckten Figuren.  
In Leinwand geb. Preis M. 2,80.

---

**Alles elektrisch!** Ein Wegweiser für Haus und Gewerbe. Preisgekrönte Bearbeitung. Von **H. Zipp**, Ingenieur in Cöthen.

Preis 25 Pf.  
Bei Abnahme von 50 Exemplaren an à 20 Pf., 100 à 16 Pf.,  
500 à 14 Pf. und von 1000 Exemplaren an à 12 Pf.

---

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung.**