

Dierbach-Waeser

Betriebs - Chemiker

Dritte Auflage

Der Betriebs-Chemiker

Ein Hilfsbuch für die
Praxis des chemischen Fabrikbetriebes

von

Dr. Richard Dierbach

Fabrikdirektor

Dritte, teilweise umgearbeitete und ergänzte Auflage

von

Dr.-Ing. Bruno Waeser

Chemiker

Mit 117 Textfiguren



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1921

ISBN 978-3-662-24338-1 ISBN 978-3-662-26455-3 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-26455-3

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen,
vorbehalten.

Copyright 1921 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1921.
Softcover reprint of the hardcover 3rd edition 1921

Vorwort zur ersten Auflage.

Das vorliegende Buch ist entstanden aus einer Sammlung von Notizen, die ich mir über alle neuen „Fälle“ seit den ersten Tagen meiner praktischen Betriebstätigkeit zu machen pflegte.

Ich hielt es für möglich, dem einen oder dem anderen, besonders den jüngeren Kollegen mit diesem Material dienlich sein zu können, und so entschloß ich mich, dasselbe zu sichten, mit einer Reihe für den Fabrikbetrieb allgemein wissenswerten praktischen Daten zu ergänzen und zu einem Buche zu bearbeiten.

Damit ist zugleich gesagt, daß ich kein Lehrbuch, sondern ein praktisches Hilfsbuch zu schreiben beabsichtigt habe, was eine andere Behandlung des Stoffes zur Folge haben mußte, als sie sonst in den Werken über chemische Technik üblich ist.

Während in diesen letzten meist bestimmte Fabrikationen als Spezialstudium behandelt werden, habe ich den Versuch unternommen, das allgemein praktisch Notwendige aus dem großen Gebiete der chemischen Technik zu skizzieren. Ich sage absichtlich zu „skizzieren“, weil eine ausführliche Behandlung dieser Erfahrungsmaterie weit über den Rahmen hinausgeht, innerhalb dessen ein Fachmann auf diesem Gebiete tätig sein kann.

Von diesem Standpunkte aus wolle man den Inhalt des Buches beurteilen und nachsichtig auch deswegen, weil ein Praktiker nicht ohne weiteres auch ein gewandter Buchschreiber zu sein den Anspruch macht.

Ob ich die richtige Wahl und Anordnung des recht verschiedenartigen Stoffes getroffen habe, muß ich dem Urteil der Leser überlassen. Aus den angeführten Preisen, welche keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen können, wolle man nichts anderes sehen, als den ungefähren Wert der in der Fabrikpraxis gebrauchten Materialien und Gegenstände. Ich halte es aber für absolut erforderlich, daß der junge Chemiker möglichst früh lernt, sich eine zutreffende Vorstellung über die Kosten der Betriebsapparatur, ihrer Materialien und der sonst für den Fabrikbetrieb notwendigen Bedürfnisse zu machen, um das Fabrizieren nicht bloß vom technischen, sondern auch vom kaufmännischen Standpunkte aus beurteilen zu können; denn schließlich ist doch die Rentabilität der maßgebende Prüfstein jeder technischen Fabrikationsanlage.

Und somit übergebe ich das Buch den Fachkreisen. Sollte dasselbe außer von den Rat suchenden jüngeren Kollegen, für die es zunächst bestimmt ist, auch dann und wann von den in der Betriebspraxis Erfahrenen zur Hand genommen werden, in der Absicht, sich über etwas, vielleicht dem Gedächtnis Entfallenes zu orientieren, so würde mir dies ein erhöhter Beweis seiner Nützlichkeit sein.

Alle Hinweise von allgemeinem Interesse, welche zur gelegentlichen Vervollkommnung des Buches dienen könnten, würde ich mit großem Dank annehmen.

Herrn Dr. Hans Gradenwitz sage ich für die mir bei der Durchsicht des Buches geleistete wertvolle Hilfe meinen besten Dank.

Hamburg-Eppendorf, im November 1903.

Der Verfasser.

(Dr. R. Dierbach.)

Vorwort zur dritten Auflage.

Als Herr Dr. Richard Dierbach im Juni 1920 an mich herantrat und mich bat, die Neubearbeitung der dritten Auflage des vorliegenden Werkes zu übernehmen, da war mir sofort klar, daß es unmöglich sein würde, die so wichtigen Preisnotierungen der hauptsächlichsten Materialien wiederum in einem solchen Umfange zu geben, wie er dem von Herrn Dr. Dierbach geübten Brauche entsprochen haben würde. Ich habe mich darauf beschränken müssen, einige Preise anzuführen, die einigermaßen stabil erschienen.

An der allgemeinen Anordnung des bewährten Werkes ist nichts geändert worden. Dem Stande der Technik entsprechend, sind natürlich sehr häufig Zusätze eingefügt. Wenn ein Fachkollege etwas wertvolles vermißt, so bin ich ihm für Anregungen in dieser Hinsicht besonders dankbar. Es konnte nicht meine Aufgabe sein, alle Spezialzweige der seit 1908 stark ausgedehnten chemischen Industrie in den Kreis meiner Betrachtungen zu ziehen. Für mich waren in erster Linie die Gedanken des Herrn Dr. Dierbach maßgebend, dem angehenden Chemiker ein Buch in die Hand zu geben, das ihm den Übertritt in die Technik erleichtern soll.

Die bekannte englische Fachzeitschrift *Engineering News Record* (Jahrg. 1920, Nr. 12) schließt eine Arbeit über die zukünftige Tätigkeit der deutschen Industrie mit den prophetischen Worten: „Wenn vor dem Kriege Deutschlands technischer Aufschwung sehr schnell

erfolgte, so wird unter den neuen Verhältnissen durch den bitteren Zwang eine derartige Beschleunigung eintreten, daß mit einem außerordentlichen Fortschritt in der nächsten Zukunft gerechnet werden kann. Vom technischen Standpunkt aus betrachtet, wird Deutschland in den nächsten zehn Jahren das interessanteste Land der Welt sein.“

Die in diesen Ausführungen vorausgeahnte Entwicklung wird einen gut durchgebildeten und in jeder Beziehung für den Lebenskampf gestählten Nachwuchs für unsere Industrie fordern. Wenn das vorliegende Werk nur ein wenig dazu beiträgt, dem jungen Praktiker die Mitwirkung beim Wiederaufbau unseres zerstörten Wirtschaftslebens zu erleichtern, dann ist alle Mühe zehnfach belohnt.

Magdeburg, im April 1921.

Dr. Bruno Waeser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Allgemeines	1
Die Aufgaben des Betriebs-Chemikers — Sein Verhältnis zu den Arbeitern — Seine Pflichten als Betriebsleiter.	
Erste Abteilung.	
Die Hilfsmittel der Betriebstechnik.	
A. Material der Apparatur und dessen Bearbeitung	13
Metalle	13
Eisen (Guß, Schmiedeeisen, Stahl) — Kupfer — Blei — Zinn — Zinn — Nickel — Platin — Silber — Aluminium.	
Legierungen des Kupfers	26
Messing: Gelbmessing — Rotmessing — Weißmessing — Delta- metall — Phosphor-Kupfer — Schlag- oder Hartlot — Bronze — Metall — Maschinenbronze — Rotguß — Phosphorbronze — Stahl- phosphorbronze — Manganbronze — Babbit.	
Legierungen des Aluminiums	27
Aluminiumbronze — Aluminiummessing — Magnalium — Elek- tron-Metall — Duraluminium — Aluminium und Eisen.	
Andere Legierungen.	
Hartblei — Weißmetall — Kalziumlagermetall — Lötzinn — Woodsche und andere Legierungen — Roses Metall — Edelmessing.	
Bleche	29
Blechlehre — Eisen-, Kupfer-, Blei-, Aluminiumblech usw.	
Draht	30
Drahtlehre — Eisen-, Kupfer-, Bleidraht usw.	
Metallbearbeitung	31
Schmieden — Gießen — Galvanotechnik — Spritzen — Falzen — Schweißen — Autogenes Schweißen — Löten — Nieten — Schrauben.	
Keramisches und verwandtes Material	36
Glas: Hartglas — Verbundglas — Thüringer Glas — Drahtglas — Quarz.	
Porzellan und Ton — Kaolin — Lehm.	
Kalk und Kalkmörtel — Zement und Zementmörtel — Beton — Traß — Back-, Ziegel- oder Mauersteine — Klinker — Dachziegel — Schamottesteine — Graphit — Sand — Sandstein — Marmor — Kalkstein — Tonschiefer — Granit — Basalt — Serpentin — Dinas- steine — Gips — Asbest — Bimsstein — Kieselgur — Magnesia — Kunststeine.	
Kitte	48
Glas- und Porzellankitte — Steinkitte — Holzkitte — Metallkitte.	
Holz	49
Holzarten: Kiefer — Pitchpine — Fichte — Weißbuche — Rot- buche — Eiche — Lärche — Ruster — Erle — Pappel — Pook- holz, Teakholz und Hickoryholz.	
Bauholz: Benennungen — Abmessungen.	

	Seite
Holzbearbeitung	53
Kautschuk	57
Guttapercha — Durit — Vulkanfiber — Hanf — Filz — Kork — Leder.	
Festigkeit der Materialien	59
Die Betriebshandwerker	61
Schlosser — Grobschmied — Kupferschmied — Klempner usw. — Zimmermann — Böttcher — Maurer — Das Werkzeug der Betriebs- handwerker.	
B. Mechanische Hilfsmittel	68
Rohrleitungen	68
Rohre	72
Metallrohre — Glasrohre — Tonrohre — Porzellanrohre.	
Schläuche	78
Rohrverbindungen und Abdichten derselben	79
Flanschenverbindung — Muffenverbindung.	
Abdichten der Rohrverbindungen und Gefäßöffnungen . .	81
Befestigung der Rohrleitungen	83
Bekleiden der Rohrleitungen	83
Verschlussapparate	85
Stopfbüchse — Hähne — Ventile — Schieber — Drosselklappe — Kondenswasser-Ableiter und -Abscheider.	
Verschließen der Apparate	95
Meßapparate	96
Wage und Gewichte — Thermometer und Pyrometer — Aräometer — Hydrostatische Wagen — Manometer — Vakuummeter usw.	
C. Maschinelle Hilfsmittel	105
Kraftquellen	105
Wärme und Arbeit	106
Verbrennung	109
Brennstoffe	111
Holz — Holzkohle — Torf — Braunkohle — Steinkohle — Koks — Leuchtgas — Petroleum.	
Dampfkessel	115
Material — Dampfkesselarten — Dampfkesselfeuerung — Dampf- kesselleistung — Dampfkesselarmaturen — Kesselsteinbildung — Betriebsstörungen und Explosion — Bedienung des Kessels — Wahl des Kesselsystems — Beschaffung eines neuen Kessels — Inbetriebsetzung eines neuen Kessels — Dampfkesseljournal.	
Dampfkesselgesetze	139
Kraftmaschinen	151
Dampfmaschinen	151
Teile der Dampfmaschine — Arten von Dampfmaschinen — Leistung und Dampfverbrauch einer Dampfmaschine — Bestim- mung des Maschinendampfes in der Praxis — Der Indikator — Das Bremsdynamometer — Anschaffung einer neuen Maschine — Betriebskosten der Maschinenkraft — Wartung der Dampfmaschine.	
Dampfturbinen	163
Lavalturbine — Parsonsturbine.	
Explosionsmotore	164
Ottoscher Gasmotor — Petroleum- und Bezinmotore — Saug- gasmotore — Heißluftmotor.	
Wasserkraftmotore	165
Leistung — Wasserräder — Wasserturbinen — Vergleich beider — Wassersäulenmaschinen.	
Kraftverbrauch und Betriebskosten verschiedener Motore	168
Elektrische Kraftquellen	170

	Seite
Dynamomaschinen — Akkulatorenanlage — Elektromotor — Leistung und Kraftverbrauch der Dynamomaschinen — Stromleitung.	
Elektrotechnische Maßeinheiten	176
Kraftübertragungen	176
Transmissionen	177
Wellen — Lager — Kupplungen — Stellringe — Fehler der Wellenleitung — Zahnradtrieb — Zahnstangentrieb — Friktions- und Reibungsräder — Grissongetriebe — Schneckenrad — Riemen- trieb — Hanfseiltrieb — Drahtseiltriebe.	
Druckluft und Druckwasser	189
Transporteinrichtungen	190
Transportmittel für feste und flüssige Stoffe	191
Eisenbahnen — Transportable Eisenbahnen — Drahtseilbahnen — Hängebahnen — Beförderung durch Fuhrwerk — Fahrstühle — Aufzüge — Flaschenzüge — Winden — Laufkräne — Drehkräne — Schiebebühnen — Transportschnecken — Förderrinne — Trans- portbänder — Becherwerke — Elevatoren.	
Transportmaschinen für Flüssigkeiten	196
Allgemeines — Pumpen — Saug- und Druckleitungen — Kolben- pumpen — Membranpumpen — Rotationspumpen — Kapselräder — Flügelpumpen — Zentrifugalpumpen — Antriebsart — Pulso- meter und Aquapulte — Injektoren — Montejus.	
D. Instandhaltung der Apparatur und Betriebseinrichtung	203
Reinigung — Putzen — Schmieren — Schmiermittel — Schmier- gefäße — Anstreichen — Überwachung der Anlagen.	
Zweite Abteilung.	
Bauliche Anlagen.	
Allgemeines	210
Ortswahl — Grundstückswahl — Zu berücksichtigende behörd- liche Vorschriften.	
Besonderes	213
Terrain — Bauart — Bauvorschriften — Wände — Türen — Notausgänge — Fenster — Beleuchtung — Ventilation — Feuer- essen — Treppen — Oberirdisches Rohrleitungsnetz — Wasser- versorgung — Entwässerung — Unterirdisches Rohrleitungsnetz.	
Dritte Abteilung.	
Die Arbeiten des Betriebs-Chemikers.	
A. Die Arbeiten im Laboratorium	223
Einrichtung — Lage — Zubehör der Fabriklaboratorien — Auf- gaben der Laboratoriumstätigkeit — Systematisches Arbeiten — Das Probenehmen — Betriebskontrolle — Untersuchung der Fabri- kate.	
B. Die Ausarbeitung von Verfahren für den Großbetrieb	230
Zweck dieses Arbeitsstadiums — Versuchslaboratorium — Be- rücksichtigung des Rohmaterials — Einfluß des Apparatenmate- rials — Verwendung vorhandener Apparate zu Versuchszwecken.	
C. Die Einrichtung und Überwachung des Großbetriebes. . . .	235
Entwerfen der Anlage	235
Anordnung der Apparatur — Benutzung derselben Apparatur zu verschiedenen Zwecken — Einheitliche Abmessungen der Klein-	

teile — Anbringung der Armaturen an der Apparatur — Berücksichtigung einer bequemen Reparatur bei dem Bau der Apparate — Ersatzstücke für gefährdete und zerbrechliche Teile — Einrichtung der Apparatur zur Sicherung der Arbeitsprozesse — Sicherungen bei Dampf-, Wasser- und anderen Leitungen und Tongefäßen — Bau der Rührvorrichtungen.	
Ausführung der Betriebsanlage	243
Benutzung vorhandener Apparate — Bestellung beim Fabrikanten — Ablieferung und Abnahme der auswärts angefertigten Apparate — Aufstellung der Apparate — Berücksichtigung der Einzelheiten — Erste Inangsetzung der beweglichen Apparatur, der Druckfässer und der Vakuumapparate — Sicherheitsmaßnahmen für den Betrieb — Erste Inangsetzung des Betriebes — Einarbeitung der Arbeiter — Überwachung der Apparatur — Reinigung derselben — Vergrößerung der Anlage.	
Herrichtung für die Betriebsunterbrechung und -Einstellung — Berücksichtigung der Frostschäden — Reparaturen an der Betriebsapparatur — Abbau einer Betriebseinrichtung.	

Vierte Abteilung.

Einrichtungen zur Verhütung von Unfällen und Betriebsgefahren.

A. Allgemeines über die Einrichtungen zur Sicherung des Betriebes	255
B. Allgemeine Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie	257
I. Allgemeine Unfallverhütungsvorschriften für die Arbeitgeber und Betriebsleiter	258
Allgemeine Vorschriften	258
Betriebsanlage — Betriebsführung — Fürsorge für Verletzte.	
Betrieb der Dampfkessel	263
Allgemeines — Betrieb der Kessel.	
Kraftmaschinen	264
Transmissionen	265
Arbeitsmaschinen	266
Allgemeines — Besonderes.	
Fahrstühle und Hebezeuge	269
Fahrstühle — Hebezeuge.	
Transport zu Lande	271
Führwerke und Karren aller Art, nicht auf Schienen laufend — Schmalspur-, Roll-, Hänge-, Seil- und Kettenbahnen — Normalspurbahnen.	
II. Vorschriften für Arbeitnehmer	274
Allgemeine Vorschriften	274
Betrieb von Dampfkesseln	276
Allgemeines — Betrieb der Kessel — Außerbetriebsetzung des Kessels — Reinigung des Kessels.	
Kraftmaschinen	277
Transmissionen	278
Arbeitsmaschinen	279
Fahrstühle und Hebezeuge	279
Fahrstühle — Hebezeuge.	
Transport zu Lande	280
Führwerke und Karren aller Art, nicht auf Schienen laufend — Schmalspur-, Roll-, Hänge-, Seil- und Kettenbahnen — Normalspurbahnen.	
III. Ausführungs- und Strafbestimmungen	282
C. Die Unfallstation	282
Unfall-Apotheke.	

Fünfte Abteilung.

Arbeitsmethoden.

	Seite
Zerkleinern	284
Sieben	288
Mischen	289
Lösen, Auslaugen und Extrahieren	293
Ausschütteln	294
Eindampfen	295
Destillieren	302
Sublimieren	306
Entfärben	306
Klären	308
Kristallisieren	309
Trennung fester Körper von Flüssigkeiten	310
Trocknen	315

Sechste Abteilung.

Nebenprodukte und Abgänge.

Allgemeines	317
Schicksal der festen, flüssigen und gasförmigen Nebenprodukte	318

Siebente Abteilung.

Kalkulieren und Inventarisieren.

Zweck und Art der Kalkulierung	321
Zweck und Ausführung der Inventuraufnahme	324

Achte Abteilung.

Aufbewahrung und Versand der Fabrikate.

Verteilung der Fabrikate auf dem Lager — Standgefäße des Lagers —	
Behandlung der Fabrikate — Vergleich der Muster	326
Verpackung — Versand der Fabrikate	328
Schlußwort	329
Sachregister	331

Allgemeines.

Die chemische Industrie ist eine Kostgängerin bei der Chemie, Physik und den Ingenieurwissenschaften. Je gründlicher der Betriebs-Chemiker ¹⁾ in allen diesen Wissenschaften bewandert und je praktischer er veranlagt ist, um so befähigter wird er zur Ausübung seines Berufes sein, um so mehr und vollkommener wird es ihm gelingen, die Theorie mit der Praxis nutzbringend zu vereinigen und die Reichtümer der Wissenschaft in reale und materielle Werte umzuwandeln.

Diese Umwandlung geschieht in den chemischen Betrieben durch Maschinen und durch Menschenhand. In ersterer Hinsicht ist die chemische Industrie wohl diejenige, welche die verschiedenartigsten Maschinen verlangt. Alle Arten und Variationen von Kraft-, Arbeits- und Zwischenmaschinen stehen in ihrem Dienste. Nicht selten liegen in der Vollkommenheit der maschinellen Anlage, sowie der Apparatur die Bedingungen für die Rentabilität eines chemischen Betriebes. Es ist die gerade in der deutschen chemischen Industrie so vorzüglich zum Ausdruck gebrachte Handinhandarbeit des Maschineningenieurs mit dem Wissenschaftler und dem Betriebs-Chemiker, die zu den großartigsten Erfolgen geführt hat. Der jung in einen Betrieb tretende Chemiker ist nur allzu gern geneigt, anzunehmen, daß ihn allein die Tatsache, daß er in einer chemischen Fabrik beschäftigt ist, berechtigt, auf die Angehörigen anderer Berufskategorien, insbesondere also die Maschineningenieure, herabzusehen. Man denke immer daran, daß ein solches Verhältnis dem Betrieb nie zum Vorteil reichen wird. Kollegiales Zusammenarbeiten zum Wohle des Ganzen ist stets das richtigste. Gerade der Gedankenaustausch mit Angehörigen einer anderen Fachdisziplin ist ungemein wertvoll und fruchtbringend. In vielen Betrieben der zum Teil weitgehend mechanisierten anorganisch-chemischen Großindustrie ist es soweit gekommen, daß dem Ingenieur mehr Arbeit zuwächst, als dem Chemiker. In kleinen Fabriken ist es häufig umgekehrt, hier fehlt vielfach ein Ingenieur überhaupt und die rein technische Arbeit ist vom Chemiker mit zu leisten. Er wird ihrer um so rascher Herr werden, als er sich während seines Studiums fleißig hat, technisch denken zu lernen. Im allgemeinen wird sich ein Chemiker eher die fundamentalsten Kenntnisse der Ingenieurwissenschaften aneignen, wie umgekehrt ein Ingenieur eingehenderes

1) s. H. Goldschmidt, Der Chemiker, Referat Chem. Ztg. 1920, 920 und G. v. Hanffstengel, Technisches Denken und Schaffen, 2. Aufl., Berlin 1920. R. Escales, Industrielle Chemie. Stuttgart bei F. Enke.

chemisches Wissen erwerben wird. Der Betriebs-Chemiker muß notwendigerweise in der Maschinenkunde aus allen diesen Gründen bis zu einem gewissen Grade unterrichtet sein, um den Anforderungen seiner Stellung immer gerecht werden zu können. Fast in jedem Betriebe wird es vorkommen, daß der Leiter mit Handwerkern: Schlossern, Kupferschmiedern, Tischlern, Zimmerleuten, Maurern, Böttchern zu tun haben und in die Lage kommen wird, sich mit ihnen über auszuführende Arbeiten zu verständigen oder ihnen Anordnungen darüber geben zu müssen. Um dieses mit einiger Sachkenntnis tun zu können, und um bei den Handwerkern die Überzeugung zu erwecken, daß ihre Arbeiten auch richtig beurteilt und kontrolliert werden, sollte der Betriebs-Chemiker mindestens die elementarsten Kenntnisse der bezüglichen Handwerke besitzen und mit ihren technischen Ausdrücken bekannt sein. Bei ihrer Anwendung wird er sich dann präziser und dem Handwerker verständlicher auszudrücken vermögen, was eben die zu besorgende Arbeit nur fördern kann.

In dem Abschnitt über Materialbearbeitung wird des näheren darauf eingegangen werden.

Betrieb und Arbeit werden von der technischen Leitung organisiert. Sie gehören also zu den Aufgaben des Betriebs-Chemikers, zu deren Ausführung individuelle Eigenschaften mehr oder weniger verlangen, praktische Erfahrungen wohl aber in jedem Falle nötig sind. Es müssen sich jedoch dem objektiven Wissen noch Fähigkeiten subjektiver Art hinzugesellen, welche durch Schulung und Charaktereigenschaften entwickelt werden. Zu diesen letzteren gehören Sinn für Ordnung und Reinlichkeit, ein umgängliches Wesen, verbunden mit Bestimmtheit in den Entschlüssen, Klarheit in der Auffassung und eine ruhige, kaltblütige Überlegung bei Betriebsstörungen oder drohenden Gefahren. Ohne Gründlichkeit und strenge Selbstkritik in seinen Handlungen wird es dem Betriebs-Chemiker schwer fallen, den nicht deutlich zutage tretenden Betriebsfehlern oder mangelhaften Betriebsergebnissen auf die Spur zu kommen. In seinen verschiedenartigsten Arbeiten soll Methode stecken. Ein planloses Herumexperimentieren wirkt zerstreudend und bietet keine Gewähr für einen Erfolg. Die Gewohnheit, vor Beginn der Arbeit sich in großen Zügen das Programm für den Tag festzulegen, entwickelt die Eigenschaft, systematisch und zielbewußt zu schaffen. Praktische Veranlagung, d. h. die Gabe, mit den einfachsten und nächstliegenden Mitteln einen möglichst vollkommenen technischen Effekt zu erzielen, soll dem Chemiker eigen sein, wie er endlich nicht in seinen Betrieben stehen soll, sondern über diesen; sonst wird ihm der unbefangene Blick für dessen Vervollkommnung fehlen.

Ordnung und Sauberkeit vor allem sollen in jedem gut geführten Betriebe herrschen. Selbst ein Beispiel darin den Untergebenen, muß der Betriebsleiter diese daran zu gewöhnen suchen. Denn abgesehen davon, daß Reinlichkeit auf jedes Auge einen angenehmeren Eindruck macht, als Unordnung und Unsauberkeit, hilft sie sparen und die Arbeit fördern.

Das Herumliegenlassen von Gegenständen ist unzulässig.

Der Fußboden der Arbeitsräume soll nicht nur für den Verkehr frei sein, sondern auch in einem stets reinlichen Zustande erhalten werden, selbst wenn dies nur durch wiederholtes Reinigen am Tage zu erreichen ist. Der Fußboden darf weder zum Papierkorb, noch zum Schmutzkasten werden, noch viel weniger aber zum Spucknapf; dafür sind schon aus hygienischen Gründen geeignete Gefäße aufzustellen. Diese Grundsätze haben sich bis auf die Kleiderablage der Arbeiter und bis auf den letzten Winkel einer Fabrik auszudehnen.

Derjenige, welcher auf Ordnung und Sauberkeit um sich hält, wird diese auch auf seine Arbeit übertragen; dabei ist natürlich selbstverständlich, daß er letztere über lauter Putzen und Wischen nicht vernachlässigen darf. Die Pflege von Ordnung und Sauberheit soll arbeitsfördernd, nicht arbeitshemmend wirken. Sparsamkeit sei ein Grundprinzip jeder Betriebsführung und nichts sollte fortgeworfen werden, was irgendwie verwendbar erscheint. Heute stecken, mehr denn je, in Abfällen aller Art große Werte, so daß es sich empfiehlt, diese sorgfältigst sammeln zu lassen.

Wasser- und Dampfhähne dürfen nicht länger geöffnet bleiben, als es notwendig ist. Alle beweglichen Teile sind rechtzeitig zu arretieren, denn jede unnötige Bewegung bedeutet Kraft-, also Kohlenverlust. Mit Schrauben, Nägeln, Bindfaden, Kreide und wie die unendlich vielen, an sich ganz unbedeutenden Dinge heißen mögen, darf weder nichtachtend, noch verschwenderisch gewirtschaftet werden. Ebenso ist ein schonungsloses Umgehen mit den täglichen Gebrauchsgegenständen, wie Eimern, Kästen, Körben, Schläuchen, Gewichten, Schraubenschlüsseln usw. unbedingt zu vermeiden. Die Rechnungen für dergleichen Objekte erreichen in einigermaßen ausgedehnten Betrieben im Laufe des Jahres an und für sich schon eine überraschende Höhe.

Die alltäglichen Gebrauchsutensilien, wie Besen, Handtücher, Messer, Scheren, Rührspatel und andere, haben ihren bestimmten, von jedem leicht zu findenden Platz und befinden sich in einem stets gebrauchsfertigen Zustande. Sie sollten nie erst dann repariert werden, wenn man sie gerade nötig hat. Durch solche Nachlässigkeiten entstehen viel Unkosten und arge Betriebsstörungen. Die mit Inhalt versehenen Flaschen und Gefäße tragen deutlich lesbare und gut befestigte Etiketten (aufgeklebte Papierschilder fallen in feuchten Räumen leicht ab). In der Anwendung der wohl in allen Betrieben gebräuchlichen Abkürzungen für längere chemische Bezeichnungen irgendwelcher Art verfähre man einheitlich, um dadurch leicht entstehenden Verwechslungen vorzubeugen. Es bewährt sich sehr gut, an die Gebrauchsgefäße außer dem bestimmten Zweck ihrer Verwendung auch die Tara und bzw. oder ihr Volumen anzuschreiben. Die Wagen und Gewichte haben ihren Platz an einem hellen und bequem zugänglichen Orte. Die auf den Fabrikhöfen aufgestellten Wagen sind vor den nachteiligen Witterungseinflüssen durch Unterbringung in Schuppen und Verschlägen zu bewahren, damit sie nicht rosten oder sich verziehen

und nach kurzer Zeit unbrauchbar werden. Ebenso müssen sie vor Wind geschützt stehen, denn selbst ein mäßiger Winddruck auf die Wiegeschale macht ein genaues Wägen unmöglich. Thermometer, Rührspatel, Schöpfer u. dgl. lasse man nie lose in mit Rührwerken und Schüttelvorrichtungen versehenen Gefäßen stehen, die sich vorübergehend in Ruhe befinden. Denn abgesehen davon, daß sie darin leicht vergessen werden, können sie beim vorzeitigen Einschalten der Gangwerke zerbrechen und zu allerlei Störungen Anlaß geben.

Öffentliche Bekanntmachungen und beständig in Kraft bleibende Verordnungen sind in klarem, kurz abgefaßtem Text und in deutlicher, auch aus einiger Entfernung leserlicher Schrift an zugänglichen Orten aufzuhängen. Es ist eine verbreitete Gewohnheit, gelegentliche behördliche Erlasse auf diesem Wege zu der vorgeschriebenen allgemeinen Kenntnis zu bringen, ohne sich besonders angelegentlich darum zu kümmern, ob sie auch befolgt werden, ja ob deren strikte Befolgung in den gegebenen Verhältnissen überhaupt möglich ist. Daß eine solche Gepflogenheit an und für sich ungehörig ist, wird wohl von jedem zugegeben, aber man denke auch daran, daß dadurch der Respekt vor anderen Verfügungen leiden wird, deren absolute Befolgung man verlangt.

Der ordnungsgemäße Zustand aller Einrichtungen, welche im Interesse der Sicherheit für Personen und Betrieb, sei es auf Anordnung der bezüglichen Gesetze oder aus eigener Initiative, getroffen sind, ist ganz besonders aufrecht zu erhalten. Hierher gehören z. B. Schutzvorrichtungen an Transmissionen und beweglichen, exponierten Maschinenteilen, Geländer an hohen Rampen, Alarmsignale, Löschvorrichtungen für Feuersgefahr, Vorschriften über das Verhalten der Arbeiter bei solchen Gefahren, Warnungen vor giftigen Gasen und ätzenden Stoffen, Hinweise auf das Anlegen von Schutzbrillen und Schutzhandschuhen usw. Blinde Alarmierungen sind in gewissen Zwischenzeiten empfehlenswert, um für den Ernstfall besser vorbereitet zu sein. In gut geführten Fabriken herrscht das Bestreben, an Sicherheitsmaßregeln nichts fehlen zu lassen, weil deren vollkommenste Einrichtungen immer noch billiger sind, als ein einziger aus deren Unterlassung herührender ernster Unglücksfall zu stehen kommen kann. Ein Arbeitgeber, der sich seiner Pflicht bewußt ist, wird nicht erst warten, bis er von dem Aufsichtsbeamten zu solchen selbstverständlichen Vorkehrungen aufgefordert wird. — Anlagen größerer Ausdehnung, wie Dampf-, Wasser-, Luftdruck-, Wellenleitungen u. a., welche verschiedene, voneinander unabhängige Betriebe bedienen, dürfen niemals ohne vorherige Benachrichtigung aller davon Abhängigen in oder außer Betrieb gesetzt werden. Beträchtliche Schäden, ja selbst Unglücksfälle können daraus nur zu leicht entstehen. Bleibt beispielsweise ein Rührwerk, welches eine sehr dickflüssige oder in Kristallisation befindliche Masse bewegt, unerwartet stehen, so kann die Verdickung oder Kristallisation möglicherweise während dieser Ruhepause so zunehmen, daß das Rührwerk beim Wiederanlassen einfach zerbricht, wenn nicht noch andere empfindlichere Störungen daraus entstehen.

Unglücksfälle bei Reparaturen, die an vorzeitig wieder in Gang kommenden Wellen oder Riemenscheiben vorgenommen werden, sind leider immer noch so häufig, daß nicht oft genug die größte Vorsicht und Aufmerksamkeit anempfohlen werden kann.

Daß der Betriebs-Chemiker sich nicht immer in den Betriebsräumen aufhalten kann, ist natürlich, da er ja auch andere Arbeiten zu erledigen hat; er wird aber seine Betriebe um so gründlicher kennen, je häufiger er sich darin umsieht und je mehr er darin zu Hause ist. Das Berichten über Betriebsangelegenheiten seitens der Meister oder Vorarbeiter sollte nicht als hauptsächlichstes Orientierungsmittel gelten.

Es empfiehlt sich außerdem, die Betriebe auch während der Ruhepausen zu inspizieren, weil man in dieser Zeit ungestörter ist und somit dieses oder jenes eingehender beobachten und untersuchen kann, das sich zu anderer Zeit der Beobachtung entzieht. Bei dieser Gelegenheit muß darauf hingewiesen werden, daß der junge Chemiker seinen Stolz darin setzen sollte, auch einmal längere Zeit hindurch regelrechten Nachtdienst zu versehen, selbst wenn das nicht von seinen Vorgesetzten verlangt wird. Bei Neu-Inbetriebsetzungen bietet sich ja willkommene Gelegenheit genug. Was man von den Arbeitern verlangt, sollte man selbst praktisch durchgemacht haben; außerdem entwickelt nichts das Verantwortlichkeitsgefühl und die rasche Entschlußfähigkeit in solchem Maße, wie der Nachtdienst, bei dem der junge Betriebsbeamte ganz auf sich selbst gestellt ist und keine höhere Instanz über sich hat. Die sogenannten Nachtkontrollen sind in ihrer Wirkung mit regelrechter »Nachtschicht« gar nicht zu vergleichen. Sie sollen ja auch anderen Zwecken dienen.

Bei der Anlage und Überwachung der verschiedenen Leitungen und der sonstigen Apparate auf dem Fabrikhofe und in nicht heizbaren Räumen muß während der Winterzeit auch auf die durch Kälte und Frost zu befürchtenden Schäden geachtet werden. Das Einfrieren der Wasser- und Dampfleitungen, sowie die umständliche Arbeit des Auftauens wiederholt sich alljährlich, ohne der Störungen zu gedenken, welche die Ausbesserung der durch Frost geplatzen Leitungen verursacht. Man sollte stets gute Isolierungen verwenden, da diese immer noch billiger sind, als die eben angeführten Arbeiten. Im Freien liegende, ungenügend geschützte Wellenlager können derart festfrieren, daß sie die Wellen vollkommen gebremst halten. Das durch Gefrieren von Dampfwater u. dgl. entstehende Glatteis bildet sich wie durch ein Spiel des Zufalls gern an den Stellen, wo es Durchoder Eingang gefährdet und hat schon so manchen nichts ahnenden Arbeiter zu Falle gebracht.

Lösungen und Laugen scheiden in der Winterkälte leichter feste Körper aus, so daß sie dann im Augenblicke der Verwendung die Arbeit aufhalten, oder, was noch unangenehmer ist, eine falsche Chargierung der Apparate zur Folge haben können, wenn die Ausscheidungen nicht rechtzeitig bemerkt werden. Leicht gefrierende Flüssigkeiten, wie Benzol, Eisessig usw. dürfen nicht in ungeheizten Räumen gelagert werden. So manches Quantum derselben ist schon durch

Zertrümmerung halb gefrorener Ballons verloren gegangen. Endlich können auch chemische Prozesse durch die in den Räumen herrschenden Temperaturen beeinflusst werden, ohne daß man diesen Ursachen die ihnen gebührende Wichtigkeit beimißt.

Das Unterbrechen der Arbeit für einige Tage oder das Einstellen für längere Zeit verlangt eine sorgfältige Kontrolle und Herrichtung aller Anlagen, damit sie während der Ruhezeit nicht unbrauchbar werden und sich beim Wiederbeginne der Arbeit in einem gebrauchsfähigen Zustande befinden. Hierher gehört die Gangbarerhaltung aller beweglichen Teile, die Verhinderung des Rostens und des Einstaubens, ferner die Sicherung zerbrechlicher und die Befestigung loser Zubehöerteile, Dampf- und Wasserleitungen werden gegebenenfalls ganz abgestellt und, wenn nötig, entleert. Die Verschlußapparate an gefüllt bleibenden Behältern werden, wenn deren mangelhafter Zustand ein Herausfließen zur Folge haben kann, ganz besonders kontrolliert. Auch wird der augenblickliche Stand der Fabrikation genau notiert, um beim Wiederbeginn alle Daten zu haben.

In den durchgehenden Betrieben mit Tag- und Nachtschichten ist es nicht mehr als billig, bei der Verteilung der Arbeiter auf die Schichten deren häusliche Verhältnisse, soweit es eben zugänglich ist, zu berücksichtigen. Durch persönliche Fühlungnahme und Eingehen auf kleine Wünsche, die sich in den Rahmen des Betriebes einfügen lassen, erhöhen sich Arbeitsfreudigkeit und Arbeitseifer. Ein gutes Wort hilft oftmals mehr, wie ein scharfer Tadel. Wenn die Arbeiter zur Beobachtung des Verlaufes eines Prozesses bei einem Versuche u. dgl. herangezogen werden, so vermeide man, sich in unbefriedigter Weise über den Verlauf oder das Resultat zu äußern. Es ist schon vorgekommen, daß dadurch die Arbeiter verleitet wurden, bei späteren Wiederholungen auf ein Nachfragen nach dem Gange des Prozesses in beschönigender Weise Auskunft zu geben auf Kosten der Wahrheit und eben nur, um dem Vorgesetzten nichts Unangenehmes zu sagen. Daß eine solche ungeschickte Rücksichtnahme aber der Arbeit nur schaden und sonst gar nichts nützen kann, ist ja selbstverständlich. Ebenso beherrsche man sich im allgemeinen bei dem Empfange unliebsamer Mitteilungen und Berichte, ohne jedoch deshalb in der sachlichen Beurteilung bzw. Verurteilung es an Gründlichkeit mangeln zu lassen. Abgesehen davon, daß im anderen Falle die Wahrheit nicht immer zutage kommt, imponieren Ruhe und Fassung stets mehr als erregte Gefühlsausbrüche.

Der Betriebsleiter soll in seinem Betriebe das unbedingte Vertrauen seiner Untergebenen genießen, sowie auch das seiner Vorgesetzten, wenn solche über ihm stehen. Daß dem Betriebsleiter die Arbeiter dem Namen nach bekannt sein und von ihm auch mit ihrem Namen angeredet werden sollten, mag nicht unerwähnt bleiben. Dadurch wird das gegenseitige Verhältnis viel vorteilhafter zum Ausdruck gebracht und moralisch sehr viel mehr erreicht, als wenn der Arbeiter nur mit dem bloßen »Sie« angerufen wird. Als Fachmann muß das Wort des Betriebsbeamten gelten, wie er als Mensch, die Achtung

seiner Untergebenen zu gewinnen, sich stets bemühen soll; aber dieses, ohne jemals zu unterlassen, am richtigen Ort und zur gegebenen Zeit gerecht und streng zu sein, denn ohne Zucht und Ordnung ist nichts von Bestand. Seine Anordnungen geschehen klar, ruhig und bestimmt, bei Vermeidung von in der Technik leicht einschlüpfenden Fremdwörtern, welche der Arbeiter zum Schaden der Ausführung der Weisungen mißverstehen könnte. Es werde ihm zur Gewohnheit, sich genau und verständlich auszudrücken, um nicht bei jeder Gelegenheit sich zu berichtigen und sagen zu müssen, er habe es so und so gemeint. Man soll nie »so« sagen und anders meinen. Um gerecht zu sein, sollte man sich eher selbst kritisieren, als die mitunter recht unliebsamen Folgen solcher Mißverständnisse auf die »Dummheit« der Leute schieben. Daß der Untergebene den gegebenen Aufträgen im Betriebe Folge leisten muß, ist selbstverständlich; daß er dies aber auch gern tut, liegt in der Kunst des Anordnens, die allerdings nicht jedem gegeben ist, die man aber bis zu einem gewissen Grade erlernen kann. Dazu müssen dem Vorgesetzten seine Untergebenen nicht nur Menschen, sondern auch Mitmenschen sein, die, wenn sie ihren Eigenheiten entsprechend behandelt werden, sehr viel mehr leisten, als im anderen Falle. Damit soll jedoch einer zu weit gehenden individuellen Rücksichtnahme nicht das Wort geredet werden. Vielmehr muß der Grundsatz einer allgemeinen Unterordnung unter einen Willen stets aufrechterhalten bleiben, und dies um so mehr, je größer die Zahl der Arbeiter ist.

Eine nicht zu vernachlässigende Aufgabe des Betriebs-Chemikers muß es ferner sein, das Verhältnis der Arbeiter untereinander einträchtig zu erhalten. Vollkommene Unparteilichkeit seinerseits ist dazu vor allem nötig. Entstehende Streitigkeiten müssen so schnell und vollkommen wie möglich geschlichtet werden, damit sie sich nicht ausdehnen und zu Schikanierungen Veranlassung geben, unter denen die Arbeit in jedem Falle leiden würde. Als Streit- und ränkesüchtig oder als agitatorisch erkannte Individuen entferne man ohne Schonung, selbst wenn sie sonst brauchbare Arbeiter sind; sie beeinflussen das Ganze nachteiliger, als ihre guten Eigenschaften wettmachen können.

Die von Menschenhand auszuführenden Arbeiten werden natürlich um so besser und schneller, also billiger gemacht werden, je geübter diese darin sind. Daher ist es ein falsches Prinzip, die Arbeiter kurzerhand zu entlassen und durch neue zu ersetzen. Am besten wird es immer in den Fabriken bestellt sein, die einen Bestand erfahrener und eingearbeiteter Kräfte besitzen. In solchen Fabriken ist auch meistens das Verhältnis zwischen Arbeitgebern und -nehmern ein für beide Teile angenehmes. Andererseits hüte man sich aber auch vor den Folgen einer zuweit gehenden Sonderausbildung der Arbeiter. Es ist nicht ratsam, z. B. nur einen und denselben Arbeiter immer dieselbe Arbeit verrichten zu lassen, weil er sie besonders gut versteht. Es könnte doch vorkommen, daß man aus irgendeinem Grunde gezwungen wird, ihn zu entlassen, bzw. es könnte sein, daß

er seinen Dienst aufgibt und dann ist der Posten im Augenblick unbesetzt. Sind mehrere Arbeiter mit der gleichen Arbeit vertraut, so kann bei dem einzelnen ein Unfehlbarkeitsgedanke, wie er sich sonst leicht einstellt, gar nicht aufkommen, und andererseits hat die Arbeit im Falle seiner Entlassung oder seines Wegganges nicht zu leiden.

Wenn es sich hierbei um die Wahrung von Fabrikationsgeheimnissen handelt, so ist man doppelt verpflichtet, von Anfang an ein solches Verhältnis zu schaffen und zu erhalten, daß einem die Arbeiter, welche man aus solchen Gründen sehr ungern gehen sieht, nicht über den Kopf wachsen, daß man aber auch im schlimmsten Falle imstande ist, einen anderen dafür vorgemerkten Arbeiter rasch in die Dienstobliegenheiten einzuführen.

Die richtige Verteilung der Arbeitskräfte in ausgedehnten Betrieben ist für ihre gründliche Ausnutzung von hervorragender Bedeutung und kann nur bei vollkommen eingehender Kenntnis der Betriebe und der individuellen Fähigkeiten der Arbeiter geschehen.

Wohl jedem jungen Betriebs-Chemiker wird es geschehen, daß ihm von einem erfahrenen Meister Tatsachen abgesprochen werden, die er theoretisch für absolut richtig hält und die der Praktiker für ebenso falsch erklärt. Beide können recht haben, denn bisweilen sieht ein Ding in der Praxis eben anders aus, als in der Theorie. Aufgabe des Chemikers wird es sein, nachzuforschen, warum in diesem Falle der Praktiker auch recht behielt, und er wird sehen, daß in solchen Fällen zwischen praktischer Ausführung und theoretischer Ansicht immer ein erklärender Zusammenhang besteht.

Die Heranbildung der Arbeiter, Vorarbeiter, Meister oder anderer Untergebener zu Vertrauenspersonen, auf die man sich unter allen Umständen verlassen kann, ist eine Aufgabe, der man sich nicht immer mit der nötigen Sorgfalt unterzieht; nur selten werden die betreffenden Personen aus eigener Entwicklung das, was man von ihnen später fordert. Das Arbeiten mit Meistern, die ihren »eigenen Kopf« haben, ist sehr unerfreulich und dabei durch falsches »Sichgeben« im Betriebe meist selbst verschuldet.

Hat man in einem Arbeiter die geistigen Fähigkeiten und persönlichen Eigenschaften erkannt, die ihn zu einem gehobenen Posten geeignet machen könnten, so nehme man sich seiner so an, daß er einem sein ganzes Vertrauen entgegenbringt. Solange er die Anwesenheit seines Vorgesetzten als einen feierlichen Moment betrachtet, in welchem er sich anders gibt, als er ist, und so lange er ihn lieber gehen als kommen sieht, ist das Verhältnis zwischen beiden noch nicht das richtige. Wie man hier vorzugehen hat, läßt sich mehr fühlen als sagen. Und gerade dieses Gefühl muß dem wahren Betriebsmann angeboren sein. Mancher lernt es nie, ein gutes Verhältnis zu den Leuten seiner Anlage herzustellen und einem anderen wieder fällt die Wahl des richtigen Tones leicht. Die patriarchalischen Zustände, die vor Jahrzehnten das Arbeiten der Kleinbetriebe lenkten, existieren nicht mehr. Aber auch heute gibt es noch viele Betriebsbeamte, die stolz darauf sein können, gut zu ihren Arbeitern

zu stehen. Man hüte sich davor, allein und immer den Verstand sprechen zu lassen. Mit einem fühlenden und verstehenden Herzen und einem gewissen Vertrauen zum guten Kern, der letzten Endes in allen Menschen steckt, kommt man in vielen Betriebslagen oft weiter, als mit einem eisigen Hervorkehren des einseitigen Vorgesetztenstandpunktes. Man kümmerge sich nie um Sachen, die einem nichts angehen. Man versuche aber, sich stets in die Lage des anderen hineinzuversetzen und in seinen Gedankenkreis einzudringen. Es gehört wahrer und offener Mannesmut dazu, der vor Mißerfolgen nicht zurückschreckt, in unseren Tagen, wo Haß und Verhetzung in manche Belegschaft hineingetragen ist, solchen Zielen nachzustreben. Man bedenke dabei stets, daß nicht die soziale Lage den Vorgesetzten auszeichnet, sondern daß es persönliche Eigenschaften, Tatkraft, Mut und höheres Wissen sind, die ihn zum Wohle des Ganzen aus der Masse herausheben. Besonders jene Leute, die auf Vertrauensposten stehen, müssen an die höheren Werte ihres Vorgesetzten glauben. Gemeinsam durchlebte Gefahrenmomente binden fest aneinander und stärken das Zutrauen. Die Vertrauenspersonen sollen das Arbeiten und Disponieren so lernen und sich gewöhnen, es nur so zu tun, wie man es eben wünscht. Man lasse sie daher in der Zeit der Schulung keinen Augenblick außer Beobachtung. Bei der Ausführung der gegebenen Anweisungen sei man ihnen zuerst behilflich, damit sie lernen, wie es richtig zu machen ist. Später kontrolliere man sie so genau wie nur irgend möglich, jedoch ohne gerade pedantisch zu sein. Von der Art dieses Miteinanderarbeitens und der Kontrollierung hängt es sehr viel ab, ob sie lästig oder anregend gefunden wird. Ersteres wird der Fall sein, wenn man die Rolle eines drillenden Unteroffiziers spielen wollte; benimmt man sich hingegen wie ein erfahrener, es besser wissender Kollege, der dem anderen einen guten Rat gibt und ihn dabei doch recht fest anfaßt, so hat man im allgemeinen einen besseren Erfolg.

In dem Maße, wie man die Betreffenden in dem gewünschten Sinne sich entwickeln sieht, läßt man ihnen mehr Freiheit, so daß sie schließlich in voller Selbständigkeit und dabei doch im Sinne ihres Unterweisers handeln.

Andererseits ist aber auch in dem Grade, wie sich das Wirkungsfeld der Vorarbeiter und Meister vergrößert, die Verteilung ihrer Arbeit straffer durchzuführen; denn nur dadurch kann verhindert werden, daß ihnen die zunehmende Arbeit über den Kopf wächst und daß Unzuverlässigkeit einreißt. Diese Disponierung der Arbeit muß man sich als Vorgesetzter angelegen sein lassen, indem man sie erstens schafft, wo sie nicht herrscht, und sie zweitens in dem Verkehr mit den Vorarbeitern aufrecht erhält. So sind für die regelmäßigen Arbeiten, wie die Buchungen der Arbeitsstunden für die einzelnen Fabrikate und der für die Fabrikation vom Lager zu fordernden Materialien, für die Führung bzw. Durchsicht der Lohnliste, die Personalfragen, die Kontrolle der Lieferzettel und Rechnungen usw. im allgemeinen bestimmte Tagesstunden zu benutzen. Ebenso wird die

Verteilung der Arbeiten und Arbeiter, die Kontrollierung der Betriebe und Werkstätten nach einem für die einzelnen Betriebsverhältnisse als gut erkannten Plane zu geschehen haben. Nachdem Meister und Vorgesetzter über diese Arbeitsverteilung übereingekommen sind, muß aber auch von allen danach gehandelt werden. Von dem Meister ist absolut zu verlangen, daß er die bestimmten Arbeiten im allgemeinen in der dafür festgelegten Zeit besorgt; der Vorgesetzte lasse ihn dabei möglichst ungestört. Tut er dies aber nicht, sondern verlangt zu jeder beliebigen Zeit und Stunde den Meister für Dinge, die sich alle auf einmal und zu irgendeiner bestimmten dafür angesetzten Stunde am Tage ebensogut erledigen lassen, so wird der Meister unnötig von seiner Arbeit abgelenkt, zerstreut und durch Vergesslichkeit unzuverlässig gemacht, ganz abgesehen davon, daß ein fleißiger Meister durch solche störende Inanspruchnahme unlustig werden kann und bald auch weniger leisten wird. Es soll also, wohl verstanden, ein möglichst planmäßiges Mit- und Ineinanderarbeiten herrschen, wozu auch der erste Vorgesetzte eines Betriebes durch Anpassung an die für die Förderung der Arbeit herrschenden Gebräuche in der Fabrik beitragen muß. Dabei bleibt es natürlich ganz selbstverständlich, daß für Fälle, welche nach Ansicht des Chefs sofort zu erledigen sind, der Meister auch stets zur Verfügung steht.

Zwischen Untergebenen verschiedener Dienststufen Sorge man, das Stellungsverhältnis der einzelnen zueinander nicht durch Übergehung oder Bevorzugung zu lockern. Jeder Stellung liegen mit Verantwortung verbundene Pflichten ob, deren Erfüllung nur verlangt werden kann, wenn man auch die zugestandenen Rechte aufrecht erhält und für deren Anerkennung dritterseits eintritt.

Zu den weiteren Pflichten des Betriebs-Chemikers gehört es, sich mit den bezüglichlichen Paragraphen der Gewerbeordnung, des Unfallversicherungs- und Krankenkassengesetzes, der Gesetze über Invalidität und Altersversicherung, sowie mit den Vorschriften der „Chemischen Berufsgenossenschaft“ bekannt zu machen, denn aus Unkenntnis derselben herrührende Unterlassungen und Versäumnisse können empfindliche Strafen nach sich ziehen.

Nicht selten findet man gerade in Deutschland in Betrieben junge Chemiker, die Jahre hindurch in einem so ausgesprochenen Abhängigkeitsverhältnis gestanden haben und so wenig zu selbständigen Handlungen Gelegenheit hatten, daß sie ganz unfreiwilligerweise zu einer Unselbständigkeit förmlich erzogen worden sind, die sich später bei der Übertragung einer leitenden Stellung bitter rächt. Ein Vorgesetzter soll seinen Untergebenen nicht beständig „auf der Pelle sitzen“. Das Lehrgeld im Fabrikbetriebe zahlen, kann mitunter eine kostspielige Sache werden. So früh wie möglich, selbst wenn der Rahmen auch noch so klein ist, soll der Chemiker mit Verantwortung schaffen und dabei lernen, eigene Entschlüsse zu fassen. Nach solcher Übung wird es ihm später in höherer Stellung unendlich viel leichter werden, zur rechten Zeit die richtige Entscheidung zu treffen.

Die jungen Betriebs-Chemiker sollten in jeder Weise von dem über ihnen Stehenden herangebildet werden. Erzieherische Fähigkeit und Tätigkeit sind aber keinesfalls Dinge, die bei jedem Vorgesetzten anzutreffen sind. Es sind das im Gegenteil Gaben, die der eine hat und die dem andern gänzlich abgehen. Wem sie fehlen, der kann zwar selbst etwas Tüchtiges leisten, eignet sich aber nur unvollkommen zu einer leitenden Persönlichkeit. Von dieser kann verlangt werden, daß sie die Untergebenen dahin bringt, ganz in ihrem Sinne, aber doch selbständig, ihre Stellen auszufüllen und ihre Tätigkeit völlig im Rahmen des Ganzen auszuüben.

Mit dem Grade der Stellung, welche der Chemiker in dem Fabrikbetriebe einnimmt, wächst seine Verantwortung und ändern sich die Aufgaben seiner Berufspflichten. In leitender Stellung müssen sich zu seinen Eigenschaften als Techniker die eines Kaufmannes gesellen. Er soll die günstigsten Bezugsquellen für die technischen Bedarfsartikel herausfinden. Wenn es mit seiner Zeit vereinbar ist, sollte er die betreffenden Reisenden nicht so häufig ungesprochen abweisen, wie es gern geschieht, denn aus der Unterhaltung mit Fachkundigen — wenn es solche sind — kann man immer noch etwas Neues, Brauchbares erfahren. Im großen ganzen wird seine Arbeit mehr einen verwaltenden Charakter haben; aber gerade deshalb ist es nötig, daß er die Schule der Technik ganz durchlaufen hat und daß er mit beiden Füßen in der Technik stehen bleibt, denn sonst werden seine Anordnungen und Verfügungen bald den praktischen Wert und den frischen, anregenden Zug verlieren und sich in Formalitäten erschöpfen, denen man die Herkunft vom grünen Tische nur zu sehr anmerkt. Ohne also mit den Einzelaufgaben der Betriebe vertraut zu sein, darf er die Fühlung mit ihnen nicht verlieren, um in richtiger Beurteilung der einzelnen Bedürfnisse von einem umfassenderen Standpunkt aus das ganze Unternehmen zu leiten, damit die verschiedenen Abteilungen möglichst ineinander arbeiten und sich gegenseitig nicht hemmen, sondern sich fördern. Die Erhaltung der ganzen Fabrikanlage, die einheitliche Durchführung allgemein gültiger Systeme werden ihn ebenso beschäftigen, wie das anhaltende Bestreben, diejenigen Faktoren herauszufinden, welche in der rentabelsten Weise den Fabrikationen dienlich sein können. Er soll die Marktlage der Fabrikate wie der Rohprodukte ebenso verfolgen, wie den Ursachen ihrer Schwankungen auf die Spur zu kommen suchen, um daraus mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit für die künftige Gestaltung von Einkauf und Verkauf Schlüsse zu ziehen und Entschlüsse zu fassen. Mit einem Worte: er soll die Verkörperung des ganzen Unternehmens nach innen und nach außen sein. Die Rolle, welche seine Person spielt, wird sich in den meisten Fällen auch in der Stellung wieder spiegeln, welche die ihm anvertraute Arbeitsstätte einnimmt.

Ist das Tagewerk des Arbeiters mit dem Schichtschluß beendet, dann hören die laufenden Arbeiten noch nicht auf, die Gedanken des Betriebs-Chemikers zu beschäftigen. So verallgemeinern und vergrößern sich die Aufgaben des an der Spitze eines Fabrikbetriebes

Stehenden derart, daß er sich sozusagen immer im Dienste befindet.

„Winkt der Sterne Licht,
Ledig aller Pflicht
Hört der Bursch die Vesper schlagen,
Meister muß sich immer plagen.“

Die außerordentlichen Anforderungen verlangen auf solchen Posten einen ganzen Menschen, auf den alles das in erhöhtem Maße zutrifft, was vorstehend für den Betriebs-Chemiker als ersprießlich hingestellt wurde. Soziale Fragen, Verhandlungen mit Betriebsräten, Arbeiter- und Angestelltenausschüssen, juristische, volkswirtschaftliche und patentrechtliche Fragen nehmen ein gut Teil seiner Zeit in Anspruch. Wer aber in solchen Alltäglichkeiten untergeht und daneben sich nicht den Blick freihält für die Fortschritte seiner Wissenschaft und für das Wohl des Ganzen, wen die berüchtigte „Werksblindheit“ befällt, der wird nie den ihm anvertrauten Betrieb über das Maß des Gewöhnlichen herausheben, er mag noch so fleißig sein. Glücklich ist allein derjenige, der in seinem Lebensberufe die volle Befriedigung findet und der daneben ein wenig übrig hat für jene Poesie und Schönheit, die Jahrhunderte hindurch und tief verborgen in der Technik geschlafen hat, bis Peter Rosegger und Max Eyth der Menschheit die Augen dafür öffnete.

Diesen Glücklichen, die mit Verstand und Herzen zugleich arbeiten können, gehört die Zukunft unserer technischen Chemie.

Erste Abteilung.

Die Hilfsmittel der Betriebstechnik.

A. Material der Apparatur und dessen Bearbeitung¹⁾.

So mannigfaltig die in der chemischen Industrie hergestellten Produkte sind, so verschieden gestaltet ist auch die zu ihrer Darstellung notwendige Apparatur und so verschiedenartig ist das für ihren Bau verwendete Material. Zu den Gebrauchsmetallen und ihren Legierungen gesellen sich die Gesteinsarten, wie Marmor, Granit, Sand, Asbest, ferner Backsteine, Zement, Mörtel, Ton, Porzellan, Glas. Eine nicht minder wichtige Rolle spielen die Laub- und Nadelhölzer in dem Apparatebau, zu dem im übrigen auch Kautschuk, Leder, Horn und endlich die verschiedensten Gewebearten pflanzlicher und tierischer Herkunft verwendet werden.

Wird der Betriebs-Chemiker nicht von einem Ingenieur unterstützt, so tritt die Notwendigkeit an ihn heran — und in jedem Falle ist es für seine Selbständigkeit gut — sich mit diesen Materialien vertraut zu machen und ihre technischen Eigenschaften kennen zu lernen, damit er, in die Lage versetzt, eine Einrichtung, und sei sie auch noch so klein, selbständig schaffen zu müssen, in der richtigen und zweckentsprechenden Auswahl der für die Apparatur geeigneten Materialien auch das Richtige trifft. Fabrikatorische Mißerfolge können sehr wohl in dem falschen, zu den Apparaten verwendeten Material ihren Grund haben.

Metalle.

Eisen. Als das wichtigste aller Metalle spielt das Eisen auch in der chemischen Technik eine Rolle, die von keinem anderen auch nur annähernd erreicht wird.

Chemisch reines Eisen ist technisch nur in beschränktem Maße brauchbar. Das während des Krieges für die Granatenherstellung verwendete reine Elektrolyteisen ist sehr teuer und findet daher trotz

1) E. A. Schott und A. Einkenel, Gießerei-Materialienkunde; Berlin 1920. Gg. Th. Stier, Planmäßige Einführung in die Metallbearbeitung; Leipzig 1920. P. Oberhoffer, Das schmiedbare Eisen; Berlin 1920. P. Seifert, Schweißen und Löten; Leipzig 1920. J. Czoehralski und G. Welter, Lagermetalle und ihre technologische Bewertung; Berlin 1920. W. van den Daele, Der moderne Fabrikbetrieb und seine Organisation; Stuttgart 1920, 3. Aufl.

seiner vorzüglichen elektrischen Eigenschaften vorläufig nur sehr eingeschränkte Verwendung. Erst der Gehalt an fremden Körpern, wie Kohlenstoff, Mangan, Silizium und Nickel in wechselnder Menge, verleiht dem Eisen seine verschiedenartigen, technisch hochgeschätzten Eigenschaften. Nicht nur sinkt sein Schmelzpunkt mit der Zunahme des Kohlenstoffs, sondern auch der Gehalt an Silizium und Mangan ist von wesentlichem Einfluß auf die Eigenschaften des Eisens. Daher ist die auf dem bloßen Gehalt an Kohlenstoff beruhende Unterscheidung der technischen Eisensorten in Roh- oder Gußeisen, Stahl und Schmiedeeisen nicht ganz stichhaltig, indessen ist sie für Orientierungszwecke genügend. Es läßt sich folgendes Schema aufstellen:

Roheisen,

technisch verwertbares, kohlenstoffhaltiges Eisen, u. a. legiert mit Silizium und Mangan (Phosphor und Schwefel sind Verunreinigungen)

- A. Roheisen: Der Kohlenstoffgehalt beträgt 2,8—4,5 %. Es ist leicht schmelzbar und nicht schmiedbar.
 - 1) Graues Roheisen. Der Kohlenstoff ist graphitartig ausgeschieden.
 - 2) Weißes Roheisen. Der Kohlenstoff ist chemisch gebunden.
- B. Schmiedbares Eisen: Der Kohlenstoffgehalt beträgt weniger als 2 %. Es ist strengflüssig und schmiedbar.
 - 1) Stahl. Der Kohlenstoffgehalt beträgt mehr als 0,25 %. Er ist härtbar.
 - 2) Schmiedeeisen. Der Kohlenstoffgehalt beträgt weniger als 0,25 %. Er ist nicht härtbar.

Das Roheisen ist spröde, schmilzt plötzlich beim Erhitzen und wird vom Rost weniger und gleichmäßiger angegriffen als Stahl und Schmiedeeisen.

Graues Roheisen ist hauptsächlich durch graphitartig ausgeschiedenen Kohlenstoff grau und auch durch den Siliziumgehalt charakterisiert. Im eingeschmolzenen Zustande wird es Gußeisen genannt, da es wegen seiner Dünflüssigkeit das Hauptmaterial zur Herstellung von Gußwaren ist. Kaltes Roheisen sinkt in geschmolzenem Eisen unter, während stark erhitztes darauf schwimmt. Daraus erklärt sich die gute Brauchbarkeit zum Gießen. Zum Beginn des Festwerdens nimmt das geschmolzene Eisen einen etwas größeren Raum ein und füllt die Form mit großer Schärfe aus. Nach völligem Erkalten zieht es sich natürlich wieder zusammen. Bei der Anfertigung der Modelle für Gußstücke muß daher auf das Schwindemaß — durchschnittlich $1\frac{1}{2}\%$ der Längenabmessung — des Eisens Rücksicht genommen werden. Bei der Erwärmung von 0 bis 100° dehnt sich das Eisen um $\frac{1}{901}$ seiner Länge aus, über 100° wird die Ausdehnung stärker, und zwar durch Dampf bis 4 Atm. ($145,5^{\circ}$) etwa um $\frac{1}{450}$.

„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 Schläges 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 Quadratmillimeter 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.« (Normen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute 1889 für Bau- und Maschinenguß.) Hämmerbarer und schmiedbarer Guß, der sich leicht bearbeiten, hämmern und schmieden läßt, wird durch oberflächliches Entkohlen des Gußeisens erhalten. Der Hartguß dagegen, gewonnen durch schnelles oberflächliches Abkühlen — Eingießen in Formen, welche als gute Wärmeleiter wirken —, liefert Gußstücke, deren Oberflächen die Eigenschaften des weißen Roheisens erhalten, während der Kern infolge langsameren Erkaltes weicher und grau bleibt. Die Eisenmischungen für Hartguß enthalten einen Zusatz von Mangan und Silizium zu gleichen Teilen. Phosphorhaltiges Eisen ist dünnflüssig, aber sehr spröde und kaltbrüchig, es kann im allgemeinen für Gußwaren nicht gebraucht werden. Der Schwefel vermindert die Festigkeit und macht das Eisen porös und daher für Gußzwecke unbrauchbar.

Da die Druckfestigkeit des Gußeisens die Zugfestigkeit um das 6fache übertrifft, wird es besonders zu Trägern und Stützen verwendet. Man gibt ihm dabei eine 4—6fache Sicherheit.

Spez. Gewicht 7—7,5. Schmelzp. 1150—1250°. Wärmeleitung 11,9 (Ag = 100). Elektr. Leitung 6—9 (Hg = 1). Zulässige Beanspruchung für das Quadratcentimeter auf Zug 150 kg, auf Druck 500 kg, auf Abscherung 200 kg.

Weißes Roheisen enthält den Kohlenstoff gebunden, also legiert, und außerdem Mangan in wechselnden Mengen von 1,5 bis über 20%. Während das Silizium, als dem Kohlenstoff chemisch nahestehend, zur Ausscheidung desselben (bei der Bildung von grauem Roheisen) beiträgt, wirkt hier das Mangan im entgegengesetzten Sinne und hilft den Kohlenstoff binden. Das weiße Roheisen wird zur Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl verwendet.

Spez. Gewicht 7,0—7,3. Schmelzp. 1050—1100°.

Schmiedbares Eisen ist das aus Erz oder weißem Roheisen hergestellte Eisen mit 0,04—1,6% Kohlenstoff. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur weniger spröde als Roheisen, erweicht beim Erhitzen allmählich bis zum Schmelzen. Ist es aus dem flüssigen Zustande erhalten, so heißt es Flußeisen, aus dem teigigen Zustand gewonnen: Schweißisen. Das Flußschmiedeeisen enthält weniger als 0,12% Kohlenstoff und ist gewöhnlich fester als das Schweißisen mit bis zu 0,5% Kohlenstoff; beide sind nicht so fest, aber zäher und geschmeidiger als Stahl. Schmiedeeisen dehnt sich stärker aus als Gußeisen, was bei der Verwendung beider Arten im Apparatebau zu berücksichtigen ist. Es besitzt eine faserige Struktur, die durch anhaltende Erschütterung und schroffen Temperaturwechsel

in den körnigen Zustand übergeht, der leichter zu Brüchen Veranlassung gibt. Durch Hämmern wird es härter, elastischer und verliert an Geschmeidigkeit; durch Ausglühen wird es wieder weich und geschmeidig. Beim Erhitzen durchläuft es folgende Glühstadien: Anlaufen 400°, Anfang des Rotglühens 525°, Dunkelrotglut 700°, Gelbrotglut 800—1000°, Gelbglut 1200°, Weißglut 1300°, starke Weißglut 1400°, Schmelzglut 1600—2000°.

Das schmiedbare Eisen kommt in der Form von Flach-, Band-, Quadrat-, Rund- und Fassoneisenstäben und von Blechen in den Handel. Die starken Bleche heißen Kesselbleche.

Für Zug gibt man dem Schmiedeeisen 6—10fache, für Biegung 4—6fache Sicherheit. Die zulässige Beanspruchung für ein Quadratzentimeter auf Zug und Druck ist 750 kg, auf Abscherung 600 kg. Spez. Gewicht 7,5—7,8.

Stahl ist härteres Schmiedeeisen, von grauweißer bis reinweißer Farbe, so daß er im polierten Zustande von Schmiedeeisen nicht zu unterscheiden ist. Je dichter und gleichmäßiger sein Korn ist, desto besser ist seine Qualität. Er gibt am Feuerstein Funken. Der Kohlenstoffgehalt des Flußstahls ist höher als 0,12 %, der des Schweißstahls höher als 0,5 %. Er ist spröder und fester als das Schmiedeeisen und seine Elastizität doppelt so groß. Mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt nimmt die Schweißbarkeit ab und die Härte zu; obgleich die Härte des Stahls nicht die des weißen Gußeisens erreicht, so kann sie doch so groß werden, daß sie der besten Feile widersteht und Glas schneidet. Um die Härte zu mildern und die Elastizität zu erhöhen, wird der Stahl einem Oxydationsprozeß, dem Anlaufen, unterworfen, d. h. er wird an der Luft erhitzt, wobei die Oberfläche des Stahls eine Reihe von Farbentönen durchläuft, die mit bestimmten Temperaturen zusammenfallen und somit zur Beurteilung der gewünschten Härte dienen. Es ist folgender Zusammenhang zwischen Farbe und Temperaturen ermittelt: blaugelb 220°, strohgelb 232°, goldgelb 243°, braun 254°, purpurfleckig 266°, purpurfarbig 277°, hellblau 288°, dunkelblau 293°, schwarzblau 316°, Verschwinden der Farbe 360°.

Andererseits lassen sich die aus Stahl gefertigten Gegenstände, besonders Werkzeuge, nach ihrer Bearbeitung auch härten, indem sie in glühendem Zustande mit einem der zahlreichen Härtmittel bestreut und nachher durch Eintauchen in Wasser abgekühlt werden. Um den richtigen, durch nachheriges Anlaufen vielleicht noch abzustimmenden Härtegrad zu erreichen, sind eine Reihe von Einzelheiten, wie die Zusammensetzung des Stahls, Grad des Erhitzens, die Eigenschaft des Härtmittels zu berücksichtigen.

Spez. Gewicht 7,1—7,86. Schmelzpt. 1400—1600°.

Zusätze von Kobalt, Wolfram, Molybdän, Chrom und Nickel geben dem Stahl Eigenschaften, welche ihn für viele Zwecke geeigneter machen, indem namentlich die Härte erheblich vermehrt wird. So ist der Nickelstahl von ganz besonderer Zähigkeit und vom Roste nur wenig angreifbar, andere Stähle sind säurebeständig usw.

Die Preise der Eisensorten sind dauernd Schwankungen unterworfen, die z. T. von den Kohlenpreisen abhängig sind.

Vor 1914 kostete gewöhnliches Gußeisen (Bauguß) etwa M. 150 bis 160 pro t, Maschinenguß M. 240—280, Schweißeisen M. 180 (Grundpreis, dazu Aufschläge von M. 10—40 pro t je nach Qualität und Handelsform). Gußstahl je nach Güte zwischen M. 220 (Maschinenstahl) und M. 550 (Schweißstahl usw.) bis M. 650 oder 1500 (Werzeugstahl). Das außerordentliche Steigen der Preise seit 1914 kennzeichnen die vom Inlandsausschuß des Eisenwirtschaftsbundes für die Zeit vom 1. Aug. 1920 bis 31. Okt. 1920 genannten Werte für Halbzeug- und Walzfabrikate, diese betragen u. a. für die t ab Werk:

Rohblöcke	M. 2140	Walzdraht	M. 3160
vorgewalzte Blöcke „	2260	Grobbleche	„ 3595
Knüppel	„ 2365	Mittelbleche	„ 4060
Platinen	„ 2410	Feinbleche 1 mm und stärker „	4195
Formeisen	„ 2740	d unter 1 mm	„ 4260
Stabeisen	„ 2840	Bandeisen	„ 3185
Universaleisen	„ 3175		

Der Aufschlag für Siemens-Martin-Qualität beläuft sich auf M. 65. Stabile Preisbildung ist im Augenblick noch nicht erreicht.

Von den chemisch-technischen Eigenschaften des Eisens ist zu sagen, daß es sich an trockener Luft nicht verändert; in feuchter dagegen, also unter den gewöhnlichen Verhältnissen, und mit lufthaltigem Wasser in Berührung gebracht, rostet es. Schmiedeeisen rostet stärker als Gußeisen, und von letzterem ist das nicht bearbeitete, welches die sog. Gußhaut behält, wiederum dasjenige, welches weniger vom Rost angegriffen wird und auch die Anstrichfarbe besser haften läßt. Kohlensäure und Säuredämpfe sowie saures Wasser, die Salzlösungen, besonders Ammoniaksalze begünstigen die Rostbildung sehr. Alkalien verhindern dieselbe. Die Rostbildung beginnt nur langsam, schreitet dann aber rascher fort. Zu ihrer Vermeidung müssen daher alle Eisenflächen mit einem schützenden Anstrich von Leinölfirniß, Ölfarbe oder Asphaltlack versehen oder auf galvanischem Wege durch Bildung einer fest anhaftenden Eisenoxydschicht oder durch einen dünnen Überzug von Zinn oder Zink oder Blei geschützt werden. Das Grundieren mit Mennige ist noch sehr verbreitet, aber nach Feststellungen neuerer Zeit nicht zu empfehlen, weder als rostschützendes Mittel, noch zum Schutze gegen elektrische Einflüsse. Ölpapierumkleidung ist ein guter Rostschutz. Stark verrostete Eisenteile werden entweder gut mit Petroleum eingölt und nach längerer Einwirkung mit einer Stahlbürste abgebürstet oder — wenn sie Hitze vertragen können — auf dem Schmiedefeuer heiß gemacht, wobei sich das Eisen ausdehnt und der Rost abspringt. In Kalk oder Gips gebettetes Eisen rostet sehr stark bis ins Innerste, dagegen das in Zement oder Asphalt gebettete so gut wie gar nicht. Während bekanntlich verdünnte Säuren das Eisen lebhaft angreifen, wird es von konzentrierter Salpeter-

säure und kalter konzentrierter Schwefelsäure nicht gelöst. Solches in Berührung mit konzentrierter Salpetersäure gewesenes, passiv gemachtes Eisen wird auch von verdünnten Säuren nicht gelöst und fällt metallisches Kupfer nicht aus dessen Lösungen aus.

Dem jungen Betriebschemiker kann nur empfohlen werden, sich etwas eingehender, als es bisher meist geschieht, mit der Technologie der Metalle und speziell mit der des Eisens zu beschäftigen, wobei ihm das Studium des Abschnittes über „Eisen“ in der F. Ullmannschen Enzyklopädie der Technischen Chemie, Bd. IV, Berlin und Wien 1916, S. 324 — 484 oder die grundlegende Veröffentlichung von W. Mathesius, Die Physikalischen und Chemischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens, Leipzig 1916, als neueste Quellen empfohlen seien. Die Kenntnis der metallographischen und mikrophotographischen Untersuchungsmethoden wird auch den Betriebschemiker öfter, als man gemeinlich annimmt, in den Stand setzen, rätselhafte Erscheinungen aufzuklären. Es sei hier u. a. auf die Beobachtungen über den Einfluß von Salzlösungen usw. auf Drahtseile aufmerksam gemacht, über die E. Wagner in Kali 1909, S. 398 Beiträge veröffentlicht hat. Auch der Bericht über das Rosten von schweißeisernen, flußeisernen, stählernen und gußeisernen Röhren, den A. Nachtweh und K. Arndt erstattet haben (Hannover 1910), gibt wichtige Fingerzeige. Von Interesse ist auch eine Arbeit von R. Kühnel in „Stahl und Eisen“, 1918, Nr. 51 über gewisse Brucherscheinungen an eisernen Werkzeugen.

Kupfer. Es hat eine charakteristische rote Farbe, eine hohe Politurfähigkeit, mäßige Härte, große Festigkeit und Geschmeidigkeit. Daher läßt es sich vortrefflich mit dem Hammer bearbeiten. Das geschmolzene Kupfer wird bei dem Erkalten blasig und zeigt vor dem Erstarren die Eigenschaft des Spratzens, deshalb eignet es sich im allgemeinen nicht zur Herstellung von Gußwaren. Trotzdem ist es möglich, wenn es die Technik verlangt, Gußstücke aus Kupfer unter ganz bestimmten Maßnahmen herzustellen. Meist aber werden in solchen Fällen die für Gußzwecke sehr geeigneten Kupferlegierungen (s. d.) verwendet. Das kupferoxydhaltige Kupfer wird rotbrüchig; Schwefel, Arsen, Antimon oder Blei machen es bei Überschreitung eines gewissen Prozentgehaltes teils rot-, teils kaltbrüchig. Zu Draht gezogen, wird das Kupfer vorübergehend spröde und durch Ausglühen wieder dehnbar. Durch Hämmern werden die Kupferbleche härter und steifer, deshalb werden auch alle aus Kupferblech hergestellten Apparate gehämmert. Das Kupfer leitet die Wärme besser, als Schmiedeeisen. Blankgeputzte Kupferflächen strahlen weniger Wärme aus, daher hat das Blankhalten der Kupfergefäße und -röhren für Dampfleitungen nicht nur einen ästhetischen, sondern auch einen ökonomischen Wert.

Diese schätzbaren physikalischen Eigenschaften geben dem Kupfer eine ausgedehnte Verwendung im Apparatebau, soweit sein dem Eisen gegenüber beträchtlich höherer Preis es zuläßt.

Nach dem Verfahren von Elmore kann man durch Elektrolyse aus Kupferlösungen nahtlose Kupferrohre erzielen. Deutschland verbrauchte 1913: 120000 t Kupfer in der Elektrotechnik, 49000 t für Kupfer-

blech- und Stangenkupfer-Walzwerke, 62 000 t für Messingwalzwerke und Drahtziehereien, 3 000 t für chem. Fabriken (Vitriolherstellung usw.) und 27 000 t (insgesamt 261 000 t) für Schiffswerften, Eisenbahnen, Gußzwecke, Armaturen, Legierungen usw. (Metall und Erz J. 1915). Die deutsche Eigenproduktion wird für 1913 auf 25 000 t, für 1914 auf 30 500 t und für 1915 auf 35 000 t geschätzt, während die Weltproduktion in den genannten Jahren 1 006 000, 924 000 und 1 061 800 t betrug. Deutschland war daher gezwungen mehr als 200 000 t jährlich einzuführen.

Spez. Gewicht 8,9. Schmelzp. 1050°. Wärmeleitung 73,6 (Ag. = 100). Elektr. Leitung 55 (Hg = 1). Linear. Ausdehnungskoeffizient 0,000171.

Der Preis des Kupfers ist von jeher sehr wechselnd gewesen und oft plötzlichen Schwankungen unterworfen, deren Grund häufig in Börsentreibereien liegt. Den Preis bestimmt Amerika, als das Land mit der größten Produktion (1913: 556 000 t, 1914: 526 000 t, 1915: 646 000 t). Franz Werner Franke hat in seinem „Abriß der neuesten Wirtschaftsgeschichte des Kupfers“ (München 1920) die Preisverhältnisse für die verschiedenen Handelsmarken (amerikanisches Tough, Elektrolyt- und Lakekupfer, Londoner Notierungen über Standard, Best Selected, Elektrolytkupfer usw., Mansfelder Kupfer) ausführlich dargestellt. Die amerikanischen bzw. englischen Preisfestsetzungen beziehen sich zumeist auf good merchantable brands (gmbs) in £ pro engl. t. Nach den Aufzeichnungen der Mansfelder Gewerkschaft war innerhalb der Jahre 1860—1906 der höchste Preis pro t Raffinat 2051,50 M. im Jahre 1860 und der niedrigste 859,66 im Jahre 1894. Als normaler Preis galt vor dem Kriege 1150—1250 M. pro t; 1913 wurde Standardkupfer mit 1230—1570 M. die t verkauft. In Deutschland kostete Kupfer pro 100 kg im Januar 1920: 2500 M., Februar 1920: 4270 M., März 1920: 3720 M., April 1920: 2690 M., Mai 1920: 2050 M., im August 1920 notierte die Kommission der Berliner Metallbörse Raffinadekupfer, 99—99,3 %, mit 1400—1450 M. und Elektrolytkupfer 19520 M. pro 100 kg (11. 2. 1921 1810 bzw. 1450—1475 M.). In normalen Zeiten der Vorkriegsperiode bestimmte sich der ungefähre Preis der Kupferwaren durch Hinzurechnung folgender Zuschläge zu den Metallpreisen (pro 100 kg): für Rundbleche und Kesselkupferbleche etwa M. 30, für nahtlose Kupferrohre etwa 65 M., für Messingröhren etwa 35 M., d. h. bei einem Kupferpreis von 150 M. pro 100 kg kosteten z. B. nahtlose Rohre 150 M + 55 M. = M. 215 pro 100 kg. Ab 31. Juli 1920 hat der Verband deutscher Kupferrohrwerke den Verkaufsgrundpreis auf 3128 M. pro 100 kg ab Werk netto Kasse festgesetzt. Kupferbleche kosteten 3065 M pro 100 kg.

Das Kupfer ist beständig gegen atmosphärische Einflüsse. Destilliertes Wasser wird bei Verwendung von kupfernen Kühltanks zur Kondensierung des Dampfes leicht kupferhaltig. Bei Lösungen nicht flüchtiger Salze ist die in ihnen enthaltene Säure von Einfluß auf ihre lösende Wirkung. Die geringste Einwirkung haben die Nitrate, dann kommen die Sulfate, Karbonate und alkalisch reagierende Salze, während die Chloride am stärksten auf das Metall einwirken; daher

wird es auch vom Meerwasser rasch angegriffen. Auch die Reaktion zwischen ammoniakalischen Flüssigkeiten und Kupfer oder seinen Legierungen ist recht beträchtlich, weshalb die sonst vielfach verwendeten Messinghähne für solche Laugen nicht brauchbar sind. Von Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure wird das Kupfer kaum angegriffen. Salpetersäure löst das Kupfer um so lebhafter, je mehr salpetrige Säure sie enthält. Die schwächeren und die organischen Säuren, Fettsäuren und Fette greifen das Kupfer wenig und nur bei Luftzutritt an. Will man Kupfergefäße vor dem auflösenden Einfluß der darin enthaltenen Flüssigkeiten schützen, so kann man — wenn eine solche Verunreinigung nichts schadet — ein Stück Eisen hineinlegen, welches bekanntlich das Kupfer aus seiner Lösung niederschlägt und dadurch seine Auflösung verhindert. Die Kupferknappheit während des Krieges hat in Deutschland dazu geführt, daß Ersatzmetalle, namentlich Zink und Aluminium (s. d.) für die verschiedensten Zwecke herangezogen worden sind und sich z. T. recht gut bewährt haben.

Blei. Es ist sehr weich, biegsam und zähe. Es läßt sich mit dem Messer schneiden, färbt auf Händen, Papier und Leinzeug ab. Werkblei muß mit der Raspel, nicht mit der Feile bearbeitet werden, da es die Zähne der letzteren schnell verstopft. Seine geringe absolute Festigkeit macht das Ausziehen zu Draht und Röhren unmöglich, diese werden vielmehr durch Pressen in Formen hergestellt. Bis fast zum Schmelzpunkt erhitzt, wird das Blei spröde und bricht unter dem Hammer in Stücke. Nach dem Schmelzen erstarrt es ruhig mit eingesenkter Oberfläche. Bei der sehr ausgedehnten Verwendung des Bleies in der chemischen Apparatur ist der Umstand zu berücksichtigen, daß es beim Warmwerden merklich weicher wird und sich beträchtlich ausdehnt, ohne beim Erkalten sich wieder zusammenzuziehen. Diese Weichheit bedingt es, daß die Apparate auf die eine oder andere Weise versteift, oder häufig nicht aus Blei selbst hergestellt, sondern nur damit ausgekleidet werden. Dabei ist, wo es nur immer angängig ist, die Form des auszukleidenden Gefäßes so zu wählen, daß das Blei nicht die Neigung haben kann, von den Gefäßwandungen abzufallen, sondern daß es sich vielmehr durch seine eigene Schwere an diese anlegt. Infolge der genannten Eigenschaften des Bleies treten unter dem Einfluß von Wärme und Druck Deformierungen solcher mit Blei ausgelegten Gefäße ein, die teils als Beulenbildung, teils als Durchbiegungen die Sicherheit der Apparate gefährden.

Um diesem Mißstande abzuhelpen, kann die Auskleidung durch Auflöten von Blei, durch homogene Verbleiung oder Bleiplattieren hergestellt werden, was zwar kostspieliger ist, aber, da das Blei vollkommen mit dem schützenden Metall verbunden wird, sehr viel widerstandsfähigere Wandungen liefert. Auf die Reinheit des Bleies für diese Verwendung ist besonders zu achten — und die Handelsbleie sind durchaus nicht immer rein —, weil die Verunreinigungen die Schmelzbarkeit begünstigen, die Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien herabdrücken und daher auch die Möglichkeit zur Bildung örtlicher Schäden vergrößern.

Spez. Gewicht 11,4. Schmelzp. 320—330°. Siedep. gegen 1700°. Wärmeleitung 8,5 (Ag = 100). Elektr. Leitung 4,6 (Hg = 1). Linear. Ausdehnungskoeffizient 0,00002924.

Die Preise des Bleies sind schwankend, im Frieden kosteten 100 kg je nach der Stärke 28—30 M., gekörntes Blei 60 M. Das Bleiblech wird in Rollen bis zu 3 m Breite und 15 m Länge in jeder Abmessung geliefert. Zur Berechnung des Gewichtes von Bleiplatten diene der Anhalt, daß 1 qm Bleiblech von 1 mm Stärke 11,5 kg wiegt. Der Bleidurchschnittspreis für fremdes Erzeugnis betrug 1912 in London pro t 17 £ 15s 10,5 d gegen 40 1/4 £ pro engl. t am 18. Mai 1920. In Deutschland schwankte der Bleipreis für 100 kg zwischen Januar und Juli 1920 von 960—1670 M. Original-Hüttenweichblei notierte im Aug. 1920 550—560 M. (11. 2. 1921: 500 M.). Von der Weltproduktion 1913 (118 710 t) entfielen 34,3 % auf die Ver.-Staaten und 15,3 % auf Deutschland. Das Blei ist gegen Luft und Feuchtigkeit beständig. Von reinem luft- und kohlenstoffhaltigen Wasser wird es angegriffen, ebenso begünstigen Nitrate, Nitrite, Chloride, Tartrate, Zitate, Amoniakverbindungen und faulende Substanzen die Lösung des Bleies, während Alkalisulfate, -karbonate und freie Kohlensäure im entgegengesetzten Sinne wirken. In Berührung mit anderen Metallen, wie Platin, Eisen, Zinn usw. erhöht sich seine Löslichkeit im Wasser. Von Ätznatron wird das Blei lebhaft, in seinen Legierungen jedoch gar nicht angegriffen. In Salpetersäure ist es um so löslicher, je mehr salpetrige Säure sie enthält; verdünnte warme Salpetersäure löst es sehr leicht, konzentrierte schwieriger. Salzsäure und Schwefelsäure haben eine nur geringe lösende Kraft, die sich aber durch die gleichzeitige Anwesenheit anderer Säuren (besonders Sauerstoffsäuren) erhöht. Organische Säuren lösen Blei in beträchtlichem Maße, die Anwesenheit von Schwefelsäure vermindert jedoch ihre lösende Kraft. Mit Kupfer und Antimon legiertes Blei wird von Schwefelsäure, zumal in der Wärme, viel energischer angegriffen, als reines Blei. Wenn die Schwefelsäure auch schließlich auf Blei bei höherer Temperatur einwirkt, so ist es doch, abgesehen von Platin und Kupfer, dasjenige Metall, welches in ausgedehntester Weise überall in der Technik gebraucht wird, wo freie Schwefelsäure zur Verarbeitung kommt.

In Zement gebettetes Blei wird mürbe und brüchig, deshalb schützt man solche Röhren mit einem dicken Anstrich oder einer Umkleidung von Asbest, Dachpappe u. dgl.

Zink. Es kommt als Blendezink und als Galmeizink in den Handel; letzteres ist das reinere, ohne jedoch frei von Verunreinigungen zu sein. Es ist von bläulich-weißer Farbe und starkem Metallglanz. In ganz reinem Zustande ist es etwas dehnbar. Durch Verunreinigungen wird es im allgemeinen spröder; ein Gehalt von 0,5% Blei hingegen macht es geschmeidiger. Eisen bis zu 0,3% hat in dieser Hinsicht keinen Einfluß. Die Eigenschaft des Zinks, unter geringem Druck oder auch bei einer Temperatur von 100—150° dehnbar zu werden und es nach dem Erkalten auch zu bleiben, ist für die Technik von großem Werte, denn dadurch allein wird seine Verwendung zur

Herstellung von Blechen und Drähten ermöglicht. Bei 205° wird es so spröde, daß es gepulvert werden kann. Es läßt sich ebenso wie das Blei schlecht mit der Feile, besser mit der Raspel bearbeiten. Das Zink dehnt sich von allen Gebrauchsmetallen am gleichmäßigsten und stärksten aus, zieht sich nach dem Guß aber auch sehr gleichmäßig zusammen.

Spez. Gewicht 6,86, gewalzt 7,20. Schmelzp. gegen 420°; entzündet sich bei etwa 500° an der Luft. Siedep. 930°. Wärmeleitung 19 (Ag = 100). Elektr. Leitung 15 (Hg = 1). Linear. Ausdehnungskoeffizient 0,0000292.

100 kg kosteten in der Vorkriegszeit an 50—54 M. Im August 1920 notierte die Kommission der Berliner Metallbörse 100 kg Original-Hüttenroh-zink im freien Verkehr mit 710—720 M. und remelted Plattenzink mit 475—485 (11. 2. 1921: 540, 550 bzw. 360 M.). Von der gesamten Weltproduktion 1913 (997 900 t) entfielen 32,1% auf die Ver.-Staaten und (80% aus eigenen Erzen) 28,4% auf Deutschland. Im Februar 1920 war der Preis noch 2000 M. pro 100 kg.

Zink ist in der Luft und in Wasser beständig. Von kochendem Wasser wird es langsam oxydiert. Säuren und Alkalien lösen das Zink um so leichter, je unreiner es ist, und reines Zink wird von Säuren um so leichter gelöst, je langsamer es aus dem Zustande der Glüh-hitze erkaltet war. Zink fällt u. a. Kupfer, Silber, Blei und Kadmium aus ihren Lösungen aus. Geschmolzenes Zinn kann bis zu 5% Eisen auflösen. Das Zink ist ein wichtiges Kupferersatzmetall der Elektrotechnik; Zinkbronze und andere Ersatzlegierungen waren während der Kriegszeit z. T. viel in Gebrauch.

Zinn. Von allen Zinnsorten ist das Bankazinn, das Malakkazinn aus Ostindien und das englische Kornzinn am reinsten, das sächsische und böhmische Zinn sind weniger rein. Das Zinn besitzt eine schwach bläulich-silberweiße Farbe und hohen Metallglanz. Nächst dem Blei ist es das weichste der Gebrauchsmetalle. Es knirscht beim Biegen (Zinngeschrei); beim Reiben zwischen den Fingern erteilt es denselben einen eigentümlichen, lange anhaftenden Geruch. Es ist sehr dehnbar und läßt sich zu dünnen Blättchen, Stanniol, auswalzen. Nach dem Reichsgesetz von 1887 darf das für Eß-, Trink- und Kochgeschirr verwendete Zinn nicht mehr als 10% Blei enthalten. Bei 100° läßt sich das Zinn zu Draht ausziehen, bei 200° dagegen ist es spröde und pulverisierbar.

Das geschmolzene Zinn dehnt sich beim Erstarren aus. Eisen macht das Zinn hart und spröde, beeinträchtigt den Glanz und die Farbe. Blei und Kupfer erhöhen die Festigkeit und Härte. Zinn läßt sich feilen, sägen, bohren und hämmern,

Spez. Gewicht 7,3. Schmelzp. 238°. Siedep. 1500—1600°. Wärmeleitung 13,65 (Ag = 100). Elektr. Leitung 9,87 (Hg = 1). Linear-Ausdehnungskoeffizient 0,0000271.

Der vielen Schwankungen unterworfenene Preis betrug 1913 etwa 360—380 M. pro 100 kg, heute ist er für Bankazinn 4500—5000 M. und für Hüttenzinn (min. 99,5%) 4250—4750 M. (1920) (11. 2. 1921: 4500 bzw. 3975 M.).

Das Zinn widersteht oxydierenden Einflüssen sehr gut und wird bei gewöhnlicher Temperatur auch von Wasser nicht angegriffen, ebenso nicht von schwachen Säuren. Deshalb, sowie seiner leichten Verarbeitung wegen, wird es für chemische Apparate mannigfach verwendet. Dauernder Einfluß von Temperaturen unter 10° machen das Zinn brüchig: es erliegt der „Zinnpest“.

Nickel. Es ist ein silberweißes, ins Stahlgraue schimmerndes, stark glänzendes, sehr hartes, politurfähiges, magnetisches Metall, das sich schmieden, schweißen, zu Platten walzen und zu Draht ausziehen läßt: Den Magnetismus verliert es bei 350° . Seine Zähigkeit verhält sich zu der des Eisens, mit welchem es sehr viele Ähnlichkeiten hat, wie 9 : 7. Es läßt sich mit Schmiedeeisen und auch mit Stahl zusammenschweißen. In der chemischen Industrie bürgert sich das Nickel immer mehr ein, und in Form von Schalen, Deckeln und Tiegeln ersetzt es in vielen Fällen die teuren Platinapparate. Nickelkochgeschirre sind sehr verbreitet.

Spez. Gewicht 8,9. Schmelzp. nach verschiedenen Angaben 1392 bis 1600° . Elektr. Leitung 7,37 ($Hg = 1$). Linear-Ausdehnungskoeffizient 0,0000128.

100 kg kosteten früher 450 — 600 M. und heute 3500 — 4000 M. (1920; 11. 2. 1921: 4200 M.). Das Nickel ist sehr widerstandsfähig gegen atmosphärische Einflüsse. Verdünnte Säuren, besonders verdünnte Salpetersäure, greifen es an. In konzentrierter Salpetersäure wird es passiv. Alkalien wirken wenig ein; nur hoch konzentrierte Laugen sind von Einfluß. Man schmilzt Ätzalkalien deshalb in Nickelkesseln unter elektrischem Schutz (als Kathode geschaltet, Anode: Platin) ein.

Platin. Ein glänzend silberweißes, hämmer- und schweißbares, sehr geschmeidiges Metall, das sich zu Blech walzen und zu Draht ausziehen läßt. Nach dem Gold und Silber besitzt es die größte Dehnbarkeit.

Ähnlich, wie beim Eisen, unterscheidet man gehämmertes und geschmolzenes Platin. Das für technische Zwecke verwendete Platin enthält eine Beimischung von 2% Iridium, wodurch es härter und widerstandsfähiger gegen chemische Agenzien wird: deshalb ist in den für die Schwefelsäureindustrie hergestellten Platinapparaten der Iridiumgehalt absichtlich sehr groß.

Spez. Gewicht 21,5. Schmelzp. gegen 1800° . Wärmeleitung 8,4 ($Ag = 100$). Elektr. Leitung 6,5 ($Hg = 1$). Linear-Ausdehnungskoeffizient 0,00000899.

Der sehr schwankende Preis stand 1913 auf etwa 1400 M. pro 1 kg, er stieg zu Ende des Krieges bis auf 300 000 M. und betrug im August 1920 etwa 160 000 M. (11. 2. 1921: 103 000 — 107 000 M.).

Das Platin ist äußerst widerstandsfähig gegen chemische Angriffe; von Säuren wirkt nur Königswasser und konzentrierte Schwefelsäure bei Verunreinigung mit salpetriger Säure ein. Feuchtes Chlor, schmelzende Alkalien und Schwefelalkalien und auch Ätzbaryt hingegen greifen Platin leicht an. Ferner verbindet es sich direkt mit Phosphor,

Arsen, mit leicht reduzierbaren Metalloxyden und mit schmelzenden Metallen zu ebenso leicht schmelzenden Legierungen. Auch glühende Kohle greift Platin stark an.

Um die durch den Gebrauch angegriffene Oberfläche der Platinfgefäße zu reinigen, werden sie mit sehr feinem Sande abgeschleudert oder man schmilzt Kaliumbisulfat in ihnen.

Silber. Es ist elastisch, zähe und dehnbar. In der Weißglut fängt es an sich zu verflüchtigen. Im Knallgasgebläse kocht es und kann destilliert werden. Vor dem Erstarren zeigt es, wie das Kupfer und Platin die Erscheinung des Spratzens, das durch Bedecken des geschmolzenen Silbers mit Kohlenpulver oder Kochsalz vermieden werden kann. Das Silber enthält immer Spuren von Verunreinigungen.

Spez. Gewicht 10,5. Schmelzp. 960°. Wärmeleitung 100. Elektr. Leitung 59 (Hg = 1). Linear-Ausdehnungskoeffizient 0,0000192.

1 kg kostete 1913/14 annähernd 90 M. und im August 1920 etwa 1300 M. (11. 2. 1921: 930 M.).

Neben anderen Eigenschaften gibt ihm seine Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien eine verbreitete Anwendung zu chemischen Apparaten.

Aluminium. Von zinnweißer Farbe, ist es so hart wie Silber, sehr gut schmiedbar und dehnbar. Seine geringe Schwere in Verbindung mit seiner Festigkeit und seinem guten Leitungsvermögen für Wärme und Elektrizität führen es mehr und mehr in die Technik ein. Das Löten ist, wenn auch noch etwas schwierig, so doch immerhin ausführbar. Die Zugfestigkeit des gegossenen Aluminiums ist gleich der des Gußeisens, die des geschmiedeten, gezogenen und gewalzten Aluminiums aber beträchtlich höher. Das Aluminium ist eins derjenigen Metalle, die im umfangreichsten Maße als Kupferersatz in der Elektrotechnik usw. dienen können. Deutschland besaß im Jahre 1913 noch kaum eigene Aluminiumerzeugung. Seinen Bedarf deckte die Schweiz.

1918/19 waren die deutschen Fabriken bereits bis auf eine Jahresleistungsfähigkeit von 30 000 t ausgebaut. Die elektrische Leitfähigkeit beträgt nur 60 % von der des Kupfers, d. h. der für Aluminiumleitungen erforderliche Querschnitt muß 1,66 mal größer sein, als der für Kupferdraht gleicher Leistung. Trotzdem erreicht, wegen des Verhältnisses des spez. Gewichts von 2,68 zu 8,93, das Gewicht der Aluminiumleitung nur 50 % desjenigen der Kupferleitung. Aluminiumkabel-Freileitungen machen wegen des leichten Gewichts, der Weichheit usw. besondere Vorsichtsmaßregeln hinsichtlich der Aufhängung nötig (Winddruck, Schneelast usw.).

Die Bearbeitung des Aluminiums durch Schweißen und Löten ist zu einer besonderen Kunst entwickelt worden. Aluminiumapparate finden in der chemischen Industrie, der Brauereitechnik usw. steigende Verwendung. Aluminiumrohre werden für verschiedene Zwecke verlegt. Aluminothermische Verfahren werden für Schweißarbeiten kaum noch, dagegen wohl zur Darstellung schwer schmelzbarer Metalle verwendet. Ferroaluminium benutzt die Hüttenindustrie und reine Aluminiumspäne dienen als Reduktionsmittel in der organischen Chemie (Kautschuksynthese). Das Aluminium wird als Reinigungs-

mittel beim Stahlguß verwendet, indem es dabei das Steigen des Stahls und die Bildung von Blasenrinnen verhindert (s. Ferroaluminium).

Spez. Gewicht 2,7. Schmelzp. 660° . Wärmeleitung 37 ($\text{Ag} = 100$). Elektr. Leitung 32 ($\text{Hg} = 1$). Linear-Ausdehnungskoeffizient 0,00002313.

1 kg Aluminium kostete 1913/14 gegen 1,50–2 M. Am 20. 8. 1920 notierte Originalhüttenaluminium 98/99 an der Berliner Metallbörse:

a) in gekerbten Blöckchen 2800 M.,

b) in Walz-Drahtbarren, ab Hütte oder loco Groß-Berlin 2950 bis 3000 M. pro 100 kg. [11. 2. 1921: 2600, 2700 M. zu a) bzw. 2750, 2850 M. zu b)].

Luft, Wasser und Schwefelwasserstoff sind ohne Einwirkung auf das Aluminium, ebenso greifen verdünnte und konzentrierte kalte Salpetersäure, sowie kalte konzentrierte Schwefelsäure das Metall nicht an; lebhaft wirken dagegen Alkalien und Salzlösungen, besonders Chloride und Nitrate darauf ein. Organische Säuren haben nur schwachen Einfluß, Fette und Fettsäuren selbst bei Luftzutritt gar keinen. In dieser Hinsicht kann das Aluminium als das widerstandsfähigste aller Gebrauchsmetalle bezeichnet werden. Gegen Pheno ist Aluminium sehr beständig. In Berührung mit anderen Metallen wird das Aluminium stark positiv elektrisch und bildet daher mit allen Gebrauchsmetallen und Säuren oder Salzlösungen ein galvanisches Element, in dem das Aluminium die Rolle des sich auflösenden Metalles spielt. Mit Kupfer gibt es einen starken, mit Eisen und Zinn einen schwachen Strom. Dieses Verhalten des Aluminiums anderen Metallen gegenüber ist bei seiner Verwendung in der Technik nicht außer acht zu lassen. Die Nietung von Aluminiumblechen, die mit einer Flüssigkeit in Berührung kommen, soll nur mit Aluminiumnieten erfolgen. Verschraubung von Aluminiumblechen mit eisernen oder kupfernen Schrauben muß in der Art erfolgen, daß Unterlegscheiben aus nichtleitendem Material (Holz, Gummi) das Entstehen galvanischer Lokalströme sicher verhindern. Das Aluminium des Handels enthält manchmal bis zu 5 % Eisen und Kieselsäure. Seine Leitfähigkeit für den elektrischen Strom wird um so besser, je reiner es ist. Ein Gehalt von Natrium ist für seine mechanische Festigkeit (Flugzeug- und Luftschiffbau) besonders gefährlich. Die Verwendung des Aluminiummetalls ist im Steigen begriffen. Die Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gegenüber der Einwirkung konzentrierter Salpetersäure ist so bedeutend, daß man Kesselwagen für Salpetersäuretransport aus Aluminiumblechen gebaut hat (Leichtigkeit der Wagen).

Legierungen.

Die Eigenschaften der Legierungen sind nicht ohne weiteres aus den Mischungsverhältnissen der darin befindlichen Metalle ableitbar. Aus diesem Grunde spielen die Legierungen in der Metalltechnik eine bedeutende Rolle, weil man in ihnen eben andere Metalle mit neuen, teils physikalischen, teils chemischen Eigenschaften vor sich hat. Man kann geradezu sagen, daß die technisch wertvollsten Metalle Legie-

rungen sind. Als allgemeine Charakteristika lassen sich anführen: Die Legierungen sind stets spröder als das weichste der zusammengeschmolzenen Metalle. Die Härte ist größer, als die des weichsten darin befindlichen Metalles. Die Streckbarkeit wird geringer, als die ihres dehnbaren Metalles. Das spezifische Gewicht ist selten aus der Zusammensetzung berechenbar. Der Schmelzpunkt ist in den meisten Fällen geringer, als der des leicht flüssigsten Metalles. Chemische Agenzien und Luft pflegen auf Legierungen schwächer einzuwirken, als auf die einzelnen Metalle. Für die Untersuchung der Legierungen spielen die metallographischen Methoden eine ausschlaggebende Rolle. Vgl. dazu P. Reinglass, Chem. Technologie der Legierungen, Leipzig 1919.

Die technisch wichtigeren Legierungen für die chemische Industrie sind, wenn wir von den Eisen- und den Ferro-Kohlenstoff-Legierungen absehen, die des Kupfers mit Zink und Zinn, die des Bleies mit Antimon und die des Aluminiums, ferner die leicht schmelzbaren Legierungen von Rose und Wood. Außer diesen dienen noch eine große Menge anderer Metallkompositionen den verschiedensten Zwecken. Im allgemeinen lasse man nicht außer acht, daß bei der Vereinigung verschiedener Metalle, also auch in Legierungen, elektrische Spannungen entstehen können, welche die Dauerhaftigkeit der Apparate zu beeinträchtigen vermögen.

Kupferlegierungen.

Messing (Kupfer und Zink). Die Legierungen des Kupfers zeichnen sich vor diesem meist durch größere Härte, leichtere Schmelzbarkeit, dünneren Fluß, geringere Oxydierbarkeit und größere Billigkeit aus. Vermehrung des Kupfergehalts bedingt größere Hämmerbarkeit, Weichheit und Dichtigkeit des Korns, aber auch einen höheren Preis. Mehr Zink gibt größere Härte, Sprödigkeit, hellere Farbe und größere Wohlfeilheit.

Das gewöhnliche **Messing**, der **Gelbguß**, enthält durchschnittlich 30% Zink. Es eignet sich einmal sehr zu Gußwaren, weil es dünnflüssig ist, die Form gut ausfüllt und einen dichten Guß liefert, ferner benutzt man es zur Herstellung von Gegenständen, welche recht hart sein sollen und wegen seiner Dehnbarkeit auch zur Fabrikation dünner Bleche und Drähte. Sein Ausdehnungskoeffizient ist 0,000018.

Rotmessing, **Tomback**, unterscheidet sich vom Gelbmessing durch den höheren Kupfergehalt (gegen 80% und mehr). Es wird besonders da verwendet, wo Weichheit, große Dehnbarkeit und eine röttere Farbe gefordert werden.

Beide Messingarten enthalten häufig auch Zinn und Blei.

Weißmessing mit etwa 50–80% Zink ist hart, spröde, von silberweißer Farbe und nur zu Gußwaren verwendbar.

Delta-Metall ist eine eisenhaltige Kupfer-Zinklegierung von sehr hoher Festigkeit und Zähigkeit, die sich bei Rotglut schmieden läßt.

Phosphor-Kupfer ist ein 5–15% Phosphor enthaltendes Kupfer, das als Zusatz zum Raffinieren alter Metalle und zur Erzielung eines blasenfreien, dichten, zähen Gusses geschätzt wird.

Das Schlag- oder Hartlot besteht aus Kupfer und Zink, selten mit anderen Zusätzen. Der Messingpreis wird von den Preisen seiner Grundmetalle bestimmt und schwankt mit diesen in weiten Grenzen. Bei einem Kupferblechpreis von rund 180 M. pro 100 kg kosteten gleichstarke Messingbleche etwa 150 M.

Bronze (Kupfer und Zinn, häufig auch Zink und andere Metalle). Der Prozentgehalt beider Metalle schwankt zwischen sehr weiten Grenzen; ein höherer Kupfergehalt liefert rote, ein solcher an Zinn weiße Bronzen.

Das Zinn härtet das Kupfer weit stärker, als Zink, auch macht es dasselbe leicht flüssig und dehnbar. Ein geringer Prozentgehalt an Zink ist für die Widerstandsfähigkeit und die technischen Eigenschaften eher vorteilhaft, als nachteilig; bis 2% Zink erhöht die absolute Festigkeit, die Zähigkeit und Elastizität.

Unter Metall schlechthin versteht man eine viel verwendete Legierung, die etwa aus 90% Kupfer, 5% Zinn und 5% Zink besteht.

Maschinenbronze für Achsenlager, Schieber, Dichtungsringe, Kammräder enthält gegen 80–90% Kupfer, auch 2–4% Zink.

Rotguß ist eine zink-, bisweilen auch bleihaltige Bronze, welche, wie auch die übrigen, sehr säurebeständig ist.

Andere Bronzen sind: Glocken-, Geschütz-, Kunst-, Münzbronze. Der Preis der technischen Bronzearten schwankt mit dem der Grundmetalle. 1914 betrug er etwa 240–280 M. pro 100 kg.

Phosphorbronzen. Der Phosphorzusatz zu den Bronzen bezweckt ihre Reinigung bzw. die Entfernung des in ihnen enthaltenen Sauerstoffs. Er erhöht die Festigkeit und Dehnbarkeit, macht die Bronzen also dichter und zäher und außerdem sehr widerstandsfähig gegen Säuren.

Der Phosphorgehalt kann für einige Zwecke bis 3% betragen, liegt aber meist unter 0,5%; die gewöhnliche Phosphorbronze läßt sich bei niedrigem Zinngehalt (bis 2%) walzen und hämmern.

Die Stahlphosphorbronze ist sehr haltbar und äußerst säurebeständig; sie eignet sich deshalb für Maschinen- und Apparateile, welche einem hohen Drucke und starker Einwirkung von Säuren ausgesetzt sind.

In der **Manganbronze** wirkt das Mangan, wie der Phosphor sauerstoffziehend und ersetzt zugleich das Zinn.

Dieselbe desoxydierende Wirkung hat das Silizium in der Siliziumbronze; es erhöht dabei gleichzeitig die Festigkeit und verringert die Dehnbarkeit. Daher wird die Siliziumbronze besonders zur Herstellung von Telephon- und Telegraphendrähten verwendet.

Babbitt besteht aus 4% Kupfer, 69% Zink, 5% Blei, 3% Antimon, 19% Zinn. Es erweicht bei 165° und schmilzt bei 175°.

Aluminiumlegierungen.

Aluminiumbronze (aus Kupfer und Aluminium) enthält bis 10% Aluminium. Sie ist äußerst widerstandsfähig gegen oxydierende Ein-

flüsse, gegen Ammoniak, Alkalien, Schwefel, Chlor, Kochsalz, Alaun oder Sulfitlaugen.

Aluminiummessing mit 33% Zink und 0,5–4% Aluminium läßt sich schon bei dunkler Rotglut schmieden und dient häufig als Ersatz für die teuren Aluminiumbronzen, wenn nicht ganz so hohe Ansprüche an ihre Widerstandsfähigkeit gestellt werden.

Magnalium besteht aus Aluminium und Magnesium in wechselnden Verhältnissen (meist 10% Magnesium) und zeigt ganz andere, wertvolle Eigenschaften, welche keinem der beiden Metalle einzeln zukommen. Es ist lötbar, sehr bruchstark, dehnbar und politurfähig. Das spez. Gewicht ist 2,4–2,57; der Schmelzpunkt liegt bei 650–700°. Zugfestigkeit: 24 kg für 1 qmm. Wertvoller noch, als Magnalium, ist das Elektron-Metall der Chem. Fabrik Griesheim-Elektron mit 5–10% Aluminium neben Magnesium. Sein spez. Gewicht ist 1,8, sein Schmelzpunkt 630°. Es hält sich gegenüber den Einwirkungen der Atmosphäre tadellos, da es sich sehr bald mit einer schützenden Oxidschicht bedeckt. Es ist beständig gegen Alkalien, Laugen (nicht gegen Säuren), Benzin, Petroleum, Öl, Fett usw., ist silberweiß, hochpoliturfähig und leicht zu bearbeiten (pressen, walzen, ziehen, stanzen, drehen, schneiden usw.). Das vergütete Material hat 25–35 kg Zugfestigkeit pro 1 qmm bei einer Dehnung von 10–25%. Die Zugfestigkeit gegossener Stücke ist (bei 5–10% Al) 12–14 kg pro 1 qmm mit 4–2% Dehnung. Durch abermaliges Legieren lassen sich die Eigenschaften weitgehend abändern. Das Elektronmetall kann galvanisch mit Messing bedeckt werden. Durch Beizen wird es in Farbtönen von Dunkelmessing bis Schwarz erhalten.

Duraluminium (0,5% Mg, 3,5–5,5% Cu, 0,5–0,8% Mn) ist, was Bruchfestigkeit, Dehnbarkeit und Härte anbelangt, die beste Aluminiumlegierung: spez. Gewicht 2,75–2,84, Schmelzp. 650°, widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit, Seewasser, HNO₃, H₂SO₄ usw. In Amerika verwendet man vielfach eine Legierung aus 50–80% Aluminium, 49 bis 14% Zink und 1/4–1 1/2% Tellur mit ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften und einer Zugfestigkeit von 3370 kg/qcm. Nickelaluminium und Aluminiumnickeltitan finden für Gußzwecke Verwendung.

Aluminium und Eisen. Mit mehr als 1–2% Eisen wird das Aluminium brüchig. Gußeisen mit 15% Aluminium wird kaum von der Feile angegriffen. Stahl mit 7% Aluminium und 1% Mangan ritzt weiches Glas. Ferroaluminium ist für die Hüttentechnik wichtig.

Hartblei. Zusätze von Zinn, Antimon, Kupfer, Silber, Eisen machen das Blei härter. Eine Mischung aus Blei und Antimon bis zu 20%, welche gewöhnlich mit Hartblei bezeichnet wird, besitzt eine geringe Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit, aber eine um so größere Druckfestigkeit. Deshalb wird das Hartblei vorteilhaft verwendet, wenn neben der chemischen Indifferenz des Bleies eine größere Härte des Metalls gefordert wird (s. Blei).

Weißmetall ist eine Antimon-Zinn-Kupferlegierung. Eine gute Mischung hat das Verhältnis von 82 + 12 + 6. Ein häufig an-

gepresenes billigeres Weißmetall ist eine Antimon-Zinn-Bleilegierung, die als Material für Lagerschalen und Stopfbüchsen wegen ihrer die Reibung vermindernenden Eigenschaft verwendet wird. Einen Ersatz für Zinnweißmetall bietet das Kalziumlagermetall, das eine Legierung von Blei mit Kalzium unter Zuschlag anderer Metalle ist. Die Fließgrenze des Kalziumlagermetalls liegt bei einer Belastung von 2000 kg/qcm, also etwa 2--5 mal so hoch wie bei bestem zinnhaltigem Weißmetall. Schmelzpunkt 370°, Gießtemperatur 450--480°, Härte 35--45 nach Brinell oder Martens-Heyn. Während des Krieges haben vielfach minderwertige Ersatzlagermetalle verwendet werden müssen. Andere Lagermetalle sind das Lurgi- und Arsenikummetall.

Lötzinn, auch Schnellot genannt, ist eine Mischung von Zinn und 40--60% Blei.

Woodsche Legierung aus 4 Zinn, 8 Blei, 15 Wismut, 3 Kadmium hat einen bei 70° liegenden Schmelzpunkt, der durch Variation der Bestandteile beliebig erhöht werden kann. Sie wird zu Sicherheitspfropfen für Dampfkessel und als Dichtungsmittel bei Verschlüssen verwendet (Feuerschutzapparate).

Roses Metall besteht aus 8 Wismut, 6 Blei und 3 Zinn und schmilzt bei 79°.

Lipowitzsche Legierung enthält 15 Wismut, 8 Zinn, 3 Kadmium und wird unter 60° schon weiß.

Newtons Metall besteht aus 8 Wismut, 5 Blei und 3 Zinn und schmilzt bei 94,5%. Außerordentlich wichtig sind die **Eisen-Kohlenstofflegierungen** (Stahl usw.), die hier billig außer Betracht bleiben können, dann aber auch die Ferrolegierungen und Spezialstähle. Erstere fanden früher nur in der Hüttentechnik Verwendung, heute haben sich Silizium-Eisen-Legierungen (Krupp, Maschinenfabrik Eßlingen usw.) als Baumaterialien von Säureapparaturen vielfach bewährt. Chromnickelstähle sind für diese Zwecke ebenfalls gut haltbar. Das V₂A-Metall der Firma Krupp in Essen hat sich in der Salpetersäuretechnik rasch eine führende Stellung erobert.

Bleche.

Die technisch wichtigsten Bleche sind Eisen-, Kupfer-, Zink-, Zinn-, Blei-, Platin-, Aluminium-, Messing- und Bronzebleche. Obgleich sie in den verschiedenartigsten Formen und Stärken hergestellt werden können, haben die gangbaren Handelssorten doch bestimmte Abmessungen. Zum Messen der Stärke dient die Blechlehre. Dieses Instrument ist entweder eine Stahlplatte mit einer Reihe von verschiedenen Einschnitten, die den Nummern der Blechlehre entsprechen, und die beim Messen des Bleches auf den Blechrand aufgeschoben werden, bis die der betreffenden Stärke entsprechende Nummer gefunden ist. Eine andere Form der Blechlehre stellt eine Art Mikrometerschraube dar, in welche das zu messende Blech eingeschraubt wird; die Stärke ist dann auf einer mit der Meßschraube verbundenen Teilscheibe abzulesen.

Die Größen in Millimeter der 25 Nummern der deutschen Blechlehre sind in nachstehender Tabelle aufgeführt.

Nr.	mm	Nr.	mm	Nr.	mm	Nr.	mm	Nr.	mm
1	5,50	6	3,75	11	2,50	16	1,375	21	0,750
2	5,00	7	3,50	12	2,25	17	1,250	22	0,625
3	4,50	8	3,25	13	2,00	18	1,125	23	0,562
4	4,25	9	3,00	14	1,75	19	1,000	24	0,500
5	4,00	10	2,75	15	1,50	20	0,875	25	0,438

Das Gewicht eines Quadratmeters Blech in Kilogramm ist gleich dem spezifischen Gewicht multipliziert mit der Dicke in Millimetern, wonach z. B. 8 qm eines 5 mm starken Bleibleches $8 \cdot 5 \cdot 11,4 = 456$ kg wiegen.

Die Eisenbleche heißen der Stärke nach: bis zu 5 mm Feinbleche, darüber Grobbleche, welche bis zu 18 mm Dicke Kesselbleche und darüber hinaus auch Panzerbleche genannt werden. Von den Feinblechen sind das Schwarzblech und das Weißblech, verzinntes Eisenblech, am gangbarsten. Die Vereinigung des ersteren geschieht durch Falzen oder Nieten und die des letzteren durch Falzen oder Weichlöten. Für Abdeckungen spielen Gitter-, Well- und Riffelbleche eine wichtige Rolle.

Die Preise (1913/14 M. 18.—, M. 14.— und M. 30.— pro 100 kg) sind bereits bei „Eisen“ angegeben worden.

Das Kupferblech kommt in den Stärken von 0,3–15 mm bei einer Breite von 1 m häufig aufgerollt als Rollkupfer in den Handel. 100 kg Kupferblech kosteten im August 1920 M. 3065.—.

Die gangbarsten Stärken des Bleibleches, das als Walzblei in Rollen bis 3 m Breite und bis 15 m Länge geliefert wird, sind 1 bis 10 mm. Aluminiumblech wird in verschiedenen Stärken gehandelt.

Draht.

Die Stärke des gewöhnlichen Drahtes beträgt 0,2–12 mm. Das zum Messen der Dicke des Drahtes dienende Instrument ist die Drahtlehre, die wie die Blechlehre konstruiert ist. In der deutsch-österreichischen Millimeter-Drahtlehre entsprechen die Nummern dem Zehnfachen der Drahtdicke in Millimetern, so daß z. B. ein Draht Nr. 30 eine Dicke von 3 mm hat.

Eisendraht aus Schweiß Eisen hat nach der Berliner Baupolizei-Verordnung eine Zugfestigkeit von 1200 kg pro 1 qcm.

Verzinkter Eisendraht wird viel gebraucht.

Der Kupferdraht wird in Stärken bis zu 0,3 mm herab zu Ringen gewickelt. Bleidraht, Aluminiumdraht usw. werden zu den verschiedensten Zwecken benutzt.

Überblick über die Verbands-Grund- und Richtpreise pro 100 kg (Mitte 1920): Aluminiumbleche, Drähte, Stangen 3400 M., Kupferbleche 2865 M., Kupferdrähte, Stangen 2500 M., Kupferrohre o. N. 3128 M., Messingbleche, Bänder, Drähte 2100 M., Messingstangen 1150 M., Messingrohre o. N. 2400 M., Messing-Kronenrohr 3300 M., Tombackbleche, mittelrot, Drähte, Stangen 2800 M., Neusilberbleche, Drähte, Rohre 4500 M., Reinnickelbleche, Drähte, Stangen 10000 M. 1913/14 kosteten 100 kg Kupferdraht etwa M. 200.—.

Metallbearbeitung.

In der chemischen Technik begegnen wir den Metallen nicht nur in Form von Blechen oder Drähten, wir treffen sie noch häufiger im gegossenen oder geschmiedeten Zustand.

Die Kunst des Schmiedens¹⁾ und Gießens spielt deshalb auch für den Betriebschemiker eine wichtige Rolle und er täte gut, sich an Hand von Spezialbüchern oder durch kurzes Praktizieren (s. u.) wenigstens einige Kenntnisse auf diesem und den verwandten Gebieten anzueignen. Die Betriebswerkstätten ganz großer Fabriken sind meistens im Besitz von Einrichtungen für Herstellung kleinerer bis mittlerer Gußteile aus Eisen, Messing usw.; eine Schmiede haben sie natürlich stets. Es kann daher nur empfohlen werden, sich mit den Bezeichnungen der Werkzeuge (Amboß, Vorschlaghammer usw.) und den Bearbeitungsmethoden (Sandformerei, Kokillenguß, Spritzguß usw.) ein wenig vertraut zu machen. Die schon früher vielfach erhobene Forderung der technischen Hochschulen, auch von dem werdenden Chemiker den Nachweis einer kürzeren (3 Monate) Tätigkeit in einer mechanischen Werkstatt zu verlangen, sollte wohl beachtet werden. Die Praxis ist hier der beste Lehrmeister. Die Organisation der großen chemischen Fabriken sieht oft neben einer zentralen Werkstatt für jeden wichtigeren Betrieb eine besondere Reparaturwerkstatt vor. Mit dieser hat natürlich der Betriebschemiker engste Fühlung, und es wird häufig geschehen, daß er sich auch mit Fragen der Magazinierung von Werkzeugen und Geräten, der Ausgabekontrolle usw. zu befassen hat.

Neben den alten Methoden der galvanischen Veränderung der Metalloberflächen oder noch älteren Verfahren, wie sie z. B. durch die Feuervergoldung gekennzeichnet werden, spielen neuerdings die Spritzverfahren eine bedeutende Rolle (z. B. von Schoop in Zürich usw.). Sie beruhen darauf, ein geschmolzenes Metall aus einer Spritzpistole auf den betreffenden Gegenstand aufzuspritzen. Absolute Porenfreiheit, die leider nicht immer vorhanden ist, muß bei Wirkung chemischer Einflüsse in erster Linie verlangt werden. Von sonstigen Veredelungs- und Schutzverfahren ist vor allem die homogene Verbleiung von Wichtigkeit für die chemische Praxis.

Die Verbindung von Metallteilen untereinander kann geschehen

1) C. Oetling, Schmiede und Schmiedetechnik; Berlin 1920.

durch Falzen, Schweißen, Löten, Nieten und Schrauben, je nach der Art der Metalle und dem Zweck der Verbindung.

Falzen. Zur Verbindung dünnerer Bleche tritt das Falzen häufig an die Stelle des Nietens. Es besteht in der Vereinigung der hakenförmig umgebogenen Ränder. Die Festigkeit der Verbindung hängt von der Pressung ab, unter der die Falznaht geschlossen wird. Sie kann selbst einen wasserdichten Abschluß liefern. Je nach seiner Bildung unterscheidet man den einfachen und doppelten und den liegenden und den stehenden Falz.

Schweißen. Die für die chemische Technik in Frage kommenden schweißbaren Metalle sind hauptsächlich das Eisen in der Form des (Guß- und) Schmiedeeisens sowie des Stahls, seltener Platin und Nickel und die anderen erwähnten schweißbaren Legierungen und Metalle.

Die in dem Herdfeuer bis zum beginnenden Schmelzen (Schweißhitze) erhitzten oxydfreien Eisenteile werden auf dem Amboß zu einem einzigen Stücke zusammengeschmiedet, wobei im allgemeinen die Schweißstelle die gleiche Festigkeit wie die übrigen Teile erhält. Die Erzielung dieser Festigkeit ist natürlich beim Zusammenschweißen die Hauptsache und wird teils durch die richtige Ausführung des Schmiedens, teils durch gewisse Zusätze (Schweißpulver) erreicht.

Elektrische Schweißverfahren nach verschiedenen Methoden haben sich für viele Zwecke in die Praxis einführen können.

Das aluminothermische Verfahren von Goldschmidt hat für Zwecke der Metallbearbeitung nur noch eingeschränkte Bedeutung (s. Aluminium).

Autogenes Schweißen. Bei diesem Verfahren schmilzt man mit der wasserstoffreichen Knallgasflamme von etwa 2000° oder der Sauerstoff-Azetylenflamme unter Zuhilfenahme eines Schweißdrahtes die zu vereinigenden aneinanderstoßenden Kanten zusammen. Die ohne Flußmittel sich vollziehende Schweißung eignet sich für Schmiedeeisen, Stahl, manche Sorten Gußeisen, sowie für Kupfer, Silber, Gold, Aluminium und Platin. Die Schweißvorrichtung ist einschließlich Stahlflaschen für die Gase bequem transportabel. Azetylen wird entweder in komprimiertem bzw. gelöstem Zustande mitgeführt oder an Ort und Stelle auf einem Wägelchen mit Gasometer und Entwicklungsapparat aus Kalziumkarbid und Wasser hergestellt. Man vermeide dabei die Verwendung von Kupfer- oder Messingteilen, die mit Azetylen u. U. zu Explosionen Veranlassung geben können. Die Brenner werden verschieden geformt, je nachdem es sich um Schweiß- oder Schneidarbeiten handelt. Erstere gelingen mittels Azetylen-Sauerstoff- (oder Luft), letztere mittels der Wasserstoff-Sauerstoffflamme am besten. Das Auseinanderschneiden kann auch unter Wasser ausgeführt werden.

Löten ist die Vereinigung zweier gleicher oder verschiedener Metalle mittels eines dazwischen gebrachten verflüssigten Metalls, des Lotes. Der Schmelzpunkt des Lotes muß niedriger sein, als der der zu vereinigenden Metalle, und das Lot muß ähnliche chemische Eigenschaften besitzen. Man kann also nicht beliebige Metalle verlöten oder als Lot verwenden.

Die bei niedriger Hitze schmelzenden und keine große Festigkeit besitzenden Lote heißen Weichlot, Schnellot, Weißlot, Zinnlot zum Unterschiede von dem erst bei großer Hitze schmelzenden und demnach auch eine große Festigkeit und Zähigkeit besitzenden Hart-, Streng- oder Schlaglot. Man unterscheidet daher zwischen Hartlöten und Weichlöten.

Für beide Verfahren ist es nötig, daß die Lötstellen der zu verbindenden Gegenstände metallisch rein sind. Dies wird dadurch erreicht, daß die mechanisch gut vorgerichteten Stellen beim Löten selbst mit einem Lötwasser, Löffett oder Lötpulver (Salzsäure, Salmiak, Chlorzink, Kolophonium, Borax, Zyankalium) befeuchtet werden. Ein vielfach gebrauchtes Lötwasser besteht aus einer Auflösung des Lötosalzes — Ammoniumzinkchlorid ($\text{ZnCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$). Diese Mittel entfernen schon gebildetes Oxyd, verhindern eine weitere Oxydation und begünstigen das Anhaften des Lotes. Während beim Weichlöten die zu vereinigenden Teile immer übereinander gelegt werden müssen, gestattet das Hartlöten, die Teile ohne Überdeckung zu vereinigen, indem sie stumpf aneinander gestoßen werden. Sollen Apparate, die schon im Gebrauch gewesen sind, gelötet werden, so sind die betreffenden Teile sehr gründlich zu reinigen, um das Lot festhaften zu lassen, da sie unter der anhaltenden chemischen Beeinflussung oberflächlich oft stark angegriffen sind.

Zum Weichlöten bedient man sich hauptsächlich einer Legierung von Zinn und Blei in den Anforderungen entsprechenden Mischungsverhältnissen. Auch verwendet man Zinn oder Blei allein. Das Lot wird entweder mit Hilfe eines heiß gemachten kupfernen LötKolbens aufgetragen oder mit der Gebläseflamme der Lötlampe in der zu verlötenden Fuge verflüssigt.

Eisen, Stahl, Kupfer und Messing müssen vor dem Löten verzinkt werden. Das Löten von Blei mit Blei erfordert eine gewisse Erfahrung, um die Lötstelle nicht mit der Stichflamme zu verbrennen. Geschickte Bleilöter sind daher gesucht. Der Bleilötprozeß (Blei mit Blei, Wasserstoffflamme) ist, streng genommen, ein autogenes Schweißen. Zum Löten von Stellen, zu denen man selbst mit dem kleinsten Kolben nicht gelangen kann, hilft man sich u. U. mit der Woodschen Legierung.

Um durch Hartlöten eine sehr feste Metallverbindung herzustellen, welche starker mechanischer Gewalt und großer Hitze widersteht, bedient man sich des Kupfers und seiner Legierungen, deren Zusammensetzung sich nach ihrer Schmelzbarkeit, nach der Natur der zu verlötenden Gegenstände und deren Farbe richtet. Die zu vereinigenden Teile werden mit Draht genau miteinander verbunden und im Koks- oder Holzkohlenfeuer glühend gemacht. Das Lot wird gleichzeitig mit dem Lötmedium, meist Borax, in feinkörnigem Zustande auf die Lötstelle gestreut und aufgeschmolzen. Das gebräuchlichste Hartlot ist das Messingschlaglot, ein sehr zinkhaltiges, leichtflüssiges Messing. Ein aus Aluminium, Zink, Kupfer bestehendes Lot dient zum Löten von Aluminiumgegenständen.

Nieten sind Stifte, die zur Verbindung plattenförmiger Körper dienen. Sie werden unterschieden als Festigkeitsnieten (Brückenträger), Verschlußnieten (Wasserreservoir) und solche, die fest und dicht halten müssen (Dampfkessel und Autoklaven). Die Niete (Fig. 1) besteht aus dem Setzkopf *a* und dem Schaft oder Bolzen *b*, dessen Ende nach dem Einziehen in das Nietloch mit dem Schellhammer zu dem Schließkopf *c* verdickt wird. Die gebohrten Nietlöcher geben eine haltbarere Nietung als die gestanzten und sind in bestimmten Fällen vorgeschrieben. Die Nietköpfe werden versenkt (Fig. 2), wenn das Vorstehen derselben aus irgendeinem Grunde hinderlich ist. Bei versenkter Nietung

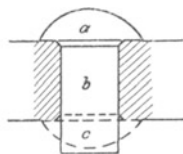


Fig. 1.

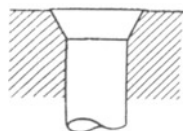
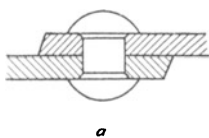
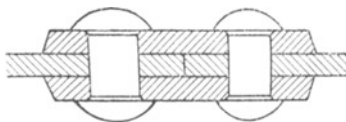


Fig. 2.

wird auch die geringste Blechstärke dicker sein müssen als bei gewöhnlicher. Die Nieten werden je nach ihrer Länge kalt oder warm eingezogen. Sie heißen ein-, zwei- oder mehrschnittig, je nachdem sie in einem, zwei oder mehreren Querschnitten auf Abscherung, d. h. seitliches Zerreißen, beansprucht werden, also 2, 3 oder mehr Platten miteinander verbinden. Bei der Überlappungsnietung (Fig. 3a) — wenn die zu verbindenden Stücke übereinander gelegt werden — ist somit die Nietverbindung einschnittig und bei der Laschennietung (Fig. 3b) — wenn die zu verbindenden Stücke stumpf aneinander



a



b

Fig. 3.

stoßen und durch Laschen verbunden sind — ist sie zwei- oder mehrschnittig. Das Material der Nieten ist Schweißeisen und Flußeisen, für schwache Bleche auch Kupfer. Den Formen und der Stärke der Nieten liegen, ebenso wie der Nietung selbst, je nachdem ob einreihig oder mehrreihig, genaue Berechnungen der Haltbarkeit zugrunde, nach denen die Normen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und des Preußischen Ministerialerlasses vom 25. November 1891 aufgestellt sind. Wenn Nietstellen undicht werden, so bleibt nichts weiter übrig, als sie in der geeigneten Weise, kalt oder heiß, nachhämmern zu lassen oder die Bleche zu verstemmen, d. h. mit einem stumpfen Meißel die Blechränder in der Richtung nach der Nietstelle hin zu bearbeiten.

Im August 1920 hat der „Verein deutscher Nietenfabrikanten“ die Preise für die Tonne Nieten wie folgt festgesetzt:

Stärken	21—31 mm	==	M. 5200.—.
„	18—20	„	== „ 5300.—.
„	16—18	„	== „ 5400.—.
„	15	„	== „ 5500.—.
„	13—14	„	== „ 6200.—.
„	12	„	== „ 6600.—.
„	10—11	„	== „ 6800.—.

Genietet wurde früher ausschließlich mit Hilfe besonderer Niethämmer (Schellhämmer) von Hand, heute erheblich schneller und billiger, wenn angängig und Preßluft vorhanden ist, auf pneumatischem Wege mit sog. Nietpistolen.

Schrauben ermöglichen im Gegensatz zu den bisherigen Verbindungsarten ein willkürliches Lösen ohne Beschädigung der damit verbundenen Teile. Man unterscheidet Befestigungsschrauben mit scharfem Gewinde, sog. scharfgängige Schrauben (Fig. 4 a) und Bewegungsschrauben mit flachem und meist steilerem Gewinde, die flachgängigen Schrauben (Fig. 4 b). Die Gewinde sind in der Regel rechtsgängig. Je nachdem das Schraubengewinde einer oder mehreren Schraubenlinien entspricht, entstehen ein- oder mehrgängige Schrauben. Man unterscheidet den Schraubenkopf und den das Gewinde tragenden Schraubenbolzen.

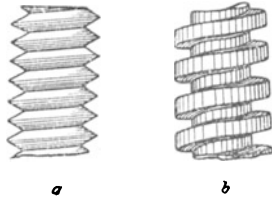


Fig. 4.

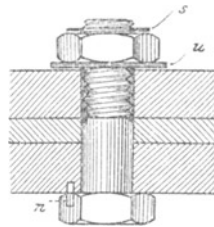


Fig. 5.

Befestigt wird die Schraube mit der gleich dem Kopfe meist sechseckigen Schraubenmutter, unter welcher häufig zur Verminderung der Reibung beim Anziehen eine Unterlegscheibe (*u* Fig. 5) liegt. Sowohl die Schraubengewinde wie die Muttern und Köpfe sind nach allgemeingültigen einheitlichen Normen (Withworthsystem) geschnitten und geformt.

Die Maschinenschrauben haben meist einen sechskantigen Kopf und eine sechskantige Mutter, während Kopf und Mutter der Holzschrauben in der Regel vierkantig sind.

Um das Mitdrehen des Schraubenbolzens beim Anziehen der Mutter mit dem Schraubenschlüssel zu verhindern, wird der Kopf mit einem zweiten Schlüssel gehalten; selten ist der Kopf aus diesem Grunde mit einer Nase (*n* Fig. 5) versehen, weil solche Schrauben Löcher er-

fordern, die mit einer Ausbuchtung, Nuten, versehen sind. Für Verschraubungen, die nicht so sehr eine große Verschußfestigkeit bezwecken als vielmehr eine bequeme Bedienung mit der Hand, sind die Köpfe und Muttern mit Lappen als Flügelschrauben ausgestaltet. Um das Lockern der Schrauben zu verhindern, was bei anhaltenden Erschütterungen der Verschraubungen eintreten kann, schraubt man zur Erhöhung der Reibung im Gewinde noch eine zweite »Kontremutter«, Gegen-, Doppel-, oder Stellmutter, auf die erste, oder man steckt unmittelbar über der Mutter einen Splint (s Fig. 5) oder Keil in den Schraubenbolzen. Damit andererseits aber die Muttern nicht auf der Schraube festrostet oder so fest sitzen, daß man sie beim Abdrehen möglicherweise abwürgen könnte, schmiert man das Gewinde — mit Petroleum oder Graphit — vorher ein. Dieses sollte noch viel mehr zur Gewohnheit werden, da es das Aufschauben und spätere Abschrauben in jedem Falle ganz bedeutend erleichtert.



Fig. 6.

Abarten dieser gewöhnlichen typischen Schraubenform sind: die Stiftschraube ohne Kopf; die Holzschraube besitzt einen konischen Bolzen und ist sehr scharfgängig; die Form Ankerschraube, Fundament- oder Steinschraube ist aus Fig. 6 ersichtlich.

Die Schrauben werden meistens aus bestem Schmiedeeisen gefertigt, doch werden namentlich Holzschrauben, aber auch die gewöhnlichen Mutterschrauben nicht selten aus Messing oder Bronze hergestellt, z. B. in allen Fällen, wo es auf Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und andere Einflüsse ankommt (Küfergefäße usw.). Die zur Befestigung der Schrauben dienenden Schlüssel sind in der Regel als Doppelschlüssel für zwei verschiedene Größen gebaut. Schlüssel mit verstellbarer Öffnung, die für alle Schrauben passen, werden Universal-schraubenschlüssel, auch »Engländer« oder »Franzosen« genannt. Zur Bewegung der Holzschrauben mit geschlitztem Kopf gehört natürlich der bekannte Schraubenzieher. Als Material der Schraubenschlüssel ist guter Stahl am geeignetsten. Die billigen Fabrikate aus weichem Eisen nutzen sich sehr schnell ab. Sie lehren sich aus und rutschen von der Schraube, wodurch sie Ursache zu Handverletzungen werden können.

Ein Beispiel für die enorme Preissteigerung z. B. der Werkzeugmaschinen nachstehend: Der Preis für eine Drehbank von 350 mm Spitzenhöhe und 3000 mm Spitzenweite betrug Mitte 1920 freibleibend rund 70 000 M. = rd. M. 15, -- pro Kilo; 1914 wurde dafür nur M. 0,70 angesetzt!

Keramisches und verwandtes Material.

Glas. Mit der wechselnden Zusammensetzung ändern sich auch seine Eigenschaften. Am weichsten sind Bleigläser, bedeutend härter Kalk-, Natrongläser und noch härter Kaligläser. Mit dem Kieselsäuregehalt wächst die Härte, welche auf der Oberfläche immer größer ist,

als im Innern, deshalb sind z. B. polierte Spiegelscheiben weniger widerstandsfähig als nicht polierte. Die Sprödigkeit des Glases kann durch ganz allmähliches Abkühlen vermindert werden. Der Widerstand des Hohlglases gegen äußeren Druck ist bedeutend größer, als gegen inneren und die Zerdrückfestigkeit ist etwa 10 mal so groß, als die Zerreißfestigkeit. Glasapparate zum Erhitzen von Flüssigkeiten müssen eine gleichmäßige Wandstärke besitzen. Für Vakuum bestimmte Glasgefäße sind vor der Ingebrauchnahme unter Beobachtung der erforderlichen Sicherheitsmaßregeln auf ihre Haltbarkeit zu prüfen und im Gebrauch mit geeigneten Schutzhüllen zu versehen. Löcher werden leicht mit einer Rundfeile unter Befeuchten mit Terpentinöl oder Petroleum gebohrt. Glasröhren werden am sichersten mit der Schnur geschnitten, indem zu beiden Seiten der zu trennenden Stelle feucht gehaltenes Fließpapier gewickelt und der freibleibende 2–3 mm breite Ring in der Gasflamme erhitzt und dann durch Anspritzen abgeschreckt wird.

Spez. Gewicht 2,5. Wärmeleitung 0,19 (Ag = 100). Druckfestigkeit 75 kg pro 1 qcm. Linear-Ausdehnungskoeffizient 0,00000861.

Das für chemische Zwecke verwendete Glas soll gut gekühlt und dadurch widerstandsfähig gegen Temperaturwechsel und möglichst indifferent gegen chemische Einflüsse sein. Das Natronkalkglas übertrifft das Kalikalkglas bei weitem an Widerstandsfähigkeit gegen Wasser, Säuren und Alkalien, ist aber bedeutend leichter schmelzbar.

Das Hart- oder Vulkanglas ist charakterisiert durch größere Elastizität und erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Stoß, Schlag und plötzlichen Temperaturwechsel. Dagegen zerspringt es aber auch sehr leicht beim Ritzen, ja selbst ohne irgendeinen erkennbaren äußeren Einfluß. Das Schottische Verbundglas hat sich gegen schroffen Temperaturwechsel als sehr widerstandsfähig erwiesen, so daß seine Verwendung zu Lampenzylindern, Kochflaschen, Abdampfschalen, Wasserstandsröhren recht verbreitet ist.

Thüringer Glas ist ein leicht schmelzbares Glas, das in Form von Glasröhren und Glasstäben in chemischen Laboratorien viel gebraucht wird.

Drahtglas sind Glasplatten, in denen ein weitmaschiges Eisendrahtgewebe eingebettet ist. Dadurch erhalten sie eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Druck und Stoß, überdies zerstören Risse und Brüche den Zusammenhalt der Glasmasse nicht und Verletzungen durch abspringende Scherben werden verhindert. Mit Rücksicht auf diese Eigenschaften findet das Drahtglas Verwendung für Dachbedeckung und zur Herstellung von lichtdurchlässigen Fußböden, als Schutzhülle für Wasserstandsgläser, für Metallfenster u. dgl. weitgehend Verwendung. Es wird hergestellt in Stärken von 8–60 mm.

Quarz. Der geschmolzene Quarz (Bergkristall, Schmelzp. 1700°) wird als sehr widerstandsfähiges Apparatebaumaterial hoch geschätzt. Während die glasklar-durchsichtigen Flüsse in erster Linie für Laboratoriumsgeräte Anwendung finden (Firmazit), benutzt die Industrie die aus geschmolzenem Quarzsand hergestellten, milchweißen, silber-

glänzenden, außen rauhen, innen glatten und undurchsichtigen Gläser (Vitreosil usw.). Der sehr reine Quarzsand wird zu ihrer Fabrikation auf elektrischem Wege eingeschmolzen. Ihr spez. Gewicht beträgt 2,2, der Schmelzpunkt liegt bei 2000°, die Ausdehnung in der Wärme ist nur 0,0005 für 1000°, d. h. etwa $\frac{1}{16}$ derjenigen des Geräteglases.

Quarzglas verträgt außerordentlich hohe Temperaturen. Man kann es unbedenklich glühend heiß mit eiskaltem Wasser zusammenbringen. Es ist dagegen, namentlich als Firmazit, sehr empfindlich gegen Oxyde, so daß als Regel gilt, Quarzglas, das hoch erhitzt werden soll, sehr sorgfältig zu reinigen und nie mit der Hand anzufassen, da diese geringe Mengen Alkali überträgt. Reine Metalle, z. B. Gold, Silber usw. können andererseits unbedenklich in Quarzriegeln eingeschmolzen und sogar daraus destilliert werden.

Vitreosil ist säurefest und temperaturbeständig, doch soll es nicht längere Zeit hindurch bei Temperaturen über 1200° benutzt werden, da es sonst entglast.

Andere hochfeuerfeste Gläser sind Siloxyd, Zirkonglas und Titanglas. Quarzglasschälchen von etwa 200 ccm Inhalt kosteten vor dem Kriege M. 30.— pro Stück, Quarzgutschalen von 460 mm Durchmesser etwa M. 47.— bis 57.—.

Die große Zerbrechlichkeit der Quarzapparate veranlaßte die Industrie, nach säurebeständigen Metallegierungen zu suchen, wie sie jetzt in Ferrosiliziumgüssen, in Chromnickelstählen, im V_2A -Metall usw. gefunden sind.

Porzellan und Ton. Alle Tonwaren, wie Porzellan, Töpfergeschirr, Schamotte-, Back-, Ziegelsteine, Lehm enthalten als Grundmaterial Tonerde und Kieselsäure. Die besonderen Arten werden teils durch natürlich vorkommende Beimengungen, teils durch absichtlich zugefügte Zuschläge erhalten. Wenngleich genaue Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Schmelzbarkeit der Tone nicht ermittelt sind, so gilt doch im allgemeinen, daß die Feuerfestigkeit von der Bildung der Doppelsilikate abhängig ist. Reines Tonerdesilikat ist in gewöhnlichem Feuer unerschmelzbar und wird noch schwerer schmelzbar, je mehr Tonerde es enthält. Kommt dazu Magnesium, Kalk, Eisen, Kali oder Natron, so nimmt die Schmelzbarkeit stetig und um so stärker zu, je mehr gleichzeitig der Kieselsäuregehalt wächst. Die Wärmeleitung des Tones ist gering, die Strahlung wesentlich größer.

Das **Porzellan** ist unter allen Tonwaren das festeste Material. Es entsteht durch Brennen einer Mischung schmelzenden Quarzes und Feldspates mit unerschmelzbarem Kaolin und durch abermaliges Brennen nach dem Glasieren. Es ist eine weiße, durchscheinende, klingende, harte, auf dem Bruche gleichartige, feinkörnige Masse. Die Glasur ähnelt der Grundmasse und wird mit dem Garbrennen in einer Operation eingebrannt. Deshalb erscheint das Porzellan auf dem Bruche einheitlich zum Unterschiede von den übrigen Tonwaren, deren Bruchflächen verschiedene Dichtigkeiten zeigen.

Die hohe Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse und schroffen Temperaturwechsel machen das Porzellan zu einem geschätzten

Material für Gefäße und chemische Apparate. Seine Qualität ist zugleich ein Maßstab für die Brauchbarkeit zu chemischen Zwecken, Glasur und Masse bestimmen in ihrer Zusammensetzung und Verschmelzung den Grad der Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkung und hohe Hitzegrade.

Fehler des Porzellans offenbaren sich in dem Abblättern, Abspringen und Haarrissigwerden der Glasur. Ein Abblättern wird leichter eintreten, wenn ein fertig gebildetes Glas zur Glasurbildung auf den Scherben gebracht wird, als wenn die Glasbildung erst auf dem Scherben stattfindet. Das Haarrissigwerden und das gewaltsame Abspringen der Glasur erklären sich durch die ungleiche Ausdehnung dieser und des Scherbens.

Die in der chemischen Industrie vielfach verwendeten gewöhnlichen Tonwaren bestehen hauptsächlich aus plastischem Ton, gemengt mit feinem Sand oder gemahlener Scherben gebranntem Steinzeuges. Die halb verglaste Masse besitzt geringere Feuerbeständigkeit und verträgt plötzlichen Temperaturwechsel nicht, ist aber von beträchtlicher chemischer Beständigkeit. Ungenügend glasierte oder zu wenig dichte Tongefäße saugen Flüssigkeiten und Lösungen auf und können von angenommenem Geruch nur sehr schwer gereinigt werden.

Die aus Porzellan und Ton hergestellten Apparate sollen mit Rücksicht auf ihre Sprödigkeit auf weichen, elastischen Unterlagen (Filz u. dgl.) ruhen und werden in vielen Fällen, um ihre Festigkeit zu erhöhen, mit eisernen Gurten, Bändern u. dgl. armiert. Große Ton-schalen können auch an ihren hervorstehenden Rändern aufgehängt oder ganz in Sand oder dgl. gebettet werden. Läßt man diese Vor-sichtsmaßregeln außer acht, so kann man, besonders, wenn die Gefäße häufigen Erschütterungen (durch Kochen) ausgesetzt sind, keine großen Ansprüche an ihre Lebensdauer stellen.

Der Kaolin, Tonsand, wird wegen seines hohen, über 1800° liegenden Schmelzpunktes zur Herstellung feuerfesten Mörtels verwendet.

Lehm ist eine Mischung von eisenhaltigem Ton mit Sand, bis- weilen auch Kalk. Macht letzterer einen großen Prozentgehalt, über 30% darin aus, so heißt der Lehm Mergel. Ein über 50% Sand haltender Lehm wird mager, ein solcher mit weniger als 40% fett genannt. Lehm fühlt sich weniger fett an, als Ton und schwindet beim Trocknen auch weniger, als dieser, weil er eine geringere Wasser- bindekraft besitzt. Er wird hauptsächlich als Mörtel für Ofenbauten gebraucht, die nur geringe Hitze entwickeln. Durch Nässe wird er aufgeweicht.

Spez. Gewicht des gebrannten Tons 1,8–2,6. Wärmeleitung 0,160 (Ag = 100).

Kalk und Kalkmörtel. Fetter Kalk, auch Weißkalk, Ätzkalk genannt, entsteht durch Löschen von gebrannten Kalksteinen, welche wenig Silikate, dagegen 90–99% kohlensauren Kalk enthalten, 1 cbm fetter Kalk nimmt 4–6 cbm Sand auf und gibt damit 4–6 cbm Mörtel. Magerer Kalk entstammt den Kalksteinen, die 15–20%

Silikate enthalten, und hydraulischer Kalk solchen mit einem 30% übersteigenden Silikatgehalt. 1 cbm gebrannter Kalk gibt $1\frac{3}{4}$ cbm gelöschten Kalk. Das Löschen des Kalkes soll bei hoher Temperatur erfolgen; ein dabei eintretender Wassermangel hat ein Verbrennen des Kalkes zur Folge, während zu viel Wasser ihn träge löscht und ersäuft. Neuerdings verwendet man in der chemischen Industrie auch Kalklöschapparate.

1 cbm Weißkalk kostete vor 1914=11—12 M., ungelöschter Kalk 1.60—2.30 M. pro 100 kg. Am 1. August 1920 berechneten demgegenüber die Kalkwerke Rheinland-Westfalens bei Abgabe an Händler den Doppelwaggon Wasserkalk mit M. 1225—1275.—, d. s. für 100 kg rund M. 6.25. Wasserkalk oder Zementkalk wird ein toniger gebrannter Kalk genannt, der sich noch in Stücken löschen läßt.

Der Mörtel dient zur Verbindung von Mauersteinen und zum Verputzen (Luft-, Wasser- oder Zementmörtel) von Mauern.

Der Luftmörtel, Kalk- oder Kalksandmörtel besteht aus 1 Teil gelöschtem Kalk, 2—4 Teilen Sand und Wasser. Guten Mörtel liefert ein fetter, d. h. magnesia- und tonfreier Kalk. Der beigemengte Sand soll ein scharfkantiges, gleichmäßiges Korn haben und frei von Lehm, Ton und Humuszusätzen sein. Gewöhnlicher Mauerkalk besteht aus 1 Teil Weißkalk und 4 Teilen Sand. Der Zusatz von Sand geschieht nicht nur aus ökonomischen Gründen, sondern auch, um ein gleichmäßiges und nur wenig schwindendes Bindemittel zu erhalten. Kalk allein würde schwinden, zerreißen und zerklüften. Das Erhärten des Mörtels beruht auf Karbonatbildung nach vorausgegangener Verkittung der Sandkörner und wird begünstigt durch den Druck der Steine. Es dauert so lange, wie noch Kalkhydrat und Wasser vorhanden sind. Beschleunigt kann es werden durch Kohlensäurezufuhr — daher das Aufstellen der Kohlenbecken in Neubauten, in denen u. U. mit Salpeter getränkte Kohle verbrannt wird — nicht aber durch Austrocknen allein, vielmehr würde dadurch eine bröcklige, wenig bindende Masse erhalten werden. Die große Härte alter Mauerwerke soll ihren Grund in dem allmählichen Übergang des amorphen kohlensauren Kalkes in die kristallinische Form und in der teilweisen Kalksilikatbildung haben. Kalksandsteine, aus Kalk und Sand hergestellt, werden manchmal benutzt.

Der Mitteldeutsche Kalkbund verkaufte Stückenkalk Mitte 1920 zu M. 200.— pro t.

Hydraulischer Kalkmörtel ist ein Luft- und Wassermörtel. Er besteht aus 1—2 Teilen Sand und 1 Teil hydraulischem Kalk, der aus einem Kalkstein mit über 30% Silikat gebrannt ist. Das Abbinden tritt bei ihm sofort ein. Seine Anwendung erscheint geboten bei Arbeiten, die ein Erhärten im Wasser oder stark feuchter Luft erfordern.

Zement und Zementmörtel. Die Zemente sind geglühte, pulverisierte Silikate, die unter dem Einfluß von Wasser zu einer steinharten Masse werden. Den besseren Zement liefert ein Mergel mit 20—25% Ton, und je dichter und fester dieser ist, um so mehr wird

es auch der Zement. Es existieren natürlich vorkommende Zemente; diese enthalten wenig oder gar keinen Kalk. Von den künstlichen Zementen enthält der Romanzement überschüssigen, freien Ätzkalk und steht dem hydraulischen Kalk nahe. Der Portlandzement ist reich an chemisch gebundenem Ätzkalk und ist ein Produkt von grünlich-grauer Farbe entstanden durch Brennen (bis zur Sinterung) einer innigen Mischung von Kalk und tonhaltigen Materialien (als den wesentlichsten Bestandteilen) und darauffolgender Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit. Aus der Hochofenschlacke erhält man Eisenportland- und Hochofenzemente, die bei richtiger Herstellung dem gewöhnlichen Portlandzement für viele Verwendungszwecke nicht nachstehen. Der Portlandzement ist dichter, als der Romanzement, gibt daher auch einen dichteren und festeren Mörtel und absorbiert weniger begierig Kohlensäure und Wasser. Er besitzt eine größere Bindekraft und Festigkeit. Ein hoher Tongehalt verursacht ein schnelles Binden, ein hoher Kalkgehalt verlangsamt es. Zur vollkommenen Erhärtung des Zements muß er während des Erhärtungsprozesses genügend naß gehalten werden; lauwarmes Wasser gibt größere Festigkeit. Im Sommer bindet der Zement schneller als im Winter; er muß aber vor der Einwirkung der direkten Sonnenstrahlen geschützt werden, da er sich sonst ungleich ausdehnen und die gefürchteten Schwindrisse erhalten würde. Ein gut erhärteter und abgebundener Zement kann Temperaturen von 200—300° ohne Bedenken ausgesetzt werden, sowie die stärkste Kälte vertragen. Ein geringer Gipszusatz hat ein stärkeres Ausdehnen des Zements zur Folge, der an und für sich nicht treiben darf, vielmehr eher etwas schwinden soll. Ein Zusatz von gebrannter Magnesia erhält einen Zement mit hohem Sandzusatz noch bindefähig und verhindert die Bildung von Haarrissen an der Luft.

Außer zur Mörtelbereitung für Wasser- und Landbauten dient der Zement zur Herstellung von künstlichen Steinen und Formstücken, von Kristallisiergefäßen und Schalen für die chemische Industrie, sowie zur Fabrikation von Kanalisations- und anderen Röhren. Diese letzteren sind ihrer Solidität, Indifferenz gegen viele Chemikalien und bequemen Verlegbarkeit wegen vielfach für Abwässerungskanäle geeignet. Sie werden in runder und in Ei-Form in 1 m langen Stücken bis zu einem Durchmesser von über 1 m hergestellt.

Gegen saure Fabrikabwässer ist der Zementmörtel sehr widerstandsfähig, wenn er fett, d. h. arm an Sand ist. Im übrigen sind auch säurefeste Spezialmischungen im Handel zu haben.

Von Spiritus wird Zement durchdrungen. Gasförmige Kohlensäure wirkt nicht auf ihn ein, wohl aber sind kohlensäurereiche Wässer schädlich. Magnesiumchlorid und Sulfate sind dem Zement sehr gefährlich.

Mit Rücksicht auf die vielfache Verwendung des Zements als Material für Maschinenfundamente ist die Tatsache zu erwähnen, daß ein anhaltend mit fettem Öl durchtränkter Zement nach und nach ganz zerbröckelt; daher geschieht das Auffangen des Schmieröls in

Blechuntersätzen nicht nur aus Gründen der Reinlichkeit. Als während der Kriegszeit starker Mangel an Dichtungsmaterial herrschte, hat Zementbrei auch zum Verpacken von Dampf- usw. Leitungen gedient.

Als Zementmörtel kommt reiner Zement, der trocken und zugfrei aufbewahrt werden muß, nur dann zur Verwendung, wenn besondere Dichtigkeit, Härte und Glätte verlangt werden. Im allgemeinen erhält er Zusätze von Sand und Kies. Ein solcher aus 1 Teil Reinzement und 1 bis 2 Teilen Sand bestehender Mörtel wird verarbeitet, wenn große Ansprüche an Widerstandsfähigkeit, Zug- und Druckfestigkeit und auch an Wasserdichtigkeit gestellt werden, z. B. zu Maschinenfundamenten und zu in Grundwasser liegenden Keller- und Fundamentmauern. Die Mischung von 1 Teil Reinzement und 3 Teilen Sand liefert den gebräuchlichsten Zement, der allen billigen Anforderungen entspricht. „Verlängerter Zementmörtel“ enthält auf 1 Teil Reinzement 5—6 Teile Sand und 1 Teil Kalkbrei.

Der Zementmörtel wird durch inniges Mischen (Mischmaschinen) von Sand und Zement und durch allmähliches Zugeben von Wasser bis zur Bildung eines steifen Breies hergestellt und muß bald nach seiner Anmischung verbraucht werden, da ein erstarrter Mörtel nicht mehr verwendbar ist. Geeignet ist Sand von allen Korngrößen, der von erdigen Beimengungen frei ist. Ein mit sehr feinem Sand gemischter Zement erhärtet langsam und bleibt porös, büßt also an Festigkeit ein.

Beton ist ein Gemenge von hydraulischem Mörtel mit Steinbrocken und enthält ungefähr 1 Reinzement, 3 Sand und 4 Teile geschlagene Steinbrocken. Zur Erzielung einer guten Festigkeit müssen die Zusätze frei von Erde, Lehm und sonstigen Verunreinigungen sein, auch darf zu seiner Anmischung nicht zuviel Wasser Verwendung finden. Jeder Beton soll gestampft werden.

Als Ersatz für Mauerwerk eignen sich die Beton- und Eisenbetonbauten (Monierbau) vorzüglich und haben zudem den Vorzug vor jenen, etwa 25 % billiger zu sein und sich auch im Winter ausführen zu lassen. Deshalb sind sie für Industriezwecke besonders geeignet. Für Luft sind sie allerdings sehr wenig durchlässig.

Eine besondere dünnbreiige Mischung führt den Namen Gußbeton und wird zur Herstellung von Trögen, Röhren u. dgl. benutzt. Im modernen Fabrikbau verwendet man vielfach Beton zur Herstellung von Wänden, Decken und Fußböden oder zur Umkleidung eiserner Konstruktionsteile (Säulen, Träger, Dachbinder usw.) in solchen Räumen, in denen Säuredämpfe und starke Brüden auftreten.

Traß gehört zu den natürlichen Zementen und ist eine Bimsteinart. In Verbindung mit Kalkbrei und Sand liefert er einen hydraulischen Mörtel. In fester Form findet er als Backofenstein Verwendung.

1 l Zementpulver wiegt 1,2—1,4 kg. 100 kg Romanzement kosteten vor 1914 etwa 3,60—4,50 M. und Portlandzement 5 M. 1 cbm Beton wiegt an 2400 kg und kostete 11—24 M.

Die Preisentwicklung für Zement zeigt folgende Tabelle (für 10 t ab Werk ohne Verpackung):

	für Staatsaufträge	für Privataufträge
Bei Kriegsausbruch	M. 350.—	M. 350.—
1. Januar 1917 (Eintritt behördlicher Preisregelung)	„ 430.—	„ 430.—
Seit 1. 10. 1918	„ 735.—	„ 760.—
„ 1. 4. 1919	„ 885.—	„ 910.—
„ 1. 5. „	„ 1035.—	„ 1060.—
„ 1. 8. „	„ 1465.—	„ 1535.—
„ 1. 10. „	„ 1553.—	„ 1603.—
„ 1. 12. „	„ 1592.—	„ 1662.—
„ 1. 4. 1920	„ 3991.—	„ 4061.—
„ 1. 8. „	„ 3330.—	„ 3400.—

Back-, Ziegel- oder Mauersteine bestehen aus unreinem, gefärbtem, mehr oder weniger sandigem Ton. Sie werden ebenso wie Klinker, Dachziegel oder Schamottesteine durch Brennen des in teigigem Zustande geformten Materials dargestellt. Sie sind klingend, leicht ritzzbar und leicht schmelzbar.

Von normal beschaffenen, für Bauzwecke verwendbaren Ziegelsteinen verlangt man folgendes: Sie sollen gerade Flächen und keine oder nicht große Steine, Risse und Höhlungen in sich haben. Trotz eines lockeren, porösen Gefüges wird eine solche Härte und Festigkeit gefordert, daß sie sicher unter dem Hammer in der Richtung des Schlages zerbrechen. Nicht behaubare Steine sind nicht homogen und dauerhaft. Ferner sollen sie für Mörtel hinreichende Adhäsion besitzen, frostbeständig sein und unter dem Einfluß von Feuchtigkeit und Kälte weder abblättern noch abbröckeln.

Der deutsche Normalziegel ist 250 mm lang, 120 mm breit und 65 mm hoch. Sein Gewicht beträgt etwa 3 kg. Eine Waggonladung von 10 000 kg enthält $4\frac{3}{4}$ cbm Ziegelsteine. Eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Wand rechnet man zu 130 mm, eine 1 Stein starke Wand zu 250 mm; für jeden weiteren halben bzw. ganzen Stein Mauerstärke werden 120 mm bzw. 250 mm für den Stein und 10 mm für die Fuge hinzugerechnet. 13 Schichten Ziegelsteine bilden 1 m Mauerwerk, d. h. die Höhe einer Ziegelstein- und Mörtelschicht beträgt durchschnittlich 77 mm.

An Ziegeln und Mörtel erfordert nach einem Preuß. Minist.-Erlaß 1 cbm volles Ziegelmauerwerk: 400 Ziegel und 280—300 l Mörtel. Für 1 qm einer $\frac{1}{2}$ Stein starken Ziegelmauer ohne Öffnungen werden 50 Ziegel und 35 l Mörtel verbraucht, so daß z. B. 1 qm einer 2 Stein starken Mauer das Vierfache verlangt. Man kann sagen, daß pro Ziegelstein $\frac{3}{4}$ l Mörtel im Mauerwerk verwendet werden müssen.

Die zulässigen Beanspruchungen auf Druck betragen für 1 qm Ziegelmauerwerk nach der Berl. Baupoliz.-Verordn. für gewöhnliches Ziegelmauerwerk 7 kg, für Ziegelmauerwerk mit Zementmörtel 11 kg.

für bestes Klinkermauerwerk 12—14 kg, für Mauerwerk aus porösen Steinen 3—6 kg, für Kalksteinmauerwerk mit Kalkmörtel 5 kg, für Sandstein je nach Härte 15—30 kg und für Rüdersdorfer Kalkstein in Quadern 25 kg.

Die für den Ziegelsteinverband notwendigen, aus einem Vollsteine hergestellten Bruchteile eines Ziegels, sogen. Quartierstücke (Fig. 7 a, b, c, d). führen folgende Bezeichnungen:

Dreiquartier	im Formate	19 : 12 : 6,5 cm	(Fig. 7 a)
Zweiquartier (Halbstein)	„ „	12 : 12 : 6,5 „	(„ 7 b)
Einquartier	„ „	6 : 12 : 6,5 „	(„ 7 c)
Riemenstück	„ „	25 : 6 : 6,5 „	(„ 7 d)

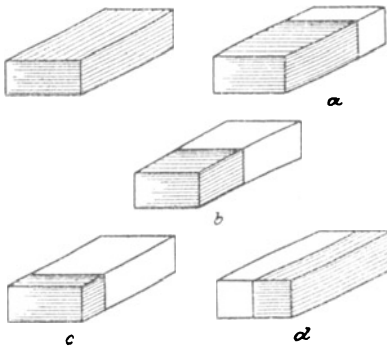


Fig. 7.



Fig. 8.

Ein Mauerstein heißt Läufer, wenn seine lange Seite in der Längsrichtung der Mauer liegt, und Binder, wenn seine breite Seite oder sein Kopf in der Mauerfläche erscheint, d. h. wenn er mit seiner Länge in der Mauer bindet. Hochkant stehende Steine mit dem kleineren Querschnitt in der Mauerfront bilden eine Rollschicht (s. Fig. 8).

Die horizontalen Mörtelfugen heißen Lagerfugen, während die vertikalen Stoßfugen genannt werden.

Von den verschiedenen Mauersteinverbänden seien, außer dem Schornsteinverband, der Blockverband als der gebräuchlichste und der Kreuzverband als der beste genannt. Der Schornsteinverband ist bei $\frac{1}{2}$ Stein starken Mauern, z. B. für die Ausmauerung von Fachwerkwänden, üblich. Er besteht aus lauter Läufern. Das Charakteristische des Blockverbandes sind abwechselnde Läufer- und Binderschichten ohne versetzte Stoßfugen der Läuferschichten (Fig. 9), während bei dem Kreuzverband, bei dem die Ziegelschichten innig ineinandergreifen, die Läuferschichten mit den Binderschichten unter Versetzung der Fugen abwechseln (Fig. 10). Ohne auf die für die verschiedenen Mauerverbände geltenden Regeln über die Schichtenlagerung einzugehen, mag nur bemerkt sein, daß im Innern der Mauer nie Stoßfuge auf Stoßfuge fallen darf. Gewöhnliche Ziegelsteine kosteten vor dem Kriege 24—30 M. pro 1000 Stück, 1920 das zehnfache.

Klinker sind aus besserem Material hergestellte, sehr scharf, bis zur halben Verglasung, gebrannte, überaus feste, gesinterte Backsteine von etwas kleineren Abmessungen.

Dachziegel verlangen einen kalkärmeren und sorgfältiger zubereiteten Ton. Sie dürfen von Wasser nicht durchdrungen werden, sonst fault das darunter liegende Holzwerk. Genügende Dicke und hinreichende Festigkeit, verbunden mit Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse, werden verlangt.



Fig. 9.

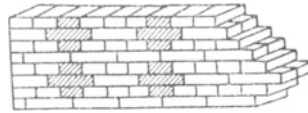


Fig. 10.

Schamottesteine sind feuerfest und bestehen gewöhnlich aus $\frac{2}{3}$ Kieselsäure und $\frac{1}{3}$ Tonerde. Sie werden überall da angewendet, wo andere Steine schmelzen, also bei Ofenbauten für starke Feuerungen, bei der Fabrikation von Schmelzriegeln und für andere metallurgische Zwecke. Sie müssen raschen Temperaturwechsel aushalten und fest genug sein, um starken Druck ertragen zu können. Die Erweichung und Schmelzung eines dem Feuer ausgesetzten Steines ist, außer dem hohen Hitzegrade an sich, auch dem Umstande zuzuschreiben, daß die angreifenden Stoffe, wie Flugasche, alkalische Dämpfe, schmelzende Alkalien und Metalloxyde, wie Flußmittel wirken.

Die Schamottesteine werden im Normalformat der Ziegelsteine zu 4 kg, in englischem Format von $225 \times 110 \times 63$ mm zu 2,9 kg und als Neun-Zöller: $235 \times 117 \times 65$ mm zu 3,3 kg hergestellt.

Normalschamottesteine kosteten 1914 pro 1000 Stück 100 bis 110 M., 1920 das zehnfache; Schamottemehl wurde 1914 mit 2,40 M. für 100 kg verkauft.

Die Masse der Graphittiegel besteht aus 1 Teil Ton und 1 bis 2 Teilen Graphit. Der Zusatz des letzteren erhöht die Feuerbeständigkeit und vermindert die beim Brennen auftretende Neigung zum Schwinden und Reißen. Außerdem wirkt er schützend und reduzierend auf das eingeschlossene Metall, indem er die oxydierenden Gase fernhält, die sonst durch die Poren des Tiegels in das Innere desselben eintreten könnten.

Sand. Der Bausand bildet den Hauptbestandteil des Mörtels, er besteht hauptsächlich aus Quarz. Er soll scharfkantig, feinkörnig und frei von Salzen, Ton und Pflanzenstoffen sein. Der Herkunft nach ist zu unterscheiden: Quellsand, Flußsand, Seesand und Grubensand. Die ersten beiden geben die besten Sorten, während der Seesand häufig Salze enthält, die für den Mörtel ebenso nachteilig sind, wie die bisweilen im Grubensand vorhandenen Verunreinigungen durch Erde, Lehm und Humus. Sogen. Flugsand ist unbrauchbar.

Das spez. Gewicht des trockenen Sandes ist 1,4–1,6, das des nassen 2,0. Eine Waggonladung zu 10 t enthält 10,5 cbm trockenen oder 5,5 cbm nassen Sand. Wärmeleitung 0,07 ($\text{Ag} = 100$).

1 cbm kostete 1914 je nach Güte 1–2 M.; Kies 4 M.

Sandstein hat ein spez. Gewicht von 2,2–2,5. Die Festigkeit des roten Sandsteins ist auf 15 kg und die des hellen auf 30 kg pro 1 qcm nach der Berl. Baupol.-Verordn. normiert. Mit der Farbe schwankt der Preis erheblich.

Marmor hat ein spez. Gewicht von 2,5–2,8. Seine Festigkeit ist nach der Berl. Baupol.-Verordn. auf 24 kg pro 1 qcm angesetzt.

Kalkstein hat dem Marmor ähnliche Eigenschaften, mit dem er ja auch gleich zusammengesetzt ist. Er bildet nicht nur ein wertvolles Baumaterial, sondern liefert auch durch Brennen den für Bauzwecke viel verwendeten Kalk.

Tonschiefer ist von blauer bis rötlicher Farbe und bildet ein inniges Gemisch von Quarz, Glimmer, auch Feldspat und Eisenoxyd. Bei einem spez. Gewicht von 2,7 wiegt z. B. eine 20 mm dicke Platte von 1 qm etwa 54 kg. Seine Indifferenz gegen Chemikalien bei leichter Bearbeitung bewirkt, daß er häufig zum Belegen von Tischen und Bekleiden von Wänden, welche säurefest sein sollen, Verwendung findet.

Granit besteht aus Quarz, Feldspat und Glimmer. Er hat ein spez. Gewicht von 2,5–3. Seine zulässige Druckbeanspruchung beträgt 45 kg für 1 qcm. Der Preis ist sehr verschieden und richtet sich nach der Größe der Stücke. Er wird vielfach in der Säureindustrie als Bau- und Füllmaterial für Riesel und Kondensationstürme verwendet. Man beachte dabei, daß durchaus nicht alle Granitsorten auf die Dauer säurebeständig sind und orientiere sich durch einen Vorversuch im Laboratorium.

Basalt, aus Augit, Feldspat und Magneteisen bestehend, läßt sich seiner großen Härte wegen nur sehr schwer bearbeiten und wird hauptsächlich für Wasserbauten verwendet. Bei einem spez. Gewicht von 2,8–3,2 hat er eine Druckfestigkeit von 75 kg pro 1 qcm.

Serpentin ist von blaugrüner, fleckiger Farbe und läßt sich, frisch gebrochen, sehr leicht bearbeiten, wird aber an der Luft hart. Wegen seiner Feuerbeständigkeit wird er zu Schmelzofenanlagen verwendet.

Dinassteine sind aus reinem Quarz mit geringen Mengen von Bindemitteln hergestellte Ziegel von weißer Farbe und außerordentlicher Feuerbeständigkeit. Sie widerstehen den höchsten Hitzegraden und werden deshalb zum Ausfüttern von Glas- sowie Porzellanöfen und von Feuerherden der Schweißöfen benutzt. In Berührung mit bleihaltigen und alkalischen Körpern schmelzen sie.

Gips, gebrannter schwefelsaurer Kalk, findet ausgedehnte Verwendung auf Grund seiner Eigenschaft, sich mit Wasser zu einem plastischen Brei anrühren zu lassen, der sehr bald unter Volumenvergrößerung erstarrt. Das Erstarren kann durch Zufügung von Eibischwurzelpulver (bis 8 %) verzögert werden; mit diesem Zusatz vermengt, wird der Gips erst nach einer Stunde fest und erhält dann

eine große Härte. Über 200° erhitzter, »totgebrannter« Gips hat die Fähigkeit, mit Wasser einen erhärtenden Brei zu geben, verloren. In Gips gebettetes Eisen rostet stark. Um den erhärteten Gips aus dem Gefäße leicht herauszubekommen, in dem er angerührt worden ist, braucht man letzteres nur, mit etwas verdünnter Salzsäure gefüllt, einige Zeit stehen zu lassen, worauf sich der Gips glatt von den Wandungen ablöst.

Spez. Gewicht des gebrannten Gipses 1,81, des gegossenen und getrockneten 0,97. Wärmeleitung 0,08 (Ag = 100).

Asbest ist ein Verwitterungsprodukt der Hornblende und besteht im wesentlichen aus Magnesiumsilikat mit chemisch gebundenem Wasser. Er ist dem Talk und Meerscham nahe verwandt und bildet eine weißliche bis graugrüne, faserige, biegsame oder spröde Masse von oft seidenartigem Glanz, die sich fettig anfühlt. Seine Unverbrennlichkeit, Unlöslichkeit in Säuren und Laugen, Widerstandsfähigkeit gegen heiße Gase und Dämpfe, sein schlechtes Leitungsvermögen für Wärme und Elektrizität, seine Wasserdichtigkeit nach dem Imprägnieren, vereint mit der Eigenschaft, sich zu Gespinsten und Geweben, zu Papier und Pappe verarbeiten und zu Pulver mahlen zu lassen, machen ihn zu einem unentbehrlichen Material für eine große Anzahl technischer Fabrikate.

Asbestpappe, -papier und -schnur werden zu Isolierungen und zum Abdichten für Dampfzylinder und Flanschenverbindungen, Asbestpulver und -mehl als Zusatz zu feuerfesten und wasserdichten Kitten verwendet.

Asbestpappe hat ein spez. Gewicht von 1,2.

Bimstein ist ein hauptsächlich aus Aluminiumsilikat bestehendes Mineral vulkanischen Ursprungs. Er bildet blasige, schwammige, weiße, graue oder gelbliche Massen von oft faserigem Gefüge. Er läßt sich leicht bearbeiten und dient außer als Schleif- und Poliermittel wegen seiner Indifferenz auch als Absorptionsmaterial, ferner zur Herstellung von Stopfen u. dgl.

Der künstliche, durch Pressen von Bimsteinpulver mit einem Bindemittel erhaltene Bimstein kommt in Tafel- und Ziegelform in den Handel.

Spez. Gewicht des Pulvers 2,19 — 2,22, der Stücke 0,4 — 0,9.

Kieselgur, auch Infusorien- oder Diatomeenerde genannt, bildet ein leichtes, lockeres, graues Pulver, das zu Isolierungen gegen Stoß, Schall, Wärme und Kälte, sowie zur Herstellung sehr leichter Steine und auch als Verpackungsmaterial und zur Wasserreinigung Verwendung findet.

Spez. Gewicht 0,7. 1 cbm wiegt lufttrocken, je nach der Herkunft, 200 — 700 kg.

Magnesia wird nicht nur als gebrannter Magnesit oder als Dolomitziegel zu Ofenauskleidungen benutzt, sondern neuerdings auch in reiner Form zur Herstellung von Schalen, Röhren und Tiegeln verwendet, die geeignet sind, Quarzapparaturen für manche Zwecke zu ersetzen.

Kunststeine (Xylolith, Steinholz, Ebonit, Kunstholz usw.) sind meist magnesiahaltig; sie werden in ihrer einfachsten Form aus Kaliendlauge, Magnesia, Sägemehl usw. geformt. Magnesia- oder Sorelzement selbst ist nicht wasserbeständig. Kunststein- oder -holzmassen finden als Treppenbelag, für Dielen, Laboratoriumstische usw. vielfach Verwendung.

Der Schalldämpfung dienen Kork- und Korksteinplatten.

Kitte.

Kitte sind teigähnliche, seltener breiige oder flüssige Massen, die zum Abdichten oder als Bindemittel für feste Körper ausgedehnte Anwendung finden und die von der chemischen Technik nicht entbehrt werden können. Alle Kitte gleichen sich darin, daß sie im weichen oder flüssigen Zustande aufgetragen werden, unter mehr oder minder weitgehender Veränderung ihrer Masse erhärten und dadurch eine innige Verbindung der zu verkittenden Körper herstellen. Für ihre Verwendung ist es nötig, daß die zu vereinigenden Flächen gut gereinigt sind und während des vollkommenen Erhärtens der Kitte in absoluter Ruhe verbleiben. Es darf nie mehr Kitt aufgetragen werden, als eben zur Verkittung nötig ist. Bei heiß verwandten Kitten müssen die zu verkittenden Gegenstände möglichst auf dieselbe Temperatur gebracht werden. Die wenigsten Kitte behalten ihre gute Brauchbarkeit bei der Aufbewahrung, sie sind daher stets für den Bedarf frisch anzusetzen. Nur Ölkitte können unter Wasser längere Zeit haltbar aufbewahrt werden.

Man kann die Kitte einteilen: 1. ihren Eigenschaften nach in wasserdichte, säure- und feuerfeste, oder 2. ihrer Zusammensetzung nach in Ton-, Kalk-, Mineral-, Metall-, Leim-, Eiweiß-, Glycerin-, Öl-, Harz- und Kautschukkitte bzw. 3. ihrer Verwendung nach in Glas-, Porzellan-, Stein-, Holz-, Horn-, Metall- und Ofenkitte.

Nachstehend seien einige erprobte Rezepte für verschiedene Zwecke mitgeteilt (vgl. O. Lange, Chem.-techn. Vorschriften; Leipzig 1916).

Glas- und Porzellankitte. Der gewöhnliche Glaserkitt besteht aus Schlammkreide und Leinölfirnis, die zu einer Paste zusammengeknetet werden. Käsekitt ist eine Lösung von Kasein in Wasserglas. Die Mischungen von Leinsamen-, Bohnen- und Roggenmehl mit und ohne Zusatz von Gips oder Bolus mit Wasser, Leimwasser und Stärkekleister, welche als Lutierungen für Flaschen und andere Glasapparate verwendet werden, schließen sich den Eiweißkitten an. Ein Kitt für Wasserleitungsröhren besteht aus je 10 Teilen Kolophonium und gebranntem Kalk, die mit 3 Teilen Leinölfirnis zusammen geschmolzen und nach und nach mit 10 Teilen zerzupfter Baumwolle durchgeknetet werden. Einen sehr widerstandsfähigen, gegen Säuren indifferenten Kitt liefert ein aus Bleiglätte und Glycerin hergestellter Teig, der, wenn er nicht zu kalt ist, in einigen Stunden zu einer steinharten Masse trocknet und daher auch nicht vorrätig gehalten werden kann. Er eignet sich zum Kitten von Glas, Ton, Eisen, Steinarbeiten usw.

Ein Steinkitt besteht aus 2 Teilen Kieselgur, 2 Teilen Bleiglätte und 1 Teil Kalkhydrat, die mit Leinölfirnis oder Glycerin zu einem steifen Brei verrührt werden.

Andere Kitten sind Mischungen von Kautschukabfällen, Schwefel, Fetten, Terpentinöl, Bleiglätte, Gips, Sand und Steinmehl.

Ein aus 3 Teilen Guttapercha, 2 Teilen Kolophonium und 1 Teil Teer zusammengesetzter Kitt eignet sich, warm verwendet, sehr gut zur Verbindung von Tonleitungen für heiße Säuregase.

Holzkitte. Zur Verkittung von Stein und Holzugen: 15 Teile Kalkhydrat werden mit 4 Teilen Kasein und Wasser zu Brei verrührt und 80 Teile Sand hineingearbeitet. Ein Kitt für Holz und Glas auf Eisen besteht aus gleichen Teilen gepulverter Kreide oder Bimstein und Schellack; er wird heiß aufgetragen. Zum Verschmieren von Fugen in Holzkonstruktionen kann unter Umständen auch der gewöhnliche Glaserkitt gute Dienste leisten.

Ein aus Asbest und Wasserglas hergestellter Kitt wird für Holz- und Glassachen recht oft verwendet; er ist aber nicht wasserdicht.

Metallkitte. Leinölfirnis mit Bleiglätte, Bleiweiß oder Mennige zusammengeknetet, liefern Kitten, welche in Verbindung mit Asbest und Hanfschnüren allgemein zum Abdichten von Verschlußteilen verwendet werden.

Ofenkitten enthalten alle Ton mit geringen Zusätzen von Wasser oder Wasserglas als Bindemittel.

Kitten für Metallrohrverbindungen. 1 Teil Schwefel und 2 Teile fein gepulverter Schwefelkies werden zusammen geschmolzen und in die Rohrverbindung eingetragen. Ein Brei aus 3 Teilen Kalkhydrat, 8 Teilen Schwerspat, 6 Teilen Graphit und 3 Teilen gekochtem Leinöl gibt ebenfalls einen guten Kitt.

Kitten für Eisen oder Stein mit Eisen. 2 Teile Salmiak und 1 Teil Schwefelblumen werden mit Wasser und Eisenfeilspänen zu einem steifen Brei angerührt. In der Fabrikspraxis werden noch zahlreiche andere Kompositionen verwendet, deren Zusammensetzung, die sich nach den mit den Kitten in Berührung kommenden Reagenzien richten muß, oftmals als Geheimnis gehütet wird. Wasserglas, Mennige, Zement, Quarzmehl, Ton usw. spielen dabei eine Hauptrolle. Für Säureapparaturen hat sich Teerton- und sogenannter Baryllkitt bewährt. Die Lösung der Frage geeigneter Bindemittel machte im Kriege, als Terpentin und Leinöl gänzlich fehlten, große Schwierigkeiten.

Holz.

Holzarten. Die zu Bauzwecken verwendeten Holzarten werden meist im Winter gefällt und müssen frei sein von fauligen Stellen und Ästen, von großen Rissen und besonders von Wurmfraß. Ferner sollen sie einen guten Klang besitzen und vollkommen trocken sein. Feuchtes, d. h. noch saftreiches Holz fault leicht; es wird bald morsch und begünstigt die Schwammbildung; ferner schwindet es, d. h. es verkürzt sich in der Breitenrichtung, wirft sich und reißt.

Frisches Holz hat im Durchschnitt 40—50 %, waldtrockenes gegen 20 % und lufttrockenes Holz 8—10 % Wasser. Wenn das Austrocknen der hergerichteten Nutzhölzer sehr schnell vor sich geht, so schwinden sie unregelmäßig, was ein Reißen und Werfen der Holzmasse zur Folge hat. Diese Eigenschaft, beim Trocknen zu schwinden und sich zu ziehen, von der der Tischler sagt: »das Holz arbeitet«, erfordert hinsichtlich seiner Verwendung besondere Maßregeln in den Abmessungen und Vereinigungen, indem nämlich dem „Schwindmaß“ stets gebührend Rechnung getragen werden muß. Die Verfahren zur künstlichen Trocknung waldfrischen Holzes sind noch neu und kunstgetrocknete Hölzer daher vorerst wenig im Handel.

Die Dauerhaftigkeit der Bauhölzer ist von großer Wichtigkeit. Häufiger Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit beeinträchtigt sie, während ganz im Wasser oder ganz im Trocknen befindliches Holz sich immer vorzüglich hält. Von den Nutzhölzern sind die dauerhaftesten: Eiche und Ulme, harzreiche Kiefern und Lärche, am wenigsten dauerhaft sind: Buche, Birke, Linde, Pappel, Weide und harzarme Nadelhölzer. Aus dieser Einteilung lassen sich jedoch für die technische Verwendung der Hölzer keine Schlüsse ziehen, vielmehr bestimmen die charakteristischen Eigenschaften der einzelnen Arten ihre Verwendung zu den verschiedenen Zwecken. Es sind also auch Spaltbarkeit, Biegsamkeit, Festigkeit und Farbe außer der Dauerhaftigkeit ausschlaggebend für die Wahl der Holzart.

Um die Dauerhaftigkeit zu erhöhen, d. h. die Fäulnis zu verhindern, wird das Holz entweder vor der Verwendung gründlich ausgetrocknet oder von den die Fäulnis verursachenden Bestandteilen befreit bzw. durch Unschädlichmachung der Fäulniserreger auf chemischem Wege konserviert.

Zur Haltbarmachung des trockenen Holzes wird es mit Teer, Firnis, Ölfarbe, Paraffin oder Pech angestrichen oder noch besser mit diesen Mitteln getränkt, um das Eindringen von Feuchtigkeit in das Innere zu verhindern.

Während die Entfernung der die Fäulnis der Hölzer verursachenden Säfte z. B. durch Auslaugen in fließendem Wasser erreichbar ist, wird durch Imprägnierung mit antiseptisch wirkenden Mitteln das Holz auf chemischem Wege dauerhaft gemacht.

Die Biegsamkeit der Hölzer äußert sich in ihrer Elastizität und Zähigkeit, die nicht nur bei den verschiedenen Hölzern, sondern auch bei ein und derselben Holzart je nach Alter, Bau und Feuchte verschieden ist. Fichte, Kiefer, Lärche, Eiche, Esche sind elastische und zähe Hölzer.

Die Festigkeit der Hölzer ist für den chemischen Apparatebau nicht minder wichtig. Alles grüne Holz ist fester, als das schon seit einiger Zeit geschlagene. Unmittelbar am Mark und unter der Rinde gelegenes Holz, der sog. Splint, ist weniger fest als der übrige Teil, das Kernholz.

Der Stamm der Nadelhölzer unseres Klimas ist auf der Südseite weniger fest als auf der Nordseite, wo die Jahresringe auch dünner

sind. Daher kommt es, daß das Herz des Baumstammes nie in seinem Mittelpunkt liegt und daß man einem Holz mit dünneren Jahresringen größere Festigkeit zuschreibt. Im allgemeinen kann man sagen, daß die härteren Hölzer am beständigsten gegen Fäulnis sind. Bei den Laubhölzern ist die Reihenfolge vom harten zum weichen Holz etwa: Eiche, Buche, Ulme, Esche, Linde, Pappel.

Beim Einkauf des Nutzholzes versäume man nicht, dasselbe in der Länge und Dicke nachzumessen. Wird es außerhalb gekauft, so pflegt es durch Einschlagen eines Stempels gekennzeichnet zu werden.

In der Praxis gibt man dem Holze bei Druck 4—8fache, bei Zug 10fache Sicherheit.

Die **Kiefer** liefert das gebräuchlichste Holz; es ist weich, zähe, schwach elastisch, leicht spaltbar, tragkräftig und wenig schwindend. Seine Dauerhaftigkeit wächst mit dem Alter (Harzzunahme). Es wird durch Anilinlösung usw. rot gefärbt, ohne abzufärben.

Spez. Gewicht, lufttrocken, 0,5—0,6. Zulässige Beanspruchung auf Zug 100 kg, auf Druck 65 kg pro 1 qcm.

Pitchpineholz (Pechkiefer) ist sehr dauerhaft, sehr tragkräftig und elastisch, es schwindet wenig und zieht sich nicht, reißt aber leicht in trockener Luft.

Spez. Gewicht 0,72, feucht 0,80.

Fichtenholz (Rottanne) ist sehr zähe, tragkräftiger und auch elastischer als Kiefernholz; es nähert sich diesem an Dauerhaftigkeit und schwindet fast gar nicht.

Spez. Gewicht 0,5.

Weißbuchenholz ist hart, zähe, schwach elastisch, gedämpft sehr biegsam, kräftig und sehr widerstandsfähig gegen Druck, Schlag und Stoß, schwer spaltbar; es schwindet und reißt stark und ist daher nur im Trocknen oder unter Wasser haltbar. Es wird wegen seiner Eigenschaft, von Lösungen nicht ausgelaugt zu werden, also auch diese nicht zu färben, sehr gern zu Bottichen, Rührern und Rührspateln verarbeitet.

Spez. Gewicht 0,75, feucht 1,01. Zulässige Beanspruchung auf Zug 100 kg, auf Druck 80 kg pro 1 qcm.

Rotbuchenholz reißt noch stärker, wird durch Säuren blau gefärbt und färbt selbst die damit in Berührung kommenden Lösungen. Dieser letzte Umstand ist bei der sonst häufigen Verwendung des Rotbuchenholzes zu berücksichtigen.

Eichenholz ist sehr leicht an den festen, rechtwinklig zur Faser verlaufenden Markstrahlen, der Maserung, zu erkennen; es ist hart (Winter- oder Steineichenholz ist härter als das der Sommereiche), sehr tragkräftig und ziemlich elastisch, äußerst zähe, leicht spaltbar, im Trocknen wie im Feuchten tadellos haltbar, fäulnisbeständig, schwindet mäßig, reißt aber und wirft sich leicht.

Spez. Gewicht 0,75. Zugfestigkeit 100 kg und Druckfestigkeit 89 kg pro 1 qcm.

Lärchenholz ähnelt dem der Eiche, ist jedoch weicher und besonders geeignet für Konstruktionen, die unter Wasser liegen.

Spez. Gewicht 0,6.

Rüsternholz (Ulme) ist sehr hart und säulenfest, gegen Stoß sehr widerstandsfähig, biegsam, zähe und elastisch, schwer spaltbar, schwindet wenig und ist auch in der Nässe sehr dauerhaft. Es eignet sich daher unter anderem gut für Rührwerke.

Spez. Gewicht 0,7.

Erlenholz ist weich, wenig tragkräftig, schwach elastisch, leicht spaltbar, im Wasser haltbar, sonst wenig dauerhaft, schwindet mäßig.

Spez. Gewicht 0,55.

Pappelholz zeichnet sich durch seine große Weichheit aus, ist zähe und im Trocknen haltbar. Es schwindet ziemlich stark und reißt wenig.

Spez. Gewicht 0,48.

Die drei ausländischen Holzarten Pockholz, Teakholz und Hickoryholz sind unverwüstlich, steinhart, schwer spaltbar und schwinden oder reißen so gut wie gar nicht. Während das Pockholz wenig biegsam ist, ist das Hickoryholz elastisch und zähe. Pockholz ist schwerer als Wasser. Das Teakholz hat ein spez. Gewicht von 0,8 und das Hickoryholz ein solches von 0,6—0,9.

Das **Bauholz** wird mit folgenden technischen Ausdrücken bezeichnet: a) Ganzholz, wenn es aus einem Stamm ohne Längsteilung geschnitten ist; ist dieser einmal geteilt, so heißt es: b) Halbholz, wenn gekreuzt geschnitten: c) Kreuzholz und mehrmals geschnitten: d) Schnitt- oder Schrotholz, das die Bohlen, Bretter, Pfosten und Latten liefert (Fig. 11 a—d).

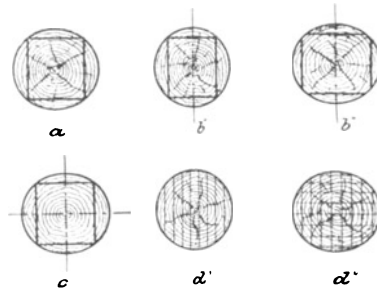


Fig. 11.

Das Halbholz hat demnach Kanten, die nicht immer scharf, sondern meist etwas abgerundet sind. Solche Hölzer nennt man im Gegensatz zu den mehr Abfall liefernden scharfkantigen Hölzern wald- oder wahnkantig. Aus Ganzholz hergestellte Halb-, Kreuz- oder Schrothölzer sind natürlich um die Dicke der Sägeschnitte, etwa 1 cm, dünner, so daß z. B. ein Ganzholz von 25×25 cm 2 Halbhölzer von 12×25 cm und 4 Kreuzhölzer von 12×12 cm liefert.

Für die Bestimmung der Abmessungen der Hölzer zu Bauwerken ist aus ökonomischen Gründen zu empfehlen, sich nach den nachge-

nannten 1898 behördlicherseits festgestellten Normalprofilen für Kant-
hölzer und Schnittmaterial zu richten.

Die Messung der Stärke geschieht etwa 70 cm vom Ende des
Holzes.

Tabelle für Normalprofile für Bauhölzer in Zentimetern.

8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\frac{8}{8}$	$\frac{8}{19}$ $\frac{10}{10}$	$\frac{10}{12}$ $\frac{12}{12}$	$\frac{10}{14}$ $\frac{12}{14}$ $\frac{14}{14}$	$\frac{12}{16}$ $\frac{14}{16}$ $\frac{16}{16}$	$\frac{14}{18}$ $\frac{16}{18}$ $\frac{18}{18}$	$\frac{14}{20}$ $\frac{16}{20}$ $\frac{18}{20}$ $\frac{20}{20}$	$\frac{18}{22}$ $\frac{18}{22}$ $\frac{20}{22}$	$\frac{18}{24}$ $\frac{20}{24}$ $\frac{24}{24}$	$\frac{20}{26}$ $\frac{24}{26}$ $\frac{26}{26}$	$\frac{22}{28}$ $\frac{26}{28}$ $\frac{28}{28}$	$\frac{24}{30}$ $\frac{28}{30}$

Tabelle für Schnittmaterial (Bretter, Bohlen, Pfosten, Latten).

Längen: 3,50, 4, 4,50, 5, 5,50, 6, 7, 8 m.

Stärken: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120,
150 mm.

Besäumte Bretter steigen in den Breiten von Zentimeter zu Zenti-
meter.

Starke und kürzere Stämme werden zu Bohlen (10—5 cm stark),
zu Spundbrettern (5—4 cm stark), zu Tischlerbrettern (3—2,5 cm), zu
Schalbrettern (2 cm) und zu noch dünneren Schwarten geschnitten.

Die Preise der Bauhölzer schwanken nicht nur nach der Qualität,
sondern auch nach dem Herkunfts- und Verbrauchsort. Im Westen
Deutschlands kosten sie durchschnittlich 20% mehr als im Osten. Im
Holzhandel unterscheidet man Fest- und Raummeter.

Holzbearbeitung.

Die Herstellung der für die Betriebszwecke erforderlichen Holz-
konstruktionen ist zum weitaus größten Teil Aufgabe des Zimmermanns.
Tischlerarbeiten kommen nur vereinzelt in Betracht. Während che-
mische Fabriken früher fast ausschließlich in Holz ausgeführt wurden,
wendet man sich neuerdings vielfach auch Eisenkonstruktionen zu.

Von den Zimmerarbeiten, die in der Hauptsache das Verbinden
der Hölzer ausmachen, ist zunächst zu fordern, daß der Verband der
Hölzer fest und sicher ist, daß er der jeweiligen Beanspruchung der
Hölzer entspricht und daß er ein „Atmen“ der Hölzer gestattet, d. h.,
daß die Nässe abfließen und die Luft zutreten kann, um ein Faulen
des Holzes zu verhindern. Mit anderen Worten: alle Holzkonstruk-
tionen müssen so ausgeführt werden, daß sie gut belüftet werden
können.

Die Balkenverbände werden daher, um obigen Anforderungen zu
entsprechen, nach ganz bestimmten Regeln hergestellt, die, in großen
Umrissen zu kennen, im Verkehr mit Zimmerleuten von Nutzen ist
und die deshalb mit einigen Worten erwähnt werden sollen.

Die Holzverbindungen bestehen in der Knotenbildung, der Verlängerung, der Verstärkung, der Verknüpfung und der Verbreiterung der Hölzer.

Wenn sich zwei oder mehrere Hölzer kreuzen, z. B. bei Gerüsten, so entsteht ein Knoten, welcher nie lose sein darf, um keine Verschiebung der Hölzer befürchten zu lassen. Er wird z. B. dadurch in einen festen Knoten verwandelt, daß drei Hölzer nicht in einem Punkte gekreuzt werden, sondern durch Bildung eines Dreiecks einen unverschiebbaren Knoten bilden (Fig. 12).

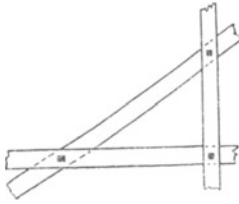


Fig. 12.

Das Verlängern des vertikalen Holzes nennt man das Aufpfropfen. Es geschieht am einfachsten, aber auch am schlechtesten, durch eiserne Schienen (Fig. 13) oder durch einen eisernen Dübel und zwei Eisenringe (Fig. 14). Besser ist die Verbindung durch einen eisernen Schuh (Fig. 15) oder bei kantigen Hölzern — auch in nicht vertikaler Richtung — mittels Scherzapfen und Scherschrauben (Fig. 16 a und b).

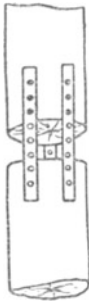


Fig. 13.



Fig. 14.

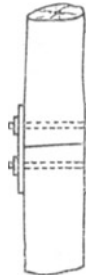


Fig. 15.

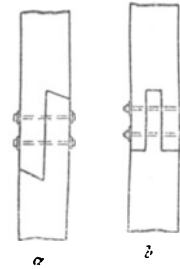


Fig. 16.

Die Stöße werden hauptsächlich bei liegenden Balken angewendet und befinden sich stets an einer unterstützten Stelle. Die hauptsächlichsten Stoßverbindungen sind der gerade Stoß (Fig. 17), der schräge Stoß (Fig. 18) und der schräg versetzte Stoß (Fig. 19).

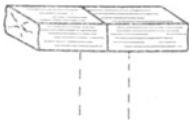


Fig. 17.

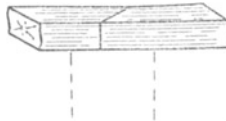


Fig. 18.



Fig. 19.

Inniger sind die Blattungen. Die am meisten angewandten sind das gerade und schräge Blatt (Fig. 20 und 21) und das gerade und

schräge Hakenblatt (Fig. 22 und 23), die durch Holzdübel noch fester gemacht werden können.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig. 22.



Fig. 23.

Die seltener vorkommende Verstärkung des Holzes geschieht durch Verdübelung oder Verzahnung (Fig. 24 und 25).

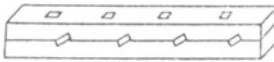


Fig. 24.



Fig. 25.

Die Verknüpfungsarten der Hölzer sind je nach der Lage der Verbundhölzer zueinander recht verschieden. Eine Verzahnung verbindet

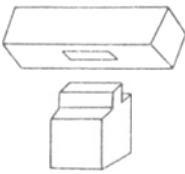


Fig. 26.

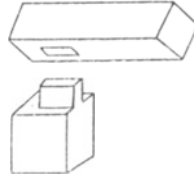


Fig. 27.

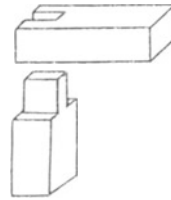


Fig. 28.

Hölzer, die in einer Ebene bündig liegen. Den geraden und zurückgesetzten oder Achselzapfen zeigen Fig. 26 und 27, den Scher- oder Gabelzapfen Fig. 28.



Fig. 29.

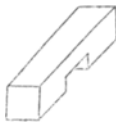


Fig. 30.



Fig. 31.

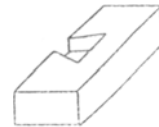


Fig. 32.

Die Überblattungen und Verknüpfungen von sich kreuzenden Hölzern bezeichnet man als einfache (Fig. 29), schwalbenschwanzförmige (Fig. 30) und hakenförmige (Fig. 31).

Ecküberblattungen heißen sie, wenn die Hölzer keine Kreuzung, sondern eine Ecke bilden; so stellt Fig. 32 eine schräge Ecküberblattung dar.

Von Verkämmungen der Hölzer spricht man, wenn dieselben in verschiedenen Ebenen liegen und nur wenig ineinander greifen. Fig. 33 zeigt einen geraden Kamm. Eine Versatzung stellt Fig. 34 dar. Sie wird dann erforderlich, wenn unter einem Winkel wirkende Druckkräfte zu übertragen sind.

Die Verzinkung ist eine feste Eckverbindung von Bohlen und von Brettern (Fig. 35).

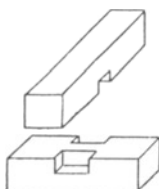


Fig. 33.

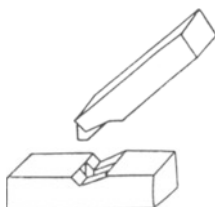


Fig. 34.

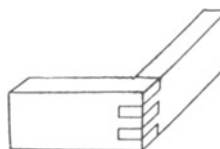


Fig. 35.

Alle diese Verbindungen können, wie schon erwähnt wurde, durch Dübel oder Bolzen verstärkt werden.

Die Verbreiterung von Holz beschränkt sich im allgemeinen auf Bohlen und Bretter. Die einfache Aneinanderlegung nennt man das gerade oder schräge Fugen (Fig. 36). Die halbe Spundung (Fig. 37)



Fig. 36.

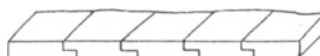


Fig. 37.

unterscheidet sich von den verschiedenen Arten der ganzen Spundung in der Art der Fig. 37 und 38. Die Federung (Fig. 39) verlangt aus Eiche oder Hirnholz hergestellte Federn, welche in die Nuten eingeschoben werden.



Fig. 38.



Fig. 39.

Wie aus diesen Angaben hervorgeht, können für dieselbe Konstruktion bisweilen verschiedene Holzverbindungen gewählt werden, von denen derjenigen der Vorzug zu geben ist, die bei gleicher Zweckmäßigkeit einfacher und daher auch billiger ist. Freitragende Holzkonstruktionen sind vielfach im Gebrauch. Sie haben an die Stelle der dunklen, niedrigen Fabrikräume von einst, helle und hohe Hallen treten lassen, die wohl mit Eisenkonstruktionen wetteifern können.

Für den Bau chemischer Fabriken ist Holz vielfach weitaus geeigneter als Eisen: es sollte jedoch stets tadellos imprägniert und mit feuersicherem (Wasserglas usw.) Anstrich versehen sein.

Kautschuk.

Weichgummi. Der hauptsächlich zu Stopfen, Schläuchen, Dichtungsringen und -platten verwendete Weichgummi ist vulkanisierter Kautschuk. Die Brauchbarkeit für technische Zwecke, nämlich die Eigenschaft, gegen chemische Agenzien widerstandsfähiger und hinsichtlich der Elastizität weniger von der Temperatur beeinflußt zu werden, erhält der Kautschuk erst durch Vulkanisieren, d. h. durch die Vereinigung mit Schwefel. Ein Zusatz von 10% gilt für das beste Mengenverhältnis und liefert einen Gummi vom spez. Gewicht 0,99. Die Gummiwaren werden am besten mit Glycerin eingerieben und an einem nicht trockenen, mäßig temperierten, dunklen Orte oder vollständig unter Wasser aufbewahrt. Am allerschädlichsten für Kautschukwaren ist abwechselndes Feucht- und Wiedertrockenwerden. Sie verlieren beim Liegen sämtlich an Elastizität und Festigkeit. Die beste Handelssorte führt den Namen Paragummi. Mineralische Beimengungen, wie Kreide, Kalkhydrat, Schwespat, Blei- und Zinkoxyd, vermindern die Elastizität, erhöhen die Festigkeit und (mit Ausnahme des Bleioxyds) die Isolierfähigkeit, schwächen die Widerstandsfähigkeit gegen anorganische und organische Säuren, vergrößern dagegen diejenige gegen Öle und leisten dem Hart- und Brüchigwerden beim Lagern Vorschub. Organische Beimengungen vermindern die Elastizität und die Widerstandsfähigkeit gegen Wärme, erhöhen aber die gegen Säuren. Die Einwirkung von Alkalien ist nicht nennenswert. Zu Leuchtgasleitungen verwendete Gummischläuche werden nach längerer Zeit hart und brüchig. Es empfiehlt sich, die für Gas- und Wasserleitungszwecke dienenden Schläuche nicht durcheinander zu bringen.

Um die großen, teuren Gummiverpackungen länger brauchbar zu erhalten, wird beim Abdichten zwischen Gummi und dem u. U. heiß werdenden Metall eine Lage Schreibpapier gebracht oder es wird die Metallfläche mit Wasserglas oder Graphit bestrichen. Diese einfache Vorsichtsmaßregel verhindert ein Anbrennen oder Festkleben und ein Zerreißen des Gummis beim Öffnen der Dichtungsflächen.

Kautschukschläuche und -platten können dadurch widerstandsfähiger gegen chemische Reagenzien, wie Schwefel- oder Salzsäure gemacht werden, daß man sie — die Schläuche nach innen — mit Paraffin von geeigneter Konsistenz einfettet.

Regenerierter Gummi und Ersatzprodukte sind vielfach im Gebrauch und leisten für manche Zwecke ganz gute Dienste, ohne jedoch bei großer Beanspruchung guten Kautschuk entbehrlich machen zu können. Synthetischer (sog. Sy-)Kautschuk spielt vorläufig keine Rolle.

Hartgummi unterscheidet sich von dem Weichgummi durch einen viel größeren (40%) Schwefelgehalt; andere Beimengungen sind nicht

so häufig. Er ist schwarz, hart wie Horn und läßt sich auf der Drehbank bearbeiten. In heißem Wasser erweicht er. Ein hoher Schwefelgehalt und ein länger andauerndes Vulkanisieren machen den Hartgummi gegen chemische Einflüsse vollkommen indifferent, erhöhen die Festigkeit und Tragfähigkeit, heben aber die Elastizität fast ganz auf.

Guttapercha ist das beste Material für Manschetten zu Pumpen und hydraulischen Pressen.

Durit ist ein lederartiges Dichtungsmaterial, das gegen Säuren und Alkalien ziemlich widerstandsfähig ist und von Petroleum, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Benzol und ähnlichen nicht gelöst wird.

Vulkanfaser ist eine aus Pflanzenfasern nach geheim gehaltener chemischer Behandlung durch hohen Druck hergestellte Masse, welche äußerlich dem Hartgummi ähnelt und ein spez. Gewicht von 1,3 bis 1,4 hat.

Die biegsame, schwerere Vulkanfiber bildet lederartig zähe, nicht dehnbare, aber glatte und ebene rote oder schwarze Platten und widersteht kaltem und heißem Wasser oder Ölen vorzüglich. Sie liefert daher für viele Zwecke ein ausgezeichnetes Dichtungsmaterial (so für Verpackungen, Verdichtungen, Ventile, Pumpenklappen u. dgl.).

Die harte Vulkanfiber ist eine sehr zähe, hornartige Masse, die weder springt noch bricht und sich vollkommen wie hartes Holz bearbeiten und leimen läßt. Sie ist gegenüber recht hohen Hitzegraden beständig und leitet den elektrischen Strom nicht. Sie bildet ein zähes, reibungsfreies, nicht oxydierbares Material, das gegen Stoß und Bruch, gegen Feuchtigkeit, Fette und Öle unempfindlich ist.

Die Platten haben bei einer Dicke von 1—12 mm und darüber eine Größe von 1:1,5 m.

Hanf. Er soll langfaserig, weich, rein ausgezogen und frei von Werg, Staub, Sand und den Anichen oder Schäumen sein, sowie einen reinen, seidenartigen, gelblich-weißen Glanz besitzen. Er ist um so besser, je länger, feiner und fester er ist.

Außer in der Form von Seilen und Gurten wird er, unversponnen und vielfach im Verein mit Mennigekitt oder Talg, zum Abdichten gebraucht, wobei er das Anhaften dieser Substanzen begünstigen soll. Außerdem dient er zum Verpacken von Stopfbüchsen, Muffen, Kolben und zu vielen anderen Zwecken. Weitere Dichtungs- und Packungsmaterialien sind Graupappe, Asbest, Klingerit, Metallpackung usw.

Filz wird als Unterlage für Maschinen und Trägerköpfe zur Dämpfung von Schall in Erschütterungen benutzt. Mit Paraffin getränkt, ist er von unbegrenzter Dauerhaftigkeit. Zur Verhinderung des Breitdrückens und Erhärtens wird das Filzlager mit einem Drahtgeflecht belegt. Druckbelastung pro 1 qcm bis 30 kg.

Kork wird ebenso als Unterlegmaterial für Maschinen verwendet. Druckbelastung pro 1 qcm 11—18 kg.

Die Anwendung des Leders beschränkt sich zumeist auf den Gebrauch zu Treibriemen, wo es allerdings eine große Rolle spielt. Über die Beurteilung und Behandlung der Treibriemen ist in dem Kapitel

über Transmissionen Näheres gesagt. Sonst wird das Leder hin und wieder für Kolbenmanschetten und Ventilkappen gebraucht. Unter dem Einfluß von heißem Wasser schrumpft es und wird hart und unbrauchbar.

Festigkeit der Materialien.

Die Arten der Festigkeit, auf welche die Materialien beansprucht werden können, sind: Zug- oder absolute Festigkeit, Druck- oder rückwirkende Festigkeit, Biegungs- oder relative Festigkeit, Scher-, Knick- und Drehungsfestigkeit. Die der Zerstörung des Zusammenhanges eines Körpers widerstehende Kraft wird als Bruchfestigkeit oder Tragkraft bezeichnet und die Spannung in dem Körper, welche dieser entspricht, als Festigkeit, Festigkeitskoeffizient, Bruchmodul oder Bruchkoeffizient.

Zug- und Druckfestigkeit sind bei einigen Körpern gleich groß und proportional ihrem Querschnitt. Bei anderen und gerade bei denjenigen, welche in der Praxis auf Druckfestigkeit beansprucht werden, ist diese beträchtlich größer.

Der Scher- oder Schubfestigkeit hat ein Körper zu widerstehen, wenn zwei entgegengesetzte Kräfte, wie beim Zerschneiden mit der Schere oder beim Druck einer Stanze auf ihn wirken; hierher gehören z. B. die Nietbolzen eines unter Druck befindlichen Dampfkessels.

Die Knickfestigkeit (z. B. bei Säulen) ist proportional dem Elastizitätsmodul des Materials, der Länge und dem Querschnitt. Sie ist abhängig von der Art der Befestigung der Stabenden, je nachdem, ob sie eingespannt oder frei sind, so daß man vier Fälle unterscheiden kann (Fig. 40): ein Ende ist eingespannt, das andere frei, a; beide Enden sind frei, b; ein Ende ist eingespannt, das andere drehbar, aber in der Achsenrichtung des geraden Stabes geführt, c; beide Enden sind eingespannt, d. Die Bruchbelastungen für die vier Fälle verhalten sich nach Euler wie $\frac{1}{4}:1:2:4$.

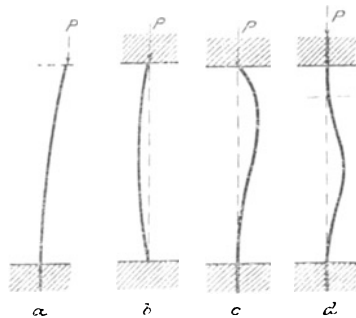


Fig. 40.

Die Biegungs- oder relative Festigkeit ist eine zusammengesetzte Widerstandsäußerung gegen verschiedene gleichzeitig wirkende Beanspruchungsarten. Außer gleichzeitiger Bruch- und Zugfestigkeitsbeanspruchung spielt neben der Größe auch die Form des Querschnittes eine wesentliche Rolle. Bedenkt man dazu die verschiedenen Arten der Belastung, so ergeben sich eine außerordentliche Anzahl von Einzelfällen.

Ist die Tragfähigkeit eines an einem Ende belasteten Balkens, der am anderen Ende gehalten wird, gleich 1, so ist sie, wenn beide Enden unterstützt sind und die Last in der Mitte des Balkens wirkt,

gleich 4, oder gleich 8, wenn beide Enden festgespannt, z. B. eingemauert, sind. Die Tragfähigkeit erhält die doppelte Größe, wenn die Last sich auf die ganze Länge des Balkens verteilt. Ferner ist die Tragfähigkeit proportional der Breite und dem Quadrat der Höhe — der Dimension der senkrechten Krafrichtung — sowie umgekehrt proportional der Länge des Balkens. Daraus folgt, daß es zur Erzielung größerer Tragfähigkeit vorteilhaft ist, die Höhe eines liegenden Balkens größer zu wählen, als seine Breite, da die erstere den einschneidendsten Einfluß auf die Tragfähigkeit ausübt. Das für Balken aus runden Stämmen gebräuchliche günstigste Verhältnis von Höhe zu Breite ist 7:5. Die Tragfähigkeiten von Balken mit quadratischem Querschnitt verhalten sich, wie die Kuben der Seiten.

Auf Grund der Tatsache, daß eine größere Höhe eines Balkens seiner Breite gegenüber für die Tragfähigkeit vorteilhafter ist und daß die äußeren Teile — die Oberfläche — besonders in Anspruch genommen werden, ergibt sich, daß für die massiven Träger die I-Form die günstigste ist. Für Träger mit zylindrischem Querschnitt gilt demnach als Regel, daß für die gleiche angewendete Trägermasse ein hohler Träger mehr trägt als ein massiver, aber natürlich auch einen größeren Durchmesser haben wird. Die Tragfähigkeit für Hohlzylinder bei gleicher Wandstärke und gleichem Material ist proportional dem Quadrat der Durchmesser (und nicht den Kuben, wie bei den vollen Trägern).

Die Drehungs- oder Torsionsfestigkeit z. B. der Transmissionswellen ist eine Art der Schubfestigkeit. Das zum Zerdrehen notwendige Moment, das Bruchmoment, ist also bei kreisförmigem Querschnitt proportional den Kuben der Durchmesser, bei rechteckigem Querschnitt proportional dem Produkt aus der größeren Seite und dem Quadrat der kleineren. Der Verdrehungs- oder Torsionswinkel, welcher aus der längs der Welle gezogenen und der aus der Verdrehung herrührenden, zu einer Schraubenlinie gewordenen Geraden gebildet wird, ist der Wellenlänge und der Verdrehungskraft direkt bzw. dem Schubelastizitätsmodul und der vierten Potenz des Durchmessers bei kreisförmigen Querschnitten umgekehrt proportional.

Die Festigkeitsgrenzen für die Praxis dürfen sich, um eine genügende Sicherheit der Konstruktion zu gewährleisten, niemals den theoretischen, absoluten Grenzen nähern. Ist man doch über die innere Beschaffenheit der Materialien nie ganz im klaren. Hölzer können eine weniger feste innere Faser besitzen, als sie äußerlich vermuten lassen. Steine können verwittert oder schlecht gebrannt sein. Metalle können Guß- oder Kompositionsfehler besitzen. Die atmosphärischen Einwirkungen sind nachteilig und die Art der Belastung ist von bedeutendem Einfluß. Aus allen diesen Gründen soll die wirkliche Belastung in keinem Falle größer als $\frac{1}{3}$ der absoluten Tragfähigkeit sein. „Sicherheit“ nennt man die Zahl, welche den Bruchteil der beanspruchten Festigkeit ausdrückt. Man spricht von einer 3-, 4-, 6fachen Sicherheit, je nachdem die berechnete Festigkeit bis zu $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$ beansprucht wird.

Sodann ist auch die Dauer, für welche die Festigkeit maßgebend sein soll, mit in Betracht zu ziehen. Dieselbe wird bei allen Materialien im Laufe der Zeit durch chemische und physikalische Einflüsse beeinträchtigt werden. Eisen rostet, Holz fault und Steine verwittern! Zu den rein physikalischen Merkmalen gehört die Ermüdung des Materials durch fortgesetzt wechselnde Beanspruchung, welche schließlich den Bruch herbeiführen kann, ohne daß eine Einzelbeanspruchung die Elastizitätsgrenze auch nur erreicht hätte.

Im allgemeinen lassen sich über die oben angeführten Materialien folgende Verhältniszahlen angeben. Dem Schmiedeeisen gibt man bei Zug 6–10fache, bei Biegung 4–6fache, dem Gußeisen bei Druck 4–6fache Sicherheit, dem Holze bei Druck 4–8fache, bei Zug 10fache und dem Stein bei Druck 15–20fache Sicherheit. Es hängt dabei erstens von der Art der Beanspruchung, ob gleichmäßig oder wechselnd und stoßweise belastet wird, und zweitens von dem Grade der äußeren Einflüsse ab, ob man sich im gegebenen Falle den unteren Grenzen nähern muß oder die oberen erreichen kann.

Um die Festigkeit der Materialien festzustellen, dienen Festigkeitsprüfungsmaschinen, die je nach der Prüfungsart auf Druck, Zug, Biegung usw. entweder in ihrer ganzen Konstruktion oder nur in den Einspannvorrichtungen verschieden sind und die meistens den ganzen Verlauf der Beanspruchung in Form eines Diagrammes selbsttätig aufzeichnen. Bei der Prüfung selbst werden die Materialien auf eine Festigkeit erprobt, welche die in der Praxis nachher geforderte um ein gewisses Vielfaches überschreitet und überschreiten muß, aber dennoch nicht überflüssigerweise gesteigert werden darf, da es wohl eintreten kann, daß das Material durch eine allzuhohe Beanspruchung dermaßen geschwächt wird, daß es nachher den normalen Anforderungen nicht mehr genügt und große Gefahren in sich schließen kann.

Bezüglich des Studiums der Methoden zur Materialprüfung gilt im übrigen das schon oben über Metallographie Gesagte. Die Materialprüfungsämter (z. B. in Gr.-Lichterfelde bei Berlin) haben das Studium der einschlägigen Methoden zu einer besonderen Wissenschaft ausgebildet.

Der Betriebshandwerker.

Von den in den chemischen Fabrikbetrieben beschäftigten Handwerkern muß mit Recht, außer der eigentlichen Berufsfertigkeit, Geschicklichkeit und Intelligenz verlangt werden, weil ihnen häufig Arbeiten übertragen werden, die außerhalb ihres eigentlichen Berufskreises liegen und die nicht immer mit den handwerksmäßigen Gewohnheiten allein fertig gebracht werden können.

Daher ist es auch empfehlenswert, die einmal eingearbeiteten Handwerker dauernd im Dienste zu behalten; dabei ergibt sich nicht selten der Vorteil, daß sie nach gewonnener praktischer Erfahrung mit ihrem Urteil helfend zur Seite stehen können.

Die Gewohnheit mancher Vorgesetzten, alle von einem Untergebenen geäußerten Ansichten oder Vorschläge von dem Standpunkte

des Besserwissenden aus abzuweisen, geht manchmal so weit, daß sie nur deshalb, weil sie eben von einem Untergeordneten ausgesprochen wurden, nicht zur Ausführung bringt, obgleich er von ihrer Brauchbarkeit überzeugt ist. Diese Methode ist natürlich verkehrt und äußerst nachteilig für das Ganze. Denn einmal kann man auch von den Dümmeren lernen, dann aber steckt in diesen, wenn auch manchmal recht naiven, Äußerungen doch hin und wieder etwas, durch das man auf Dinge aufmerksam gemacht wird, die zu neuen Ideen anregen. Zum anderen wirkt die beständige Abweisung von dergleichen Bemerkungen jedoch sehr bald in dem Sinne, daß den Leuten die Lust und das Interesse an ihrer Arbeit genommen wird und sie ihre Schuldigkeit rein mechanisch tun, ohne auch nur daran zu denken, ob und wie sie sich bewährt. Sie verschweigen dann Wahrnehmungen, deren rechtzeitige Meldung oft Schäden und Gefahren verhindern würde. Deshalb höre man jeden von anderer Seite gemachten Vorschlag, der doch immer im Interesse des Gelingens, also des Gewinnes, gemacht wird, verwerte ihn, wenn er brauchbar ist, oder erkenne wenigstens die damit zum Ausdruck gebrachte gute Absicht an. Die von manchen Fabriken getroffene Einrichtung, daß die Arbeiter in der Gesamtheit aufgefordert werden, etwaige Ideen oder Vorschläge zu Verbesserungen schriftlich oder mündlich der Firma bekannt zu geben (mit dem Versprechen einer angemessenen Vergütung bei ihrer Brauchbarkeit), ist sehr zu begrüßen, da sie ebenso anregend, wie fördernd auf die Lust zur Arbeit wirkt. Man ist neuerdings noch weiter gegangen und hat fachliche Arbeiterunterrichtskurse und Diskussionsabende eingerichtet, bei denen der Erfahrungsaustausch oft wertvolle Anregungen bringt, wenn Scheu und Gleichgültigkeit einmal überwunden sind. Im übrigen berühren wir an dieser Stelle so viele soziale Zusammenhänge, die in die Tagesgeschichte hineinreichen, daß nicht näher auf die einschlägigen Fragen eingegangen werden kann, wenn anders nicht ein volkswirtschaftliches Büchlein entstehen soll. Die Aufgabe der Zukunft muß es sein, in einem solchen Sinne zu wirken, daß alle modernen Bestrebungen nicht arbeitshemmend, sondern arbeitsfördernd wirken. Eine gesunde und verständnisvolle Betriebsratspolitik, angemessene Gewinnbeteiligung des Einzelnen am Gesamterlös, wirtschaftliche Fürsorge, Hebung geistiger Interessen usw., das alles muß dazu dienen, das schöne Endziel zu erreichen, daß ein jeder sich willig als ein dienendes Glied in den Rahmen des Ganzen einfügt. Aus diesen wenigen Ausführungen ist schon ersichtlich, wie nötig für den werdenden Fabrikchemiker volkswirtschaftliche Studien während seiner Ausbildungszeit sind und vielleicht noch mehr sein werden. Nach dieser Abschweifung sei zum Thema zurückgekehrt.

An Werkzeugen darf es nie fehlen, denn die mit unzulänglichen Mitteln ausgeführten Arbeiten lassen nur zu leicht zu Wünschen übrig. Von dem beständig oder doch häufiger gebrauchten Material, wie Eisen, Kupfer, Blei, Rohren, Blechen, Hölzern und was sich sonst für die verschiedenen Betriebe als erforderlich erweist, soll stets ein angemessener Vorrat vorhanden sein. Trotzdem darf mit diesem Material

aber nicht verschwenderisch und aus dem Vollen gewirtschaftet werden, wozu bisweilen bei neu eingestellten Handwerkern Neigung vorhanden ist. Die sog. Abfälle sind, soweit es möglich ist, immer zuerst aufzubreuchen, und das ist ziemlich häufig der Fall. Der die Aufsicht über die Handwerker ausübende Meister muß darauf ganz besonders achten, denn sonst werden gar zu leicht aus Bequemlichkeitsgründen kleinere Stücke beiseite gestellt, die noch ganz gut mitbenutzt werden könnten. Um den Verbrauch der Materialien zu erleichtern, muß darin, sowie auch in den sonstigen Reservestücken der Apparatur, stets Ordnung herrschen, damit nicht durch Suchen Zeit verloren geht oder die Teile im gewünschten Falle womöglich gar nicht aufzufinden sind.

Aus demselben Grunde werden die nicht mehr in Betrieb zu nehmenden Apparate sachgemäß demontiert und ihre wieder verwendbaren Teile nicht der Vergessenheit oder dem alten Eisen überliefert. Zu dem Ordnungssinn der Handwerker muß sich Gewissenhaftigkeit gesellen. Hängt doch von der sorgfältigen und exakten Ausführung häufig Gut und Menschenleben ab. Ohne an die durch nachlässige Arbeit möglichen Unglücksfälle zu denken, sei daran erinnert, daß beim Aufbau von Apparaten Handwerkszeuge, Schrauben, Bolzen u. dgl. darin liegen bleiben oder auch hineinfallen können, die dann teils aus Vergeßlichkeit, teils auch aus Sorglosigkeit nicht herausgeholt werden, weil das Entfernen öfters mit Umständlichkeiten verknüpft ist. Dadurch können bei der Inbetriebsetzung die größten, zunächst unerklärlichen Störungen entstehen.

Um solche unliebsamen Vorkommnisse nach Möglichkeit zu vermeiden, müssen (außer der zu beobachtenden allgemeinen Vorsicht und Achtsamkeit) stets die den gegebenen Umständen entsprechenden Vorsichtsmaßregeln getroffen werden. So sind bei Arbeiten an Brunnen, Türmen, tiefen Gruben oder sonstigen Gefäßen, die entweder gar nicht oder nur mit großer Umständlichkeit befahren werden können, Plane oder Tücher unter der Arbeitsstelle auszuspannen, die das Hinabfallen des Werkzeuges usw. verhindern. Für gewisse Arbeiten ist es auch am Platze, leicht entgleitende Werkzeuge an eine Schnur zu binden, wenn z. B. befürchtet werden muß, daß sie in tiefe, mit Flüssigkeit gefüllte Gefäße fallen können.

Handelt es sich darum, einen Apparat nur ganz vorübergehend für einen oder wenige Versuche zu improvisieren, so lasse man nicht unnötig Zeit und Geld durch das sogenannte, in diesem Falle ganz überflüssige, technische Verschönern verschwenden. Die Handwerker sind zunächst von Beruf aus immer daran gewöhnt, ihren Arbeiten einen letzten Schliff und die nötige Ansehnlichkeit zu geben, und lassen nicht davon ab, wenn man es ihnen nicht ausdrücklich vorschreibt. Andererseits ist es jedoch keineswegs überflüssig, darauf zu achten, daß bei endgültigen Einrichtungen nach der stets zuerst zu berücksichtigenden Zweckmäßigkeit auch dem Geschmacke insoweit Rechnung getragen wird, als es sich kostenlos ausführen oder doch mit dem Kostenpunkte vereinigen läßt. Eine saubere Einrichtung

und eine für das Auge ansprechende Anlage übt in jedem Falle einen günstigen Einfluß auf Arbeit und Arbeiter aus.

Die Apparatur ist ein wichtiges Fundament für die chemische Technik und ihr korrekter Bau die erste Bedingung für ein einwandfreies Arbeiten des Betriebes, so daß alle darauf bezüglichen Maßnahmen gründlichste Beachtung finden sollten.

Neben der Güte und der sachgemäßen Ausführung der Handwerkerarbeiten ist aber auch jeder Umstand zu berücksichtigen, der auf den Gestehtpreis einen Einfluß hat. Hierzu gehört z. B. die gute Ausnutzung des den Handwerkern zu stellenden Hilfspersonals. Es gibt Handwerker, die sich beständig und bei den kleinsten Arbeiten von ihrem Handlanger bedienen lassen, wie wenn er zur persönlichen Dienstleistung angestellt wäre. Diese Gewohnheit darf man nicht einbürgern lassen. Ebenso, wie die Handwerker in vielen Fällen allein arbeiten können, wird es für den Hilfsarbeiter zu jeder Zeit genügend Arbeit geben, die er selbständig ausführen kann (kleinere Montierungsarbeiten, Herrichtung der Werkzeuge, Aufräumung der Werkstätte, Anfertigen einer Reihe von Gebrauchsstücken auf Vorrat, wie Bordscheiben, Verpackungen, Holzdübel, Lot usw.). Bei anderen Gelegenheiten empfiehlt es sich wiederum, dem Handwerker möglichst ausreichendes Hilfspersonal zur Verfügung zu stellen, wenn dadurch die gerade zu besorgende Arbeit beschleunigt wird, und wenn er seiner persönlichen Fähigkeit nach imstande ist, dasselbe unter seiner Aufsicht gehörig auszunutzen.

Für genügende Beschäftigung der Handwerker in ruhigen Zeiten, die sich wohl in allen Betrieben gelegentlich einstellen, ist rechtzeitig Sorge zu tragen. Es ist die Aufgabe des Werkmeisters, über die Arbeiten in dieser Hinsicht so zu disponieren, daß die Handwerker, die man nicht entlassen will, in den stillen Tagen nicht nur irgend etwas tun, um nicht müßig zu sein, sondern auch nützlich beschäftigt werden.

Für alle diese Dinge ist ein erfahrener und umsichtiger Meister nötig. Häufig unterstehen die Werkstätten großer Betriebe besonderen Fachingenieuren.

Die für die chemischen Fabriken in Betracht kommenden Handwerker sind die Schlosser, Grobschmiede, Kupferschmiede, Klempner oder Spengler, Schweißer, Bleilöter, Rohrleger, Zimmerleute, Tischler oder Schreiner, Böttcher oder Küfer usw.

Schlosser und Grobschmiede werden wohl meist in einer Werkstatt oder doch in benachbarten Räumen arbeiten, weil die Natur der Arbeiten den Gebrauch vieler gemeinsamer Werkzeuge und Geräte verlangt. Während sich der Schmied mit der größeren Bearbeitung des Eisens (hauptsächlich in glühendem Zustande) befaßt, liegt dem Schlosser die feinere Bearbeitung desselben (meist in kaltem Zustande) und die Vornahme allgemeiner Reparaturen an den Betriebsmaschinen ob. Er sollte spezielle Kenntnis in der Maschinenschlosserei, dem Armaturenfach und der Schwarzblecharbeit besitzen.

Die **Kupferschmiede** beschäftigt sich mit der Bearbeitung von Gegenständen, Apparaten usw. aus Kupfer, Blei, Aluminium, Zinn usw. Das Löten, Verzinnen, Verbleien wird ebenfalls hier ausgeführt.

Der **Klempner**, Blechschmied oder Spengler, verarbeitet speziell Metallbleche. Größere Betriebe beschäftigen daneben besondere Rohrlieger, Schweißer, Bleilöter usw., welche die betreffenden Arbeiten ihres Faches verrichten.

Dem **Zimmermann**, in größeren Betrieben auch dem Tischler, liegen sämtliche Holzausführungen ob, die in den chemischen Fabriken eine nicht geringe Ausdehnung haben.

Der **Böttcher**, Faßbinder, Küfer, Büttner, Kübler steht in Betrieben in Arbeit, bei denen das Faßmaterial eine größere Rolle spielt. Der Typus der Böttcherfabrikate ist das Faß, von dem sich die Bottiche und Wannen der verschiedensten Formen ableiten. Alle diese Gefäße werden aus durch Holz- oder Eisenreifen zusammengehaltenen Dauben hergestellt und durch einen unteren und auch oberen Boden geschlossen. Damit das Antreiben der Reifen für das vollkommene Abdichten der Dauben ermöglicht wird, haben alle Böttchergefäße eine konische oder gewölbte und nicht eine zylindrische Form. Die Stärke der Wölbung oder Verjüngung wird durch den Faßstich ausgedrückt, worunter der Unterschied der Durchmesser des Faßbauches und des Faßkopfes ($D-d$, Fig. 41) verstanden wird. Der Faßinhalt ist nach der Formel:

$$T = 1/12 \pi h (2D^2 + d^2)$$

zu berechnen.

Das zur Faßfabrikation nötige Holz ist im frischen Zustande zu verarbeiten. Die Art desselben richtet sich nach den bestimmten Zwecken, denen die Gefäße dienen sollen. Ist man sich über die Art der Beeinflussung des aufzunehmenden Inhaltes durch das Holz nicht klar, dann nehme man nicht etwa an, daß dieses oder jenes Holz wohl brauchbar sein dürfte, sondern stelle es einwandfrei fest, indem man das fragliche Holz in der betreffenden Flüssigkeit den Umständen entsprechend kalt oder warm stehen läßt, um sich von der Wirkung überzeugen zu können. Für manche Zwecke werden die Fässer durch Ausschweifeln, Auspichen, Leimen und Dämpfen noch besonders hergerichtet. Auch das Material der mitunter dazu gebrauchten Stifte, Schrauben oder Nägel (ob Eisen, Kupfer, Messing usw.) kann, wenn diese mit dem Faßinhalt in Berührung kommen, einen nachteiligen Einfluß ausüben. Zum Versand chemischer Produkte dienen vielfach Eisenfässer (auch verzinkt oder verzinkt).

Böttchergefäße dürfen nicht leer stehen und austrocknen, da sie dann leck werden und nur durch wiederholtes Vollgießen und Antreiben der Reifen wieder dicht zu machen sind. Zu stark ausgetrocknete Fässer fallen selbst ganz auseinander und müssen von dem Böttcher wieder zusammengestellt werden. Wenn ein Gefüllthalten der Böttcherwaren nicht möglich ist, dann sind sie wenigstens an einem kühlen, feuchten Orte (Keller) aufzubewahren und von Zeit zu

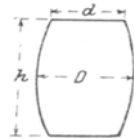


Fig. 41.

Zeit zu begießen. Undichtigkeiten, die durch Quellen des Holzes und Antreiben der Reifen nicht zu beheben sind, können am sichersten von der Innenseite aus, damit nicht die Dichtung von dem Flüssigkeitsdruck herausgepreßt wird, mit geeignetem Kitt, Pech oder Leim in Verbindung mit Hanf, Schilf oder Holzspänen beseitigt werden.

Zum Unterschiede von Zimmerarbeiten sind Bottiche und Fässer immer so aufzustellen, daß sie möglichst voll, also mit allen Dauben, auf der Unterlage ruhen, daß aber trotzdem die Luft zu dem Faßboden Zutritt behält, um ein Faulen des Holzes zu verhindern. Aus diesem Grunde ist ein fäulnishemmender Anstrich der Unterlagen, sowie der Bottiche und Fässer von außen um so mehr zu empfehlen, als doch in den meisten Betriebsräumen die Umstände für ein schnelleres Verderben des Holzes vorhanden sind.

Sollte man in die Lage kommen, Faßspunde für diesen oder jenen Fall selbst anfertigen zu lassen, so achte man darauf, daß sie in der Weise aus dem Holze geschnitten werden, daß die Holzfasern nicht in der Richtung der Spunddicke, sondern in der des Durchmessers verläuft, da er sonst durchnässen würde. Desgleichen muß der Spund, damit er beim Festschlagen anzieht und schließt, so in das Spundloch eingesetzt werden, daß das Holz von Spund und Spunddaube in einer Richtung verläuft. Zum Heraustreiben des Spundes benutzt man einen wuchtigen Holzhammer von der ganzen Breite der Spunddaube, mit dem man auf die letztere dicht neben den Spund schlägt. Mit eisernen oder zu schmalen Holzhämmern, Rohrenden oder gar Schraubenschlüsseln, wie sie bisweilen dazu verwendet werden, zerschlägt man sehr bald die Spunddaube.

Für die Beurteilung der Arbeiten aller Handwerker gilt gemeinsam, daß man sich stets von ihrer guten Ausführung, z. B. von der Dichtigkeit der Metall- bzw. Holzgefäße oder der Rohrleitungen, der sorgfältigen Lötung oder der guten Veredelung (Verzinnen usw.) der Metalloberflächen, sowie endlich davon überzeugen sollte, daß nicht überschüssiges Material verwendet worden ist. Hier stets den empfehlenswerten Mittelweg zu finden, ist äußerst wichtig.

Maurerarbeiten kommen recht häufig in chemischen Betrieben vor, so daß in Fabriken selbst mittlerer Größe wohl beständig ein Maurer Arbeit finden wird. Die gebräuchlichsten Baumaterialien, wie Kalk, Zement, Sand, Ziegelsteine und Schamottesteine müssen in angemessenen Mengen vorrätig sein. Da die Maurerarbeiten immer schmutzig sind, so ist die Arbeitsstätte des Maurers in den Betriebsräumen vorzubereiten, damit die Apparatur oder gar das Fabrikat nicht dadurch verunreinigt werden. Auch Sorge man dafür, daß der Mauerstutt nicht übermäßig in die benachbarten Räume verschleppt wird, was bei einem lebhaften Verkehr gar zu leicht geschehen kann. Für das Arbeiten im Freien ist zu bedenken, daß Mauerungen, die unter -4°C ausgeführt werden, nicht haltbar sind und daß Zementmörtel überhaupt keinen Frost verträgt. Es ist häufig üblich, auch kleine Isolierarbeiten von den Betriebsmaurern ausführen zu lassen. Dem kann nur bedingt das Wort geredet werden: für einigermaßen

umfangreichere Isolierarbeiten sollte stets ein fachkundiger Isolierer einer Spezialfirma herangezogen werden. Die Mehrausgabe wird durch vermehrte und dauernde Brennstoff- oder Wärmeersparnis wieder eingebracht. Größere Betriebe beschäftigen auch Maler und Anstreicher für Instandhaltung der Anlage.

Das Werkzeug der Betriebshandwerker.

Wieviel an Werkzeug und an Werkzeugmaschinen für die Hilfsbetriebe anzuschaffen ist, das hängt natürlich vom Umfang der Arbeiten ab. Im nachfolgenden sind die gebräuchlichsten Stücke zusammengestellt, die man den wechselnden Anforderungen gemäß vervollständigen oder verringern kann.

Für die Erhaltung des ordentlichen Zustandes des Werkzeugbestandes sind die Handwerker verantwortlich. Man übergebe ihnen ein Verzeichnis ihrer Werkzeuge und vergleiche dasselbe vielleicht alle drei Monate mit den Beständen. Sodann ist für geeignete, verschleißbare Aufbewahrung der Werkzeuge zu sorgen. Gleiches Werkzeug, wie Hämmer, Zangen verschiedener Werkstätten, ist auf irgendeine Weise kenntlich zu machen, damit jeder Streit über den Besitz ausgeschlossen bleibt. Größere Werkzeuge sollten nur gegen Leihschein ausgehändigt werden. Peinliche Ordnung, zweckmäßige Inventarisierung und häufige Auffüllung der auf die Neige gehenden Vorräte sind für die kleinste Betriebswerkstatt genau so wichtig, wie für die große Montagehalle der Maschinenfabrik.

Die Schlosserwerkzeuge bestehen u. a. aus Hämmern und Zangen verschiedener Art, aus Schraubenschlüsseln mit festen und verstellbaren Backen, Schraubenziehern, Keilziehern, Flach- und Spitzmeißeln, Bohrern, Bohrnarren, Schraubstöcken, Handsägen, Senkeisen, Reibahlen. Für Rohrarbeiten kommen hinzu: Rohrschraubstöcke, Rohrabschneider, Gewindeschneider, Schneidkluppen, Gewindebohrer und Rohrzanzen.

Von maschinellen Einrichtungen sind wichtig: Bohrmaschinen, Blechscheren, Drehbänke, Schleifsteine, Sägemaschinen, Schmirgelmaschinen und Hobelmaschinen.

Für den Schmied kommen hinzu: Ein Schmiedeherd mit Gebläse, eine Feldschmiede, das Handgerät zu diesen, Amboße mit Gesenke und Hörnern, Amboßblock, Amboßhammer, Handhammer, eine Richtplatte, mitunter auch Senkplatten und Reifenbiegmaschinen.

Für Blecharbeiten der Kupferschmiede und Klempner sind nötig: Blechlehre, Blechscheren für Handbedienung und mit Hebelkraft, Holz- und andere Hämmer, Schraubstöcke und -zwingen, LötKolben und -lampen, Stanzen und Lochmaschinen, Drahtzangen, Feldschmiede und Rohrzanzen. Die Schweißer und Bleilöter brauchen Schneid- und Schweißbrenner, Gummischläuche, Bomben für die benutzten Gase (Sauerstoff, Wasserstoff, Azetylenapparat), Hämmer usw. Unter Umständen sind Einrichtungen zur galvanischen Metallveredelung notwendig.

Die hauptsächlichsten Werkzeuge für die Holzbearbeitung sind: Handsägen, Hämmer, Stemmeisen, Hobel, Zangen, Raspeln, verschiedene Bohrer, Zentralbohrer, Schraubenzieher, Holzfeilen, Anreiß- und Gehrungswinkel; zum Leimen: Leimtopf, Pinsel, Schraubzwingen; ferner Beile und Brecheisen.

Die Maurerausrüstung besteht im allgemeinen aus dem Mörtelschaff, Handkellen, Schaufeln, Spaten, Maurerhammer, Wasserwage, Besen, Maurerpinsel, Glattstrichreiber usw. Dazu kommen u. U. noch ein Handsieb für feinen Sand, Schubkarren, Kalklöschpfanne und Kalkgrube.

Für Montierungs- und allgemeine Zwecke sind erforderlich: Montagegerüste, Leitern, Flaschenzüge, Taue, Ketten, Handwinden, Wasserwagen, Zirkel, Anreißer, Winkel, Maßstäbe, Bandmaße, Tachymeter, Schiebelehren, Taster, Mikrometerschrauben, Riemenspanner, Riemenlocher und Ölkannen.

Dichtungs- und Packungsmaterialien sind in allen erforderlichen Größen und Qualitäten, roh (in Platten, Schnüren) und gebrauchsfertig (zugeschnittene Rohrdichtungen usw.) vorrätig zu halten. Auch Isoliermaterial (Kieselgur, Asbest, Seidenzopf, Kork usw.) sollte stets vorhanden sein.

B. Mechanische Hilfsmittel.

Rohrleitungen¹⁾.

Die Rohrleitungen dienen zur Beförderung von Flüssigkeiten und Gasen und bilden somit einen wichtigen Faktor in den Fabrikanlagen. Im allgemeinen ist von ihnen zu sagen, daß sie sowohl für die Zuleitungen, wie für die Ableitungen bei Neuanlagen nicht zu eng gewählt werden sollten. Wenn sie den zur Zeit der Anlage geforderten Ansprüchen gerade genügen, können bei späterer Ausdehnung des Betriebes und Vergrößerung des Leitungsnetzes ungenügender Druck und zu geringe Förderfähigkeit der Leitungen recht lästige Kalamitäten sein.

Die Leitungen selbst sollten frei und bequem zugänglich angelegt werden und stets etwas von der Wand entfernt liegen: die etwaigen Nähte der Rohre zeigen immer nach vorn, damit defekte Stellen leicht zu finden und die Reparaturen schnell ausführbar sind. Aus demselben Grunde sollen auch die Rohrverbindungen leicht zugänglich sein und in keinem Falle eng an der Mauer oder gar in derselben liegen, wie man es bei Neuanlagen bisweilen sieht. Um im Bedarfsfalle Abzweigungen ausführen zu können, ohne die Leitung teilweise herausnehmen und den Betrieb gar unterbrechen zu müssen, sind die Rohre in gewissen Abständen mit blind verschraubten Reservestutzen zu versehen, welche zu jeder Zeit und ohne Umständlichkeiten eine Rohrverlängerung gestatten.

1) Vgl. auch V. Hüttig, Heizungs- und Lüftungsanlagen in Fabriken; Leipzig 1915; besonders S. 193 ff.

Man gebe allen Leitungen genügendes Gefälle. Dadurch wird sowohl ein schnelles und vollkommenes Entleeren derselben gewährleistet, als auch bei den im Freien liegenden Leitungen eine größere Garantie gegen das Einfrieren im Winter gegeben. Bei Rohrleitungen mit zu geringem Gefälle können sehr leicht Rückstände in denselben verbleiben, welche die Verstopfung begünstigen. Leitungen für breiige, schlammige und Bodensätze mit sich führende Massen sollen außerdem reichlich weit und, selbst auf Kosten des Aussehens der Anlage, möglichst geradlinig und nicht mit scharfen Krümmungen versehen sein, um das sehr leichte Verstopfen zu vermeiden oder eintretende Verstopfungen ohne besondere Umständlichkeiten beseitigen zu können. Lösungen, die leicht absetzen oder auskristallisieren, schlammige Flüssigkeiten und stark verunreinigte Ablaugen sollten, wenn irgend angängig, in offenen Rinnen geführt werden, die bequem zugänglich sind. Führen Leitungen über Fabrikhöfe oder durch andere Betriebsräume hindurch, so werden sie (u. U. isoliert) in begehbaren Rohrkanälen vereinigt oder oberirdisch auf Säulen verlegt. Man vergesse nie, daß ein guter, stets vervollständigter und übersichtlicher Rohrplan die geringe Mühe seiner Anfertigung tausendfach belohnt.

Es hat sich als sehr zweckmäßig erwiesen, die einzelnen Leitungen für Dampf, Wasser, Vakuum, Druckluft usw. in verschiedenen Farben anzustreichen, um sie auf diese Weise sicher zu erkennen, was bei Vorhandensein vieler Leitungen bisweilen seine Schwierigkeiten hat. Für die Praxis sind besondere Rohrnormalfarben für Wasser, Dampf, Laugeleitungen usw. zusammengestellt worden.

Die Abflußleitungen für Kondens-, Kühlwasser und andere Betriebsabgänge liegen in den Betriebsräumen so tief wie möglich, damit sie auch den späteren Anschlüssen an die einzelnen Apparate keine Schwierigkeiten entgegenstellen. Das Kondenswasser soll in der Heizleitung keinen Wassersack bilden, der die genaue Einstellung des Heißdampfes fast unmöglich machen würde; auch soll es immer sichtbar abfließen. Kondenstöpfe zur Entwässerung der Leitungen (s. unten) sind oftmals die Schmerzenskinder der Betriebe. Sie sind stets sorgfältig zu beaufsichtigen und nie zu vernachlässigen, da sie sonst erhebliche Wärmeverluste verschulden können. Im allgemeinen ist zu empfehlen, alle Abwässer sichtbar in die Hauptabflußleitungen eintreten zu lassen (meist durch Anbringung von Trichtern auf den letzteren), da dieses Verfahren für die Kontrollierung der Arbeitsprozesse große Vorteile bietet.

Die **Dampfleitungen**, die stets Manometer und Dampfmesser tragen sollten, liegen aus praktischen Gründen hoch, d. h. über den Wasserrohren, damit das u. U. zum Kühlen zu verwendende Wasser nicht durch die von ersteren aufsteigende Wärme vorgewärmt wird. In welcher Höhe die Hauptdampfleitung zu führen ist, bedarf je nach obwaltenden Betriebsverhältnissen eingehender Erwägung, um die Abzweigungen nach den Verbrauchsstellen nicht unnötig lang zu machen. Die Hauptdampfleitung muß günstig und zugänglich liegen. Es ist nicht gleichgültig, ob die Stützen der Hauptleitung für die Abzweigungen nach unten oder nach oben zeigen. Im ersteren Falle wird

das Kondenswasser der Hauptleitung stets in die Abzweigungen nach den Verbrauchsstellen mitgeführt werden, während im anderen Falle, wenn die Stutzen nach oben zeigen und am Ende der Hauptleitung ein Kondensstopf vorhanden ist, der Dampf ziemlich wasserfrei in die Zweigleitungen eintritt. Erstere Anlage hat auch den Nachteil, daß bei sich bildenden Undichtigkeiten der Stutzenflanschen das herabtropfende Kondenswasser die Rohrisolierungen aufweichen und beschädigen kann. Haben Dampf und Kondensat längere Zeit in den Leitungen gestanden und sind diese kalt geworden, so wird beim Wiederanstellen des Dampfes häufig Wasser aus den Flanschen austreten. Nach dem Wiederwarmwerden pflegt diese Erscheinung infolge der Ausdehnung der Rohre und der Zusammenpressung der Rohrverbindungen aufzuhören, so daß sie nicht als eine Undichtigkeit der Leitung zu betrachten ist.

Die den Leitungen nach solchen Ruhepausen zuerst entströmenden Kondensate und Dämpfe sind immer durch mitgeführten Eisenrost verunreinigt. Deshalb läßt man Dampf und Wasser kurze Zeit frei ausströmen, ehe man sie in die Gefäße leitet. Der Dampf ist stets ganz allmählich anzustellen, da sonst das gefürchtete „Schlagen“ der Leitungen eintritt. Ist es nötig, den Rost oder sonstige aus der Leitung herrührende Verunreinigungen völlig fern zu halten, so muß ein Zwischengefäß oder ein Dampfwaterableiter eingeschaltet werden. Von diesem aus geht man dann mit einem Rohr oder Schlauch aus indifferentem Metall in das betreffende Gefäß.

Zur Kompensierung der durch die Wärme bedingten Ausdehnung und Verschiebung längerer Rohrleitungen müssen entsprechende Einrichtungen getroffen werden. Es gibt deren verschiedene. In der Mitte der Gesamtleitung befindet sich z. B. oftmals ein in der Regel aus Messing oder Kupfer hergestelltes Rohrstück, das sich in einem weiteren Rohre mittels einer Stopfbüchse verschieben kann. Oft wird auch ein in Hufeisen- oder Schleifenform gebogenes elastisches Rohr (eine Lyra) in die Leitung geschaltet, doch stets so, daß sich darin kein Kondenswasser ansammeln kann. Auch Metallschläuche ohne Gummieinlage haben sich selbst für die höchsten Temperaturen und großen Druck recht gut bewährt. Damit diese Kompensatoren aber auch ihren Zweck erfüllen und nicht infolge des Bestrebens des Dampfes, den elastischen Teil auseinander zu treiben, das Gegenteil bewirken, müssen die äußersten Enden der Rohrleitung gegen Längerverschiebung festgelegt werden, also fest in den Schellen eingeschraubt sein.

Über den Grad der Längenausdehnung eines Rohrstranges kann man sich leicht eine Vorstellung machen, wenn man sich erinnert, daß der Ausdehnungskoeffizient des Eisens $1/901$ für 100° und von 100 bis 145° das Doppelte davon beträgt. Demnach würde sich eine etwa 30 m lange Dampfleitung bei einer Dampfspannung von 5 Atm. um etwa 5 cm ausdehnen.

Auch in anderen Leitungen dürfen niemals Spannungen herrschen, da solche zu Rohrbrüchen Veranlassung geben können. Geeignete Verlegung wird entweder durch nicht zu feste Lagerung in den Rohr-

schellen erreicht oder, bei den in „sackendem“ Erdreich liegenden Leitungen, durch Einschaltung geeigneter Krümmen oder Metallschlauchstücke, sowie durch andere elastische (Kupfer-) Teile bei gußeisernen Leitungen.

Bei längeren und endgültigen Betriebsleitungen werden für nachträgliche Abzweigungen in gewissen Entfernungen Stützen angelötet, angeschweißt oder T-Stücke eingesetzt. Diese sind meist recht-, selten schiefwinklig zur Rohrleitung stehende, kurze, mit Muffen oder Flanschen versehene und blind verschraubte Rohrenden, an denen im Bedarfsfalle die neuen Abzweigungen mit der Hauptleitung verbunden werden. Diese Stützen sollten überall da angebracht werden, wo auch nur die geringste Möglichkeit einer späteren Abzweigung vorherzusehen ist, denn die kleine Mehrarbeit ihrer Anbringung bei der Anlage der Leitung steht in keinem Verhältnis zu der durch ihre nachträgliche Anbringung besonders an bekleideten Röhren bedingten Betriebsstörung.

Ebenso ist die Einschaltung bequem zugänglicher Ventile und Hähne zum Abstellen bzw. Ausschalten längerer Rohrstränge oder durch die Betriebsart besonders gefährdeter Strecken notwendig, damit bei etwaigem Bruch oder plötzlichem Undichtwerden der Rohre nicht die ganze Anlage, sondern nur der undichte Teil außer Betrieb gesetzt zu werden braucht. Daß diese Absperrvorrichtungen sich zu jeder Zeit in gutem Zustande befinden sollen, um nicht gegebenenfalls zu versagen, ist selbstverständlich; es können Monate, ja Jahre vergehen, bis sie eines Tages ihren Zweck erfüllen sollen und dann kann ihr Versagen größeres Unheil anrichten, als wenn sie überhaupt nicht vorhanden wären und man sich auf sie gar nicht verlassen hätte. Provisorisch können Leitungen mit Hilfe von Rohrschellen, Kitt, Werg usw. gedichtet werden.

Wasserleitungen sollten niemals tote Stränge haben, da in ihnen das Wasser im Winter gefrieren kann und dann die Rohre zum Zerplatzen bringt. Frostsichere Verlegung der Wasserrohre und ihre gute Umhüllung mit Strohseil usw. ist mindestens so wichtig, wie zweckmäßige Isolierung der Dampfleitungen. Zerfrorene Rohre zeigen ihre Undichtigkeiten stets dann, wenn man es am wenigsten erwartet. Im Winter sollte es überhaupt Rohre voll stehenden Wassers nicht geben. Das Wiederauftauen eingefrorener Leitungen soll vorsichtig und allmählich geschehen. Wassermesser in die Rohrstränge einzubauen, empfiehlt sich stets, da sie die Betriebsökonomie erhöhen.

Kohlensäure- und Preßluftleitungen sind, da diese Gase oft feucht sein werden, vor Frost zu schützen. Der Feuchtigkeit wegen pflegen sie auch im Innern zu rosten, falls sie nicht aus einem nichtrostenden Material bestehen. Um den Rost zurückzuhalten, sind auch hier die für die Dampf- und Wasserleitungen zu diesem Zwecke genannten Vorkehrungen zu treffen. Daß solche Druckleitungen überall da, wo man sich ihrer bedient, mit einem Manometer zu versehen sind, versteht sich wohl von selbst.

Vakuumleitungen müssen stets sehr sorgfältig abgedichtet werden. Unter Druck stehende Leitungen verraten ihre Undichtigkeiten leicht

durch heraustretendes Wasser, Dampfausströmung usw., bzw. durch das damit verbundene Geräusch. Bei saugenden Leitungen stellt man die Undichtigkeiten dagegen nur an dem Fallen des Manometers fest. Die fragliche Stelle zu finden, verlangt hier größere Aufmerksamkeit. Es ist praktisch, wenn diese Leitungen in gewissen Abständen Hähne tragen, so daß man durch deren abwechselndes Schließen den Teil der Leitung ermitteln kann, in dem sich die Undichtigkeit befindet. Daß die Hähne selbst nicht Undichtigkeiten aufweisen dürfen, ist natürlich zu beachten. Ein aufmerksames Abhorchen des fraglichen Teils der Leitung läßt zuweilen ein schwaches Geräusch der eingesogenen Luft vernehmen. Auch Ableuchten mit einer ruhig brennenden Kerzenflamme kann gute Dienste leisten. Bespritzt man eine undichte Stelle des Rohres mit Wasser, so wird das Geräusch des Einsaugens verstärkt; das Wasser wird in die Undichtigkeit eintreten und aufgetrocknet werden. Ist es aber nicht möglich, auf diese Weise die undichte Stelle zu ermitteln, so muß man sämtliche Verbindungen frisch abdichten, bis das Vakuum wieder anhält.

Daß Vakuumleitungen infolge von Unaufmerksamkeit oder von Schäden flüssige oder breiige Stoffe einsaugen, kommt von Zeit zu Zeit einmal vor. Die daraus entstehenden Folgen sind sehr störend, da sich die Leitungen nicht immer leicht reinigen lassen. Es ist stets gut, solche Möglichkeiten vorzusehen und entsprechende Vorsichtsmaßregeln zu treffen, die am einfachsten darin bestehen, daß zwischen Vakuumleitung und Apparat ein Zwischengefäß von Glas oder von Metall mit Wasserstandsrohr geschaltet wird.

Rohre.

Für die Wahl des Rohrmaterials — ob Eisen, Kupfer, Blei, Ton usw. — sind verschiedene Punkte maßgebend: die Natur der zu fördernden Stoffe, deren Menge, der Preis des Rohrmaterials und die Art der Leitung, ob provisorisch oder endgültig. Zur Verwendung kommen hauptsächlich Guß- und Schmiedeeisen, Kupfer, Blei, Zinn, auch Aluminium, Ton, Porzellan, ja selbst Kautschuk und Holz, wenn die jeweiligen Umstände es verlangen sollten. Für Rohrleitungen beginnen sich bestimmte Normalmaße einzubürgern. Für die Arbeit an Rohrleitungen sind z. T. besondere Werkzeuge nötig (Rohrzangen, Schneidbrenner, die von innen heraus schneiden usw.).

Eiserne Rohre. Sie kommen, als die wohlfeilsten, überall da zur Verwendung, wo es die chemischen Eigenschaften der zu transportierenden Stoffe irgend gestatten und wo nicht besonders starke Krümmungen und viele Verzweigungen ein geeigneteres Material empfehlen. Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen Einflüsse verschiedener Art werden die eisernen Rohre sowohl außen wie innen mit einem Teeranstrich oder mit Asphalt überzogen, so z. B. dann, wenn sie in die Erde gebettet werden. Zum Schutze gegen Säuren werden sie bisweilen emailliert.

Gußeiserne Rohre werden im allgemeinen nicht auf Druck geprüft. Die geringste gangbare Weite ist 25 mm. Je nach dem lichten Durchmesser — bis etwa 1200 mm — beträgt die Baulänge 0,5—4,0 m, die geläufigste ist 4—8 m. Unter Baulänge ist bei den Flanschenrohren

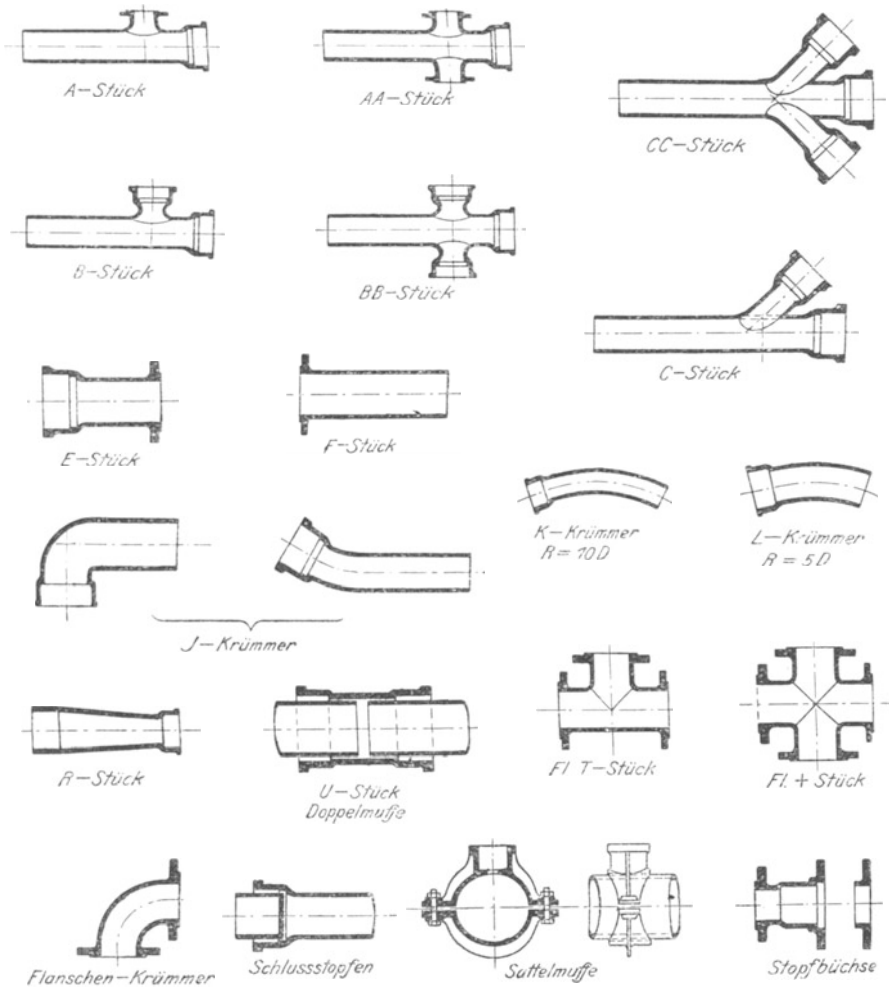


Fig. 42.

die Gesamtlänge, d. h. von Dichtungsfläche zu Dichtungsfläche der Flanschen, verstanden, während bei Muffenrohren die Rohrlänge ohne Muffentiefe (Fig. 46, a) gerechnet wird. Die gußeisernen Rohre sollen die bereits genannten Eigenschaften des grauen Gußeisens besitzen und ihre Zugfestigkeit soll mindestens 12 kg für 1 qmm betragen.

Da die einzelnen Rohre nicht bearbeitet werden können, so verwendet man zum Bau des Leitungsnetzes Verbindungsstücke. Das sind nach bestimmten Normalien angefertigte Formstücke; Krümmer und Verzweigungen, für welche die in Fig. 42 angegebenen Buchstabenbezeichnungen allgemein gültig sind, so daß man z. B. unter A-Stücken, R-Stücken ganz bestimmte Formen versteht, die in ihren Abmessungen Normal- und Massenartikel sind, sonst aber in jeder verlangten Größe angefertigt werden.

Auf 20 Atm. Druck geprüfte gußeiserne Rohre werden für Dampf- und Druckleitungen als Flanschenrohre (s. Rohrverbindungen) gebaut. Für Gas- und Wasserleitungen sind es Muffenrohre, die sich für einen Betriebsdruck bis 10 Atm. eignen; Wasserleitungsrohre für 6 Atm. Betriebsdruck sind 5—10%, solche für 4 Atm. Druck und Gasleitungsrohre sind 10—15% leichter und billiger.

Die Preise der Rohre schwanken mit den Rohmaterialpreisen. Vor dem Kriege kostete das 4 m-Stück eines auf 20 Atm. geprüften Gußeisenrohres von 100 mm lichter Weite M. 5,50 (Gewicht etwa 70 kg).

Die Baulänge beträgt für gußeiserne Rohre im Mittel

bis einschließlich	40 mm lichte Weite	2,0 m
„	60 „	2,5 „
„	90 „	3,0 „
„	100 „ und mehr	4,0 „

Flanschenrohre und -krümmer (Fig. 43) dienen zur Herstellung des Überganges von den Gußrohrleitungen zu den schmiedeeisernen Rohren mit ovalen Flanschen.

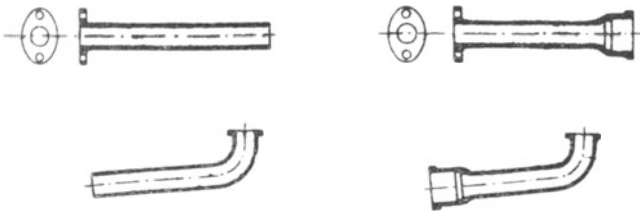


Fig. 43.

Schmiedeeiserne Rohre haben vor den gußeisernen den Vorzug größerer Festigkeit und Drucksicherheit. Infolgedessen ist ihre Wandstärke dünner und ihr Gewicht geringer. Sie lassen sich biegen und sind demnach leichter zu montieren. Schmiedeeiserne Rohre werden deshalb besonders in kleineren Durchmessern sehr viel in den Betrieben verwendet. Sie rosten leichter als gußeiserne Rohre und dürfen daher u. a. nicht ohne Rostschutz in die Erde gelegt werden.

Die schmiedeeisernen Rohre werden entweder aus einem massiven Eisenstab nahtlos gewalzt (Mannesmann-Rohre) oder sie werden aus einem Blech- oder Flacheisenstreifen zusammengebogen; die Längsnaht

wird dann durch Falzen, Nieten, Löten oder Schweißen geschlossen. Stumpfgeschweißte Rohre entstehen durch stumpfes Zusammenstoßen der Nahtränder, überdeckt- und patentgeschweißte dagegen dann, wenn die Blechkanten sich gegenseitig ein wenig überdecken.

Die Flanschenrohre sind, weil leichter auswechselbar, die empfehlenswerteren — und selbst bei Muffenleitungen sind der leichteren Auswechslung halber in gewissen Entfernungen Flanschenrohre einzufügen.

Den Abmessungen der schmiedeeisernen und der Mannesmann-Rohre liegt noch häufig der englische Zoll zugrunde.

Schmiedeeiserne und Stahlrohre mit Gewinden und Muffen für Gas, Wasser und Dampf kosteten vor dem Kriege etwa 63 Pf. für das laufende Meter bei 1 Zoll = 26 mm lichter Weite (Gewicht 2,45 kg).

Die Baulänge der schmiedeeisernen Rohre beträgt gewöhnlich 5 m. Man findet außerdem im Handel: schmiedeeiserne verzinnte Dampfheizungsrohre, verzinkte Eisenblechrohre, schmiedeeiserne genietete Bohrrohre, armierte Wasserrohre. Für Hochdruckleitungen werden nahtlose Stahlrohre viel verwendet. Besonders sorgfältig sind die Siederohre der Dampfkessel gearbeitet. Rohre aus Schmiedeeisen usw. lassen sich nach Füllung und Verstopfung mit Sand in der Hitze wie Glasrohre biegen. Ihre Bearbeitung durch Absprengen, Zersägen, Schweißen usw. ist einfach. Ferrosiliziumrohre usw. dienen Spezialzwecken der Säureindustrie.

Der Rohrbiegeapparat Zyklus gestattet ein Biegen der Rohre bis 4 Zoll ohne Füllung oder Verbeulung bei geringem Kraftaufwand.

Kupferrohre gelangen überall da zur Verwendung, wo die chemischen Eigenschaften der überal befördernden Stoffe es verlangen, wo bei hoher Temperatur des Röhreninhaltes große Anforderungen an die Festigkeit der Rohre gestellt werden und wo viele Krümmungen und Windungen in der Leitung vorhanden sind. Für überhitzten Dampf von über 250° eignen sich jedoch Kupferrohre von großem Querschnitt nicht, da sie dann zu weich werden.

Kupferrohre gewähren den Vorteil, daß sie sich bis zu 10—15 mm Weite kalt biegen lassen. Zu dem Zwecke werden sie mit Sand gefüllt und verstopft, damit das dünnwandige Rohr beim Biegen nicht knickt. Aus demselben Grunde werden Kupferrohre größeren Durchmessers auch mit geschmolzenem Fichtenharz ausgegossen. Beim Warmbiegen wird das erweichende Harz von den zu beiden Seiten der zu biegenden Stelle festbleibenden Massen eingeschlossen und erhält das Lumen des Rohres beim Biegen aufrecht. Durch nachheriges Anwärmen des Rohres kann das Harz herausgeschmolzen werden; das Rohr wird dann mit Sägemehl gereinigt.

Die Kupferrohre werden entweder aus Blech und mit hartgelöteter Naht oder nach verschiedenen anderen Verfahren auch ohne Naht hergestellt; sie sind dann natürlich sehr viel sicherer und haltbarer, aber auch bedeutend teurer.

Die Wandstärken der Kupferrohre sind 1, 1½, 2, 2½, 3, 3½, 4 und 4 mm. Rohre über 120 mm Durchmesser haben eine geringste Wandstärke von 2 mm und solche von über 160 mm Durchmesser

mindestens 3 mm. Die Fabrikationslänge ist 4—6 m. Das Gewicht der Kupferrohre ist annäherungsweise $0,03 D \times W \times L$ kg, worin D den inneren Durchmesser, W die Wandstärke in Millimetern und L die Rohrlänge in Metern bedeutet. Demnach würde ein Rohr von 15 mm innerem Durchmesser, 2 mm Wandstärke und 3 m Länge $0,03 \times 15 \times 2 \times 3 = 2,70$ kg wiegen (2,85 ist das tatsächliche Gewicht). Der Grundpreis für Kupferrohre schwankt sehr. Es kosteten Mitte September 1920 100 kg Kupferrohr rund 3600 M. gegen 170—200 M. in der Vorkriegszeit.

Kupferrohre können neuerdings autogen geschweißt werden.

Bronze- und Messingrohre stehen im Gewicht und Preise den Kupferrohren nahe.

Bleirohre werden besonders dann benutzt, wenn es auf die chemische Indifferenz des Bleies — z. B. gegen Schwefelsäure und Chlor — ankommt und wenn es sich darum handelt, schnell eine Leitung zu improvisieren. Die sehr biegsamen Bleirohre lassen sich sehr leicht in jedem gewünschten Sinne verlegen. Es ist außerdem sehr bequem, nach dem aufgesteckten Flanschenring einen Flanschbord zu hämmern und so die Rohrverbindung herzustellen. Die auf der einen Seite sehr geschätzte Weichheit des Bleies wird in allen den Fällen zum Nachteil, wo die Rohre einem Druck ausgesetzt und heiße Stoffe darin gefördert werden sollen. Die dann weich werdenden und sich ausdehnenden Rohre deformieren sich stark und müssen sachgemäß armiert werden. Daher wendet man in solchen Fällen auch homogen verbleite Eisen- oder Kupferrohre an.

Gepreßte Bleirohre sind den gezogenen vorzuziehen, da sie frei von Höhlungen und dichter sind. Die handelsüblichen Abmessungen der Bleirohre sind 10—80 mm lichte Weite mit dem Durchmesser entsprechenden verschiedenen Wandstärken von 2,5—7,5 mm. Sie werden jedoch auch in kleineren und in wesentlich größeren Weiten hergestellt. Das annähernde Gewicht pro 1 m geht aus folgender Zusammenstellung hervor.

Lichte Weite	10	15	20	25	30	50 mm
Wandstärke 3—4 mm	1,4	1,9	2,9	3,5	4,0	7,5 kg
Wandstärke 5 mm	2,7	3,6	4,5	5,4	6,0	9,4 kg.

Die Bleirohre haben in kleineren Weiten 20—30 m, in mittleren 10—20 m und in größeren Weiten 5—15 m Länge.

Homogen verbleite Rohre finden u. a. überall dort Verwendung, wo die mechanische Festigkeit von Rohren aus gewöhnlichem oder aus Hartblei nicht ausreichend sein würde. In Berücksichtigung der verschiedenen spez. Gewichte und des Umstandes, daß die Wandungen der Bleirohre relativ viel stärker als die der Kupferrohre sind, stellen sich Blei- und Kupferrohre so ziemlich gleich im Preise. Bleirohre werden autogen zusammengelötet.

Zinnrohre und innen verzinnnte Bleirohre finden Verwendung in den Fällen, wo die chemische Indifferenz des Zinns verlangt wird, so

besonders für Wasserleitungsröhren und Kühlschlangen der Destilliergefäße. Ihre große Biegsamkeit machen sie gleich den Bleirohren für viele, häufigen Veränderungen ausgesetzte Anlagen tauglich, soweit der dem Blei gegenüber bedeutend höhere Preis es gestattet. Für anhaltend hohen Druck, sowie hohe Temperaturen sind sie zu weich und daher ungeeignet. Das annähernde Gewicht der Zinnrohre bei einer Wandstärke von 3 mm ist $0,08 d \times L$, worin d die lichte Weite in Millimetern und L die Rohrlänge in Metern bezeichnet. Demnach würde ein 5 m langes und 20 mm weites Zinnrohr wiegen: $0,08 \times 20 \times 5 = 8,0$ kg. Die Zinnrohre werden in Weiten, die stets um 1 mm zunehmen und in verschiedenen Wandstärken von 2, $2\frac{1}{2}$ und 3 mm hergestellt. In den Baulängen entsprechen sie den Bleirohren.

Aluminiumrohre existieren in verschiedenen Weiten. Ihre Verwendung ist zwar noch beschränkt, doch unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß sie sich infolge der neutralen Eigenschaften des Metalles immer mehr einbürgern werden. Von den verschiedenen bis jetzt bekannt gewordenen Lötverfahren eignet sich aber noch keins so ganz für die Praxis der Betriebswerkstätten. Sie sind schweißbar.

Glasrohre werden zu sehr vielerlei Zwecken in den chemischen Fabriken verwendet, so für Heber, Wasserstandsgläser und für alle diejenigen Fälle, in denen man auf die Sichtbarkeit des fließenden Inhaltes Wert legt. Was von dem Glase im allgemeinen gesagt wurde, gilt auch von den Glasrohren. Sie sollen gut gekühlt und bis zu einem gewissen Grade widerstandsfähig gegen schroffen Temperaturwechsel sein. Weite Rohre aus Natronglas lassen sich leichter biegen, als solche aus schwer schmelzbarem Kaliglas, die an dem schweren Gewicht und meist auch an der grünen Farbe erkennbar sind. Die Wasserstandsrohre für Dampfkessel werden aus besonders widerstandsfähigem Material angefertigt.

Glasrohre größeren Durchmessers lassen sich nicht mehr mit der Feile trennen. Auf zweierlei andere Weise aber gelingt ein sicheres Abtrennen. Um die zu trennende Stelle wird ein fester Bindfaden einmal herumgeschlungen und dann einseitig ein Stück starkes Papier mehrmals um das Glasrohr gewickelt, um seitliche Verschiebung des Bindfadens zu vermeiden. Durch die von zwei Leuten auszuführende sägeartige Hin- und Herbewegung des Bindfadens wird die Stelle sehr stark erhitzt, dann plötzlich abgekühlt und abgesprengt. Man kann auch die durchzusprengende Stelle im Abstände von etwa 3 mm gut mit Filtrierpapier-Bandagen von etwa 3 cm Breite umgeben und im Bunsenbrenner mit der Vorsicht erhitzen, daß das Filtrierpapier feucht, also kalt bleibt, das Glasrohr springt dann glatt in dem von den beiden Papierstreifen offen gelassenen Ringe ab.

Tonrohre, viel mehr noch Porzellanrohre, ersetzen, da sie weniger zerbrechlich sind als Glasrohre, diese sehr gut, solange es sich nur um das Material und nicht auch um die Durchsichtigkeit handelt. Sie sind innen und außen glasiert, in kleineren Weiten als Mundstücke für Leitungen im Gebrauch und besonders in großen Weiten von 600 mm und mehr für Abwässer-, Laugen- und Säureleitungen viel

in Verwendung. Tonrohre lassen sich ebenso wie die übrigen Gegenstände aus Ton gut mit Meißel und Feile bearbeiten, wenn man nur die Vorsicht dabei anwendet, das zu bearbeitende Stück weich, z. B. auf Säcken zu lagern, und nicht zu gewaltsam bei dem Picken verfährt.

Quarzrohre, Magnesiumrohre und schließlich mit der Spritzpistole ausgespritzte Rohre sind zu Spezialzwecken vielfach im Gebrauch. Die Bearbeitung der beiden ersteren Sorten ist natürlich nicht so einfach, wie die der Glasrohre, dafür sind sie aber in erster Linie temperaturbeständig.

Schläuche.

Schläuche sind biegsame Rohre von Hanf, Gummi, Leder oder Metall. Sie finden teils als solche Verwendung, teils dienen sie zur Rohrverbindung und zu vorübergehenden Zwecken. Infolge der bequemen Handhabung leisten sie sehr gute Dienste und werden nicht selten auch da verwendet, wo sie entbehrt und durch sich weniger schnell abnutzende Leitungen ersetzt werden könnten, denn von allen diesen sind die Schläuche die kostspieligsten. Mit Rücksicht auf ihre 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, zumal wenn sie nicht immer demselben Zwecke dienen, ordentlich mit Wasser auszuspülen und zusammengerollt, besser über einem Bügel hängend, aufzubewahren.

Die Hanfschläuche nassen, wenn sie trocken gewesen sind, mehr oder minder stark bis zum völligen Aufquellen der Faser und sind deshalb nur da im Gebrauch, wo dieser Umstand nicht von Belang ist.

Berieselungs- und Druckschläuche sind Gummischläuche mit 1 bis 4 Hanfeinlagen, je nach den an sie gestellten Druckanforderungen. Die Preise richten sich nach dem inneren Durchmesser und der Anzahl der Einlagen.

Metallumflochtene Schläuche werden bis auf 50 Atm. Druck geprüft und können für den 10 fachen Druck hergestellt werden. Sie dienen zur Leitung von Dampf, Wasser Säuren und Gasen. Sie sind noch sorgfältiger zu behandeln, wie die Gummischläuche.

Lederschläuche sind aus besten, ausgewaschenen und besonders hergerichteten Häuten hergestellt und durch Kupfernieten zusammengefügt.

Metallschläuche bestehen aus einem schraubenförmig aufgerollten, profilierten Metallband, dessen Ränder zwar beweglich sind, die aber sehr dicht ineinander greifen und mit schmalen Asbest- oder Gummiband abgedichtet werden.

Sie sind infolge ihrer Asbesteinlage sehr widerstandsfähig, werden viel verwendet und können für Drucke bis 300 Atm. hergestellt werden. Die Metallschläuche lassen sich natürlich nicht so bequem, wie die gewöhnlichen Schläuche in beliebige Längen teilen und aufstecken, da ihre Enden — am besten mit einem bestimmt geformten Mundstück — verlötet werden müssen. Diese Metallschläuche, mit Flanschen

und Muffen versehen, eignen sich vorzüglich zur Einschaltung in längere Rohrleitungen, um diesen die Steifheit zu nehmen und das durch letztere verursachte Undichtwerden zu vermeiden.

Das zu ihrer Herstellung verwandte Material ist verzinnter, vernickelter oder reiner Stahl, Bronze und alle anderen gewünschten Metalle. Die handelsüblichen Weiten sind 5–200 mm. Ihre Aufbewahrung (Einölung usw.) sollte stets sorgfältig überwacht werden.

Rohrverbindungen und Abdichten derselben.

Die einzelnen Rohre werden in der einfachsten Weise durch übergestülpte und festgebundene Schlauchstücke zu einer Leitung verbunden (Laboratoriumsglasrohre).

Diese Methode gibt die beweglichsten Verbindungen, ist aber sehr wenig dauerhaft und sicher, sofern nicht die Schlauchstücke druckfest und mit Schlauchschellen befestigt sind. Widerstandsfähiger und steifer sind die Flanschen- und Muffenverbindungen bzw. die Vereinigung beider. Bei jeder dieser beiden Rohrverbindungen muß der Abdichtung (s. S. 81) besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da diese erst die Röhren zu einer wirklich geschlossenen Leitung vereinigt. Zusammengelötet werden die Rohre selten und nur dort, wo eine Auswechslung derselben nicht so sehr bedacht zu werden braucht, wie die Vermeidung irgendwelcher Verdickungen in der Leitung. Blei- und Zinnrohre werden ihrer leichten Bearbeitung wegen häufiger zusammengelötet.

Flanschenverbindungen.

Die in den chemischen Betrieben am häufigsten ausgeführte Rohrverbindung ist die durch Flanschen, weil sie, obgleich teurer als die Muffenverbindung, sehr drucksicher ist und ein schnelles Auswechseln der Rohrteile gestattet. Sie besteht darin, daß zwei mit scheibenförmigen Rändern, den Flanschen a (Fig. 44) versehene Rohrenden

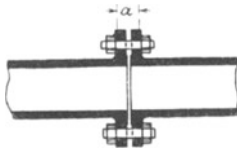


Fig. 44.

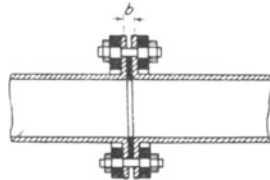


Fig. 45.

dadurch miteinander verbunden werden, daß die mit entsprechenden Löchern versehenen Flanschen durch Schrauben fest aufeinander gepreßt werden. Die Flanschen können fest mit dem Rohre verbunden, angelötet, angegossen oder aufgeschraubt sein.

Häufig ist es zweckmäßiger und konstruktiv einfacher, die Flanschen zu drehbaren Scheibenringen, d. h. beweglich, umzuformen (Fig. 45).

Hier wird der lose Flansch auf das Rohr aufgesteckt und dann dessen Rand entweder durch Umbördelung des Rohres bei Blei- und Zinnrohren oder durch Auflöten eines aus Blech ausgeschlagenen oder gestanzten Scheibenringes, der Bordscheibe, bei Eisen- und Kupferrohren mit einem Bord b versehen.

Solche Flanschenrohre und Flanschen werden in Guß- und Schmiedeeisen nach bestimmten Normalien in Größe und Bohrung der Schraubenlöcher hergestellt. Die runden Flanschen haben je nach Größe 3, 4 und mehr Schraubenlöcher. Für enge Rohre bis $2\frac{1}{2}$ Zoll verwendet man auch ovale, sog. Ohrenflanschen mit zwei Schraubenlöchern, wenn die Leitung nur auf geringen Druck beansprucht wird. Diese Art des Flanschenverschlusses von runden, ovalen und selbst eckigen Öffnungen ist für fast alle Apparate in der chemischen Industrie gebräuchlich.

Ein Rohr ist blind verschraubt, mit einem Blindflansch versehen, wenn es mit einem Rundbleche oder einer ovalen Scheibe durch Flanschenverbindung abgedichtet ist. Das geschieht z. B., um einen weiteren Rohranschluß zu gestatten, oder an solchen Stellen, wo überflüssige Abzweigungen abmontiert sind. Mittels eines Blindflansches oder einer Blindscheibe wird auch häufig ein Teil einer Rohrleitung zwecks Reparaturen abgesperrt. Damit nun dieser in die Leitung eingesteckte Blindflansch nicht vergessen und übersehen wird, was sehr oft vorkommt und selbst zu schweren Unfällen Veranlassung gegeben hat, sollte der Blindflansch (von einer dem inneren Röhrendrucke entsprechenden Stärke) nie anders, als mit einem gut sichtbar bleibenden Stiele versehen, eingesteckt werden.

Muffenverbindungen.

In ihrer äußeren Form sieht die Muffenverbindung eleganter aus und kostet auch weniger. Sie läßt sich aber nicht so leicht auswechseln und widersteht im allgemeinen einem starken Innendrucke schlecht, wenn sie nicht durch Verschraubung verstärkt ist. Sie wird

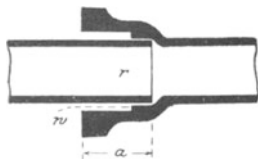


Fig. 46.

dadurch hergestellt, daß das stumpf abgeschnittene Ende eines Rohres r (Fig. 46) in den erweiterten und verstärkten Kropf eines zweiten Rohres hineingesteckt bzw. hineingeschraubt wird. Zur zentralen Führung des hineingesteckten Rohres ist die Muffe am Boden mit einem Wulst w versehen. Es ist einleuchtend, daß bei dieser Art der Rohrverbindung das Herausnehmen eines Rohres aus einer geschlossenen Leitung mit Umständlichkeiten verbunden ist.

Eine andere Muffenverbindung ist die mit Hilfe eines kurzen, mit Innengewinde versehenen weiteren Rohrstückes, das erst auf das eine mit entsprechendem Gewinde versehene Rohrende ganz aufgeschraubt und nachher auf das andere, stumpf dagegehaltene Rohr

zur Hälfte zurückgeschraubt wird. Diese Verbindung ermöglicht ein Herausnehmen eines Rohres ohne eine seitliche Verdrängung der Leitung (Gasrohrgewinde).

Eine dritte Muffenkonstruktion unterscheidet sich von der zuletzt genannten dadurch, daß das die Muffe bildende kurze Rohrstück halb mit Rechts- und halb mit Linksgewinde geschnitten ist, entsprechend den in gleichem Sinne geschnittenen zu überfassenden Rohrenden. Durch die Schraubenbewegung einer solchen die Rohrenden fassenden Mutter werden die Rohrenden gegeneinander gepreßt bzw. auseinander getrieben. Das Auswechseln einer solchen Muffe setzt demnach voraus, daß die Leitung sich um die Muffenlänge seitwärts verschieben läßt.

Mit Hilfe der Gewindemuffen werden nur Röhren engeren Kalibers miteinander verbunden. Aus dem Gesagten geht demnach hervor, daß man bei längeren gewindelosen Muffenverbindungen zur leichteren Auswechslung einzelner Rohrlängen in gewissen Abständen vorteilhaft Flanschenrohre einschaltet, da man sonst immer ein Rohr zertrümmern müßte.

Flanschenmuffen sind, wie der Name sagt, Vereinigungen von Flanschen und Muffen und dienen zur Herstellung ganz besonders fester und sicherer Rohrverbindungen.

Die Überwurfmutter kann auch hierher gerechnet werden. Sie besteht aus einer mit Innengewinde versehenen Kapsel, die auf das Rohrstück aufgeschraubt wird.

Die Flanschen- und Muffenverbindungen der Rohrleitungen sollten in erster Linie lediglich als Vereinigungskonstruktionen der Rohre betrachtet und somit nicht auch als Versteifung der dadurch erzielten Rohrverlängerung beansprucht werden. Eine Rohrverbindung, die gleichzeitig tragen soll, wird nicht sehr zuverlässig und dauerhaft in ihrer Dichtung sein. Die Rohrleitungen werden deshalb richtiger in gewissen Abständen, jedoch in der Nähe ihrer Verbindungsstellen, unterstützt und getragen.

Abdichten der Rohrverbindungen und Gefäßöffnungen.

Um die Flanschenverbindungen der Rohrleitungen vollkommen dicht zu machen, müssen zwischen die an und für sich schon möglichst ebenen, dicht aufeinander stoßenden Flächen der Bordscheiben oder Flanschen elastische Dichtungen eingelagert werden, die, den verschiedenen mechanischen und chemischen Beanspruchungen entsprechend, aus verschiedenartigem Material, wie Pappe, Asbest, Kautschuk, Klingerit, Vulkanfiber, Kupfer, Aluminium usw. bestehen. Es ergibt sich nach kurzer Erfahrung von selbst, welches Material im gegebenen Falle für die Dichtung, auch Verpackung genannt, am geeignetsten ist.

Für ein häufiges Auswechseln der Dichtung besonders größerer Gefäßöffnungen werden sich meistens die billigeren Pappringe empfehlen, denn die öftere Wiederverwendung schon gebrauchter Verpackungen bietet, da sie nicht mehr elastisch sind, nicht genügende Sicherheit.

Asbestpappendichtungen sind wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Chemikalien viel im Gebrauch, ebenso solche aus Gummi mit Leinwand- und Metalleinlagen. Für dauernde Dichtungen werden Blei-, Aluminium- und profilierte Kupferringe häufig benutzt. Außer diesen Verpackungen werden als Dichtungsmittel verwendet: dick gekochtes Leinöl oder steifer Bleiweiß- und Mennigekitt, der mit Hilfe von eingelegten Hanfsträhnen oder Bindfaden wulstförmig ausgerollt und in nicht zu dicker Lage zwischen Schraubenlöcher und Rohr- oder Gefäßhöhlung gelegt wird.

Damit sich die Pappe- und Asbestdichtungen besser den abzudichtenden Flächen anpassen, werden sie vor dem Auflegen angefeuchtet (mit Öl, Graphitschmiere usw.), wobei aber zu beachten ist, daß die aufgeweichten Verpackungen sehr leicht verletzbar sind. Um die großen teuren Dichtungen mehreremals verwenden zu können, legt man zwischen Verpackung und Rohrscheibe ein Blatt Papier, oder verhindert auf andere Weise — z. B. durch Einreiben mit Talkum oder Graphit — das Anbrennen der Dichtung, die sonst beim Lösen der Verflanschung meist zerreißen würde.

In sehr vielen Fällen werden die Verpackungen aus den Asbest-, Pappe- und den anderen Kartons nach Bedarf oder auf Vorrat ausgestanzt oder ausgeschlagen. Der mit dieser Arbeit Beauftragte — in der Regel der Maschinist oder ein Maschinenschlosser — soll sich zu dem Zwecke Schablonen aller häufiger gebrauchten Verpackungen verschaffen, um damit die Kartongrößen am besten auszunutzen und auch immer von den verschiedenen Verpackungen einen Vorrat zu haben. Wenn in eiligen Fällen die Verpackungen erst zugeschnitten werden sollten, so würde dadurch unter Umständen ein bedenklicher Verlust entstehen können.

Die Auswahl der im Handel angepriesenen Dichtungen ist sehr groß und das über sie in der Praxis gewonnene Urteil recht verschieden. In vielen Fällen dürfte der Grund zu Klagen über nicht befriedigende Dichtungen oft in ihrer mangelhaften Anwendung liegen. Nicht vollkommen ebene, verbogene oder mit Resten früherer Verpackungen bedeckte Dichtungsflächen, ungenaues Einlegen der Verpackungen, sowie falsches und ungleichmäßiges Anziehen der Flanschenschrauben sind nicht selten die Ursachen unvollkommener Abdichtungen.

Die Wahl des geeigneten Verpackungsmaterials kann man wohl immer dem Meister überlassen, soweit er darin gute Erfahrungen gesammelt hat. Entschließt man sich in gewissen Fällen zu einem neuen Material, so probiere man erst mit einer oder wenigen Verpackungen die Brauchbarkeit zum Vergleiche mit dem bisher dafür benutzten.

Alle eine Abdichtung zusammenhaltenden Schrauben dürfen nie in der Weise angezogen werden, daß erst eine ganz fest und dann die anderen der Reihe nach ebenso angezogen werden. Auf diese Weise wird man niemals eine zuverlässige Dichtung bekommen; durch eine solche ungleichmäßige und zugleich übertriebene Beanspruchung einzelner Schrauben sind nicht selten schon Betriebsstörungen, ja sogar

auch Unfälle verursacht worden. Die Schrauben sollen nicht der Reihenfolge nach, sondern stets zwei gegenüberliegende nacheinander, anfangs mäßig, zum zweiten und dritten Male fester und dann erst u. U. nach dem Warmwerden ganz fest angezogen werden.

Zum Abdichten der gewöhnlichen Muffenverbindungen wird zwischen Muffenkopf und hineingestecktes Rohr ein geteilter Hanfstrick hineingestemmt, schließlich ein Bleiring herumgegossen und gleichfalls verstemmt. Gewindemuffen werden derart dicht gemacht, daß man entweder zwischen die gegeneinander stoßenden Rohrenden einen elastischen Metallring oder in die Rohrgewinde einige mit Mennigekitt eingefettete Hanffäden legt und dann die Muffen darauf schraubt oder indem man beide Dichtungsarten vereinigt. Undichtigkeiten an Apparaten, die in Betrieb sind, werden häufig durch „Herausfliegen“ von Dichtungen verursacht. Man kann sich provisorisch durch Eintreiben von guten Eichenholzkeilen helfen.

Befestigung der Rohrleitungen.

In den seltensten Fällen bleiben die Leitungen frei, sondern meist werden sie in gehöriger Weise befestigt. Die mit oder ohne Kompensation verlegten Rohrstränge müssen zu ihrer Dehnung und Zusammenziehung genügend Bewegungsfreiheit behalten. Die ordnungsgemäß festgehaltenen Rohrverbindungen dürfen durch ein Rütteln der Leitung nicht gelockert werden können. Die Rohre sollen nie auf den Flanschen der Muffen ruhen, vielmehr ihrem Gewicht entsprechend in bestimmten Abständen und nie zu weit von den Rohrverbindungen unterstützt und getragen werden. Die Befestigung der freiliegenden Leitungen geschieht allgemein durch Rohrschellen. Das sind aus Bandeisen hergestellte, mit Schrauben oder durch Scharniere und Schrauben zu vereinigende Halbringe, die das Rohr umfassen; der eine Halbring ist mit einem Mauereisen, Bandeisenwinkel, Schraubenbolzen u. dgl. zwecks Befestigung an der Wand, an der Decke oder in der Mauer versehen. Seltener, weil weniger fest, werden die Leitungen in Schlingen aus Eisenband aufgehängt. Ein direktes Festlegen der Leitung gegen die Wand mittels eingeschlagener Haken oder halber Rohrschellen ist nur bei Leitungen ganz untergeordneter Art angebracht, da jede Reparatur eine Entfernung dieser Befestigungen verlangt und außerdem die Mauer beschädigt.

Bei der Anbringung von Rohrleitungen sollte man stets auf später notwendig werdende Reparaturen Rücksicht nehmen und die Muffen und Flanschen nicht an so versteckten Stellen anbringen, daß es ein Ding der Unmöglichkeit wird, mit einem Schlüssel daran zu schrauben. Ganz ungehörig ist es, daß die Rohrverbindungen sogar in der Mauer liegen.

Bekleiden der Rohrleitungen.

Damit die in den Leitungen herrschenden Temperaturen von Dampf oder heißen Flüssigkeiten nach Möglichkeit erhalten bleiben,

muß man deren Abkühlung an den Rohrwandungen durch Bekleidung der Rohre mit einem Wärmeschutzmittel verhindern.

Von wie hervorragend wirtschaftlichem Nutzen diese Maßregel ist, ergibt folgende kurze Berechnung: Es kondensieren sich stündlich pro 1 qm Röhrenoberfläche je nach der Lufttemperatur (in gußeisernen Röhren) 3–5 kg Dampf von 7 Atm. Berechnet man 1 kg Dampf mit 5 Pfg., so beträgt der Jahresverlust bei 300 zehnstündigen Arbeitstagen gegen $300 \times 10 \times 15 - 25$ Pfg. = 450–750 M. pro 1 qm. Durch Umhüllung der Leitung mit guter Wärmeschutzmasse kann man den Wärmeverlust um 60% herabdrücken.

Somit ist es einleuchtend, daß die Untersuchungen über den Wirkungsgrad der verschiedenen praktisch verwendeten Isoliermittel sehr energisch betrieben werden und daß die Industrie deren Herstellung sich mit großem Interesse angelegen sein läßt. Für die Wahl des im gegebenen Falle anzuwendenden Isoliermaterials sind folgende Faktoren zu berücksichtigen: Widerstandsfähigkeit gegen dauernde Wirkung hoher Temperaturen, gegen chemische und mechanische Einflüsse, ferner die Art der Anbringung, Wiederverwendbarkeit und Preis des Materials usw. Während bei den durch eine Fabrik hindurchgehenden Hauptdampfleitungen z. B. feste Isolierung angebracht ist, gibt es andererseits häufig kurze Rohrleitungen und Apparate, die mit der Änderung des Betriebes wechseln und die daher zweckmäßigerweise mit einem Material zu isolieren sind, das eine beliebige Wiederverwendung gestattet. Der Wert der Isoliermaterialien steht im umgekehrten Verhältnis zu ihrem Wärmeleitungsvermögen, welches nach Pasquay folgendes ist:

Seidenabfälle	0,048
Filz	0,057
Korkschalen	0,099
Kieselgurmassen	0,122.

Um unter der großen Menge empfohlener Isoliermaterialien die bewährtesten zu nennen, seien im folgenden einige angeführt. Die zwischen Weißblechmänteln, einfach und doppelt, vorhandenen Luftschichten wirken als schlechte Wärmeleiter. Zöpfe und Polster aus Seidenabfall widerstehen hoher Temperatur genügend und sehr gut chemischen und mechanischen Einflüssen. Ihre Anbringung ist einfach und sauber. Sie sind jedoch teuer. Korkisoliermasse, Korkschalen, -steine und -platten nutzen sich stärker ab, sind dafür aber billiger im Gebrauch und leicht. Kieselgurmassen in Pulver und in Teigform mit und ohne Asbest oder Kamelhaaren als Bindemittel werden sehr viel verwendet. Die Anbringung ist zwar nicht so reinlich, da sie als Teig aufgetragen werden, dafür aber können sie durch Pulverisierung der abgebrochenen Stücke und Anmischung mit Wasser beliebig oft wieder verwendet werden und sind nicht teuer. Mit 100 kg Kieselgurteig kann man 3 qm Rohrleitung 20 mm dick bekleiden. Um die Temperaturen von Leitungen und Apparaten auf einer gewünschten Höhe zu halten,

ferner um Leitungen vorübergehend vor Frost zu schützen, unwickelt man sie mit dünnem, etwa 10 mm starkem Bleirohr, durch das man dem Bedarf entsprechend Dampf streichen läßt; oder man legt unter die Leitung ein Dampfrohr und wickelt das Heizrohr mit der zu heizenden Leitung zusammen ein. Wasserleitungen werden häufig mit Strohseil unwickelt und mit Dachpappe verkleidet.

Verschlusapparate.

Unter diesen Apparaten ist es die Stopfbüchse, welche in der chemischen Apparatur eine ebenso wichtige wie ausgedehnte Rolle spielt. Mit ihrem Bau und ihrer Instandhaltung soll der Betriebs-Chemiker unbedingt vertraut sein. Die Stopfbüchse dient zur Abdichtung von bewegten Wellen oder dgl. gegen einen geschlossenen Raum und bildet einen muffenartig erweiterten Röhrenteil, eine Büchse, durch welche luft-, wasser- und dampfdicht die Welle oder

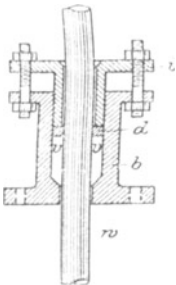


Fig. 47 a.

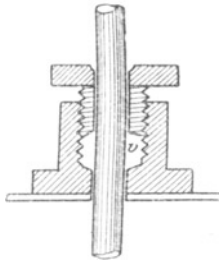


Fig. 47 b.

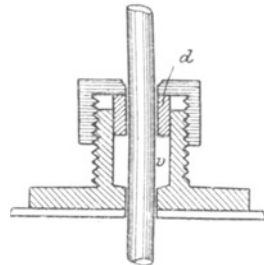


Fig. 47 c.

das Rohr beweglich hindurchgeht. Ihr Hauptteil ist das Stopfbüchsengehäuse *b* (Fig. 47 a), das in seinem unteren Teile die Welle *w* willig und mit oder ohne Spielraum hindurchgehen läßt, dagegen in seinem oberen Teile derartig erweitert ist, daß man um die Welle herum das gut eingefettete Dichtungsmaterial, die Verpackung, *v* einlegen kann, welche dann mittels des Druckringes *d* von der Stopfbuchsbrille aus durch Flanschenverschraubung mäßig stark eingedrückt wird, um die Abdichtung herzustellen. Das Festdrücken der Verpackung geschieht außer durch Druckschrauben auch durch Überwurfschrauben. In diesem Falle darf der niedergepreßte Druckring nicht an der Schraubenbewegung teilnehmen. Von Wichtigkeit ist es, die Verpackung nicht zu fest zu pressen, weil dadurch der sich bewegende Kolben gebremst wird und einen unnützen Mehrverbrauch an Kraft erfordert. Ein gleichmäßiges Anziehen der Druckschrauben ist auch hier erforderlich, weil durch einen schiefen Druck die Verpackung undicht wird und außerdem leicht eine Abnutzung des Kolbens, ein Verschleiß, eintreten kann. Durch Unreinigkeiten im Packmaterial wird die Kolbenstange oft geriffelt. Die Wahl des Packmaterials

richtet sich nach den Einwirkungen, denen die Stopfbüchse ausgesetzt ist. Mit Talg oder besser Paraffin getränkte Hanfzöpfe, mit Graphit bestrichene Baumwollschläuche und Asbestschnüre werden hauptsächlich außer den vielen fertigen, im Handel befindlichen Stopfbuchspackungen verwendet. Auch bestimmte geformte Metallringe sind im Gebrauch.

Nach Fig. 47b gebaute Stopfbüchsen sind nicht recht praktisch, da sich bei ihnen die Verpackung *v* leicht in das Schraubengewinde hineindreht und ein ordentliches Anziehen der Druckschraube verhindert.

Besser sind die nach Fig. 47c gebauten Stopfbüchsen, bei denen mit Hilfe einer als Überwurfmutter ausgebildeten Schraube der Druckring *d* auf die Verpackung *v* gepreßt wird.

Des weiteren gehören zu den Verschlußapparaten die Hähne, Ventile, Schieber und Drosselklappen, die dazu dienen, den Durchgang von flüssigen und gasförmigen Körpern nach Willkür zu regeln. Sie werden in die Leitungen eingeschaltet und zur Füllung und Entleerung von Gefäßen an diesen angebracht. Alle Verschlußapparate werden im Verlaufe von kürzerer oder längerer Zeit dadurch unbrauchbar, daß sich die abdichtenden Flächen abnutzen, daß sie verschleifen. Damit nun dieser unvermeidliche Verschleiß nicht durch falsche Montierung noch begünstigt wird, schalte man diese Organe immer möglichst so in die Leitungen ein, daß sie nicht an Stellen liegen, wo sich Wassersäcke zu bilden oder sonstwie Flüssigkeiten anzusammeln pflegen. Die hier zusammenströmenden Verunreinigungen dringen dann besonders leicht als Fremdkörper zwischen die beweglichen Flächen und rauhen sie bald auf. In konstruktiver Hinsicht unterscheiden sich die verschiedenen Abschlußorgane dadurch, daß die Hähne in der Dichtungsfläche rotieren, die Ventile sich von der zu schließenden Öffnung abheben, der Verschluß des Schiebers durch eine verschiebbare und der der Drosselklappe durch eine drehbare Ebene bewirkt wird. Demnach sind die in Wasserleitungen häufig vorhandenen Niederschraubhähne eigentlich Ventile. Bezüglich ihrer Wirkung sind sie dadurch unterschieden, daß durch die Hähne ein plötzliches Absperrn, durch die Ventile und Schieber dagegen ein allmähliches Verschließen und Öffnen eintritt. Während also durch das verhältnismäßig langsame Öffnen und Schließen des Ventils eine plötzliche Druckänderung in der Leitung nicht zu bemerken sein wird, können durch das plötzliche Abstellen eines Hahnes in einer unter Druck stehenden Wasserleitung so starke Schläge, Wasserschläge oder hydraulische Stöße, entstehen, daß die Haltbarkeit der Leitung dadurch gefährdet wird. Aus diesem Grunde sind z. B. in den meisten städtischen Wasserleitungen Hähne verboten.

Hähne. Bezüglich ihrer Konstruktion werden sie eingeteilt in Kükenhähne, Stopfbuchs- oder Kappenhähne, in selbstdichtende Hähne und in Spezialkonstruktionen (heizbare Hähne), die hier billig außer Betracht bleiben können.

Zur Befestigung in der Leitung sind sie mit Lötzapfen, Muffen oder Flanschen bzw. mit zwei verschiedenen von diesen drei Aus-

föhrungsformen versehen und als Durchgangs- oder als Ausflußhähne gebaut. Hähne mit zu breiten Flanschenringen sind sehr unpraktisch, weil bei ihnen eine unbehinderte Handhabung der Griffe unmöglich ist.

Die gewöhnlichen Kükenhähne (Fig. 48) bestehen aus einem rechtwinklig zur Durchgangsöffnung und konisch gebohrten Gehäuse, in dem ein mit einer Querdurchbohrung versehener konischer Körper, der Hahnschluß oder das Kükens, drehbar ist. Das Kükens wird nach dem Hineinstecken in das Gehäuse durch eine aufgelegte Metallscheibe und aufgeschraubte Mutter festgehalten. Die nach diesem Prinzip gebauten wohlfeilen Hähne benutzt man für gewöhnliche Zwecke. Sie haben drei Stellen, an denen sie undicht werden können, nämlich am oberen und unteren Austritt des Kükens aus dem Gehäuse und in der Mitte um die Durchbohrungsöffnung herum, so daß trotz Querstellung ein Durchsickern durch entstandene Rillen zwischen Kükens und Gehäuse eintreten kann. Deshalb werden zur Abstellung von Dämpfen und unter Druck stehenden Gasen die besser schließenden Stopfbuchshähne verwendet, deren Kükens nicht durch den unteren

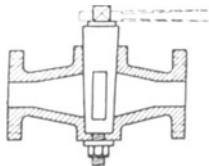


Fig. 48.

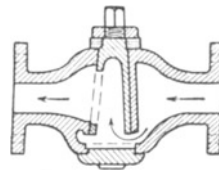


Fig. 49.

Teil des Gehäuses hindurchtreten, in dem sie durch eine Stopfbüchse festgehalten werden. Die Konstruktion der selbstdichtenden Hähne (Fig. 49) zeichnet sich im wesentlichen dadurch aus, daß das konische, unten breitere Kükens ausgehöhlt und seitlich angebohrt ist. Es wird von unten in das Gehäuse hineingesteckt, dann wird der Boden desselben mit einer zwischen Kükens und Gehäuse genügend Raum lassenden Überwurfschraube geschlossen. Durch den in der Leitung befindlichen Druck wird das Kükens gegen das Gehäuse gepreßt und dadurch die Abdichtung erzielt.

Diese geschilderten Hähne heißen Durchgangshähne, weil bei ihnen Zu- und Abfluß in einer geraden Linie liegen. Bilden letztere einen Winkel, so heißen sie Winkelhähne, deren Kükens, wie die der Drei- und Mehrweghähne, entsprechend anders gebohrt sind.

Das zur Herstellung der Hähne verwendete Material richtet sich z. T. nach ihrer Verwendung. Zur Vermeidung des Rostens ist Messing und Rotguß sehr geeignet. Für Laugen und solche Säuren, die Eisen nicht angreifen, kommen auch eiserne Hähne zur Verwendung. Hartbleihähne mit Hartgummikükens leisten in bestimmten Fällen gute Dienste, jedoch ist bei ihrer Verwendung daran zu denken, daß das Gummikükens durch Hitze weich und unbrauchbar wird; in solchen

Fällen tun Hartbleihähne mit Tonküken bessere Dienste. Am zerbrechlichsten und deshalb auch nur in beschränktem Gebrauch sind Hähne aus Ton und Porzellan. Da sie sich aber nicht immer vermeiden lassen, schütze man sie in geeigneter Weise, am besten durch einen Holzrahmen, oder eine Eisenarmierung, so daß sie nicht aus Unachtsamkeit abgebrochen werden können.

Die Tonhähne werden als Zapfenhähne — Durchgangs- und Schnabelhähne — und zum Einschalten in Flanschenleitungen gebaut.

Holzhähne, die meist aus Pflaumenholz angefertigt werden, finden auch gelegentliche Verwendung, obgleich sie nicht sehr dauerhaft sind. Man achte darauf, daß sie nicht austrocknen. Küken und Gehäuse dürfen nicht in verschiedenem Maße trocknen oder quellen, da sie sonst nicht mehr ineinander passen würden.

Für das Einschalten der Hähne in die Leitungen gilt das über das Verbinden der Rohre Gesagte. Sie können als Muffen-, als Flanschenhähne oder als Muffen- und Flanschenhähne gebaut sein. So verbreitet die Hähne mit einarmigen Griff auch sind, so liegt dennoch in dem einarmigen Griffe eine gewisse Gefahr, auf die aufmerksam zu machen nicht überflüssig ist. Sitz nämlich das Küken eines liegenden Hahnes nicht sehr fest in dem Gehäuse, so kann durch anhaltendes Rütteln der Leitung der Hahngriff u. U. aus einer labilen Lage nach und nach von selbst in eine stabilere Stellung übergehen und dabei die Leitung entweder öffnen oder schließen, wenn sie vorher geöffnet war. Durch solches unbemerktes Umstellen der Leitung können Betriebsstörungen der verschiedensten Art eintreten.

Flanschenhähne sind natürlich teurer, als Muffenhähne.

Ventile. Sie können als selbsttätige und als Spindelventile unterschieden werden. In den Ausführungsformen sind sie unendlich vielgestaltig. Sie werden zur Einschaltung in die Leitungen gleich den Hähnen als Flanschen- und Muffenventile gebaut. Jedes Ventil besteht aus dem Ventilgehäuse, dem Ventilkörper und dem Ventilsitz. Der Ventilsitz ist die Fläche, auf welcher der den Verschuß bewirkende Ventilkörper ruht (Fig. 50).

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 Klappenventile — so benannt nach der Klappenform des Verschußteiles — einen größeren Durchmesser, dann nennt man sie auch Tellerventile; sie besitzen in der Regel einen zentral befestigten scheibenförmigen Ventilkörper, dessen Hub beim Aufschlagen durch eine entsprechend geformte Metallfläche begrenzt wird (Fig. 51). Die Ventilkörper der Klappenventile sind Gummi- oder Lederplatten, die wohl auch, um ihre Steifigkeit und ihr Gewicht zu erhöhen, mit Metall belegt sind, oder es sind direkt auf

den Ventilsitz aufgeschliffene Metallscheiben. Die auf der einen Seite des Ventilsitzes befestigten Platten legen sich so auf den Sitz, daß sie durch den von oben wirkenden Druck auf den Sitz festgedrückt, durch den von unten wirkenden aber aufgeklappt werden.

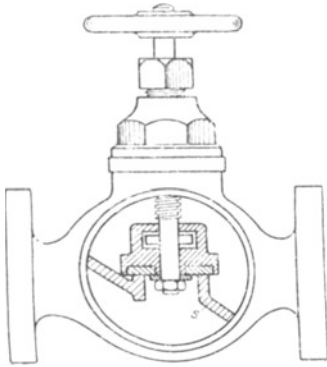


Fig. 50.

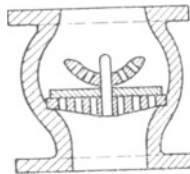


Fig. 51.

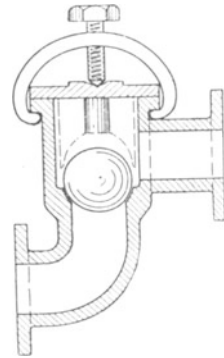


Fig. 52.

Die Kugelventile und Speiseventile sind geradlinig bewegte Ventile, ebenso wie alle Spindelventile. Der eine Vollkugel aus Hartgummi, Metall, Pockholz, Elfenbein usw. bildende Ventilkörper der Kugelventile (Fig. 52) ruht auf einem entsprechend geformten Sitz und wird in seiner Bewegung durch die Führungsstege — aus dem Gehäuse hervorspringende Naben — in der seitlichen Abweichung und durch den Anschlag — meist kreuzweise übergreifende Doppelbügel — in der Hubhöhe begrenzt.

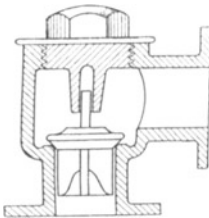


Fig. 53.

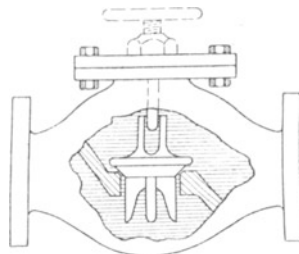


Fig. 54.

Bei den Rückschlagventilen — z. B. den Speiseventilen der Dampfkessel —, sowie allen folgenden, wird der Ventilkörper Kegel genannt. Sie sind konstruktiv dadurch gekennzeichnet, daß die Kegelbewegung entweder im Sitz geführt ist oder durch eine im oberen Ventilgehäuse vorhandene Führung geleitet wird. Die Hubbegrenzung des Kegels wird entweder durch einen oben im Kegel befindlichen Stift erreicht, der in einer am Ventildeckel angebrachten Büchse gleitet (Fig. 53)

oder auch durch einen aus dem Ventildeckel in das Gehäuse hineinragenden Stift erzielt (Fig. 54).

Will man den Kegel außerdem noch von außen auf seinen Sitz drücken können, so wird der Stift als abgedichtete Spindel durch das Gehäuse hindurchgeführt und dann mittels einer Führungsschraube gegen den Deckel gepreßt. Kegelventile im engeren Sinne heißen die Speiseventile, weil sich bei ihnen der Ventilkörper mit einer flach kegelförmigen Auflagefläche auf die entsprechende konische Ringfläche des Ventilsitzes setzt.

Die Spindelventile sind im weiteren Sinne Kegelventile und gestatten, den Ventilkörper im Gegensatz zu den selbsttätigen Ventilen mit Hilfe einer Spindel von außen in jeder Lage einzustellen, die Leitung zu drosseln. Zu ihnen zählen die Niederschraub- und Bauchventile, die Absperr-, Dreiweg- oder Wechselventile und die Eckventile. Bei den Niederschraub-, Absperr- und Bauchventilen — letztere ihrer äußeren Form nach so benannt — ist das Gehäuse durch eine in der Durchströmungsrichtung liegende Scheidewand *S* (Fig. 50) in zwei Räume geteilt und die Durchlochung der letzteren bildet den Ventilsitz. Vermittels einer, durch eine Überwurfmutter abgedichteten Spindel wird der Ventilkegel auf- und abbewegt.

Da der auf dem Ventilsitz ruhende Teil des Kegels sich weitaus am schnellsten abnutzt, so ist er bei den meisten Konstruktionen auswechselbar. Die Jenkinsventile sind in dieser Hinsicht sehr gut konstruiert. Die Befestigungsart des auswechselbaren Dichtungsringes sowie sein Material sind nun sehr verschieden, je nach dem Zweck, dem das Ventil dienen soll. Es kann bei sehr engem Durchmesser eine zentral gehaltene Leder- oder Gummiplatte sein. Der Dichtungsring kann in einer geraden (Fig. 50) oder schwalbenschwanzförmigen Nute im Kegel befestigt werden. Ebenso wechselt die Befestigungsart der Spindel, ihre Abdichtung und die Führung im Kegel. Bei den kleineren Ventilen bis 30 mm Durchmesser wird die Abdichtung und Führung durch eine Überwurfmutter bewirkt; bis 50 mm Röhrenweite wird ein aufgeflossener Eisendeckel mit Überwurfmutter dazu verwendet. In diesem Falle wird die Spindel oberhalb der Stopfbüchse mit Gewinde versehen und von einer auf Säulen oder Bügeln ruhenden Führungsmutter gehalten.

Es ist einleuchtend, daß die Bewegung der Spindelventile von Hand in der Leitung herrschenden Druck überwinden muß. Nun kann letzterer aber so groß werden, daß die Handhabung nur mit äußerster Kraftanstrengung geschehen könnte. Für diese Fälle gibt es Ventile mit entlastetem Kegel, welche zur Bewegung verhältnismäßig wenig Kraft bedürfen. Das Wesentliche dieser Konstruktion liegt darin, daß der in dem Gehäuse vorhandene Kegel seinerseits nochmals zu einem kleineren Ventilgehäuse mit Kegel ausgebildet ist, so daß der Öffnung des Hauptventils die des kleineren Ventils durch dieselbe Spindelbewegung vorangeht. Ferner gibt es Absperrventile, die außer dem allmählichen Verschlusse auch ein augenblickliches Schließen des Kegels, selbst von einer entfernten Stelle aus, ermöglichen. Eine solche Ein-

richtung ist bisweilen erwünscht, wenn bei eintretender Gefahr ein möglichst schnelles Abstellen der Leitung gefordert wird; das Öffnen und Schließen der großen gewöhnlichen Ventile geht nämlich nur verhältnismäßig langsam vonstatten. Bei den Dreiweg- oder Wechselventilen ist die Form des Doppelkegels und ihrer Sitze den Rohrverzweigungen entsprechend geändert.

Die Konstruktion der Eckventile (Fig. 53) ist sehr einfach, indem mittels Spindel ein gut abdichtender Kegel in dem einen Rohre so führbar ist, daß er das sich abzweigende Rohr verschließen bzw. zum Durchgang freigeben kann.

Dampfdruck-Reduzierventile werden überall da eingeschaltet, wo Dampf, Luft, Gas usw. mit völlig konstantem Druck durch die Leitung gehen soll, wo also ein Raum mit gleichmäßiger und geringerer Dampfspannung von einem Gefäß mit stärkerer und wechselnder Dampfspannung aus zu speisen ist. Eine Bauart dieser Ventile beruht darauf, daß ein mit dem Ventil verbundener belasteter Hebelarm dem gewünschten Dampfdruck das Gleichgewicht hält und bei einer Erhöhung des Dampfdruckes das Ventil abschließt bzw. bei einer Verminderung dasselbe öffnet.

Das Material für die Herstellung von Ventilen ist Eisen, Messing und Rotguß; sie werden auch, den verschiedenen Anforderungen entsprechend, mit Blei, Hartblei, Zinn und Hartgummi ausgekleidet.

Schieber. Die mit Muffen und Flanschen gebauten Schieber dienen zum Absperrn von Dampf-, Wasser- und Gasleitungen hauptsächlich großen Durchmessers. Sie werden bis herab zu leichten Rohrweiten von 40 mm gebaut. Ihre Konstruktion bewirkt nicht, wie die der Ventile, eine Änderung der Bewegungsrichtung des durchfließenden Stromes. Der Schieber bewegt sich senkrecht zur Richtung des Stromes, der bei ganzer Öffnung keine Querschnittsstauung erleidet. Die Spindelführung und ihre Dichtung ist die der großen Ventile. Da bei großem Durchmesser und starkem Seitendrucke auch hier eine dementsprechend große Kraft zur Bewegung des Schiebers nötig ist, so sind Schieberkonstruktionen entstanden, die mit geringerem Kraftaufwand betätigt werden können. Solche Umlauf- und Entlastungsschieber sind in ihrer Ausführung dahin vervollkommenet, daß der eigentlichen Schieberöffnung die eines Umlaufkanals bzw. einer Durchlöcherung des Schiebers vorangeht.

Im weiteren Sinne sind Schieber auch Regulierungsvorrichtungen an der Beschickung vieler Zerkleinerungsmaschinen, für den Zug der Schornsteine und für Steuerungsteile an Dampfmaschinen.

Die Drosselklappe eignet sich nicht zur Erzielung eines vollkommen dichten Verschlusses. Sie stellt hauptsächlich ein Regulierorgan für die in einer Leitung vorhandene Strömung dar. Nach Fig. 55 bildet sie ein für die Einschaltung in Flanschen oder Muffenleitungen passendes zylindrisches Gehäuse, das im Innern eine flache Scheibe trägt, die durch einen mit einer Stopfbüchse abgedichteten Spindelgriff einstellbar — drehbar — ist.

Kondenswasser-Ableiter und -Abscheider. Diese Apparate dienen dazu, das in den Dampf- oder Gasleitungen sich beständig bildende Kondenswasser und das mitgerissene Wasser fortzuschaffen, ohne jedoch dem Dampf oder dem Gas selbst Austritt aus der Leitung zu gestatten.

Die Kondenswasserableiter, auch Kondenstöpfe genannt, befinden sich am Ende einer solchen Leitung, während die Kondenswasserabscheider in der Mitte derselben eingeschaltet sind, um das Kondensat abzuführen.

Den sehr verschiedenartigen Konstruktionen der Kondenswasserableiter oder -töpfe liegen drei wesentlich verschiedene Prinzipien zugrunde, nach denen das den Wasseraustritt regulierende Ventil betätigt wird. Dieses geschieht erstens durch das Gewicht des Kondenswassers, zweitens durch die Auftriebkraft dieses Wassers und drittens durch die Ausdehnung von Metallen infolge der Wärme des Dampfes.

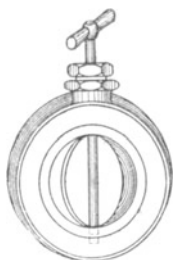


Fig. 55.

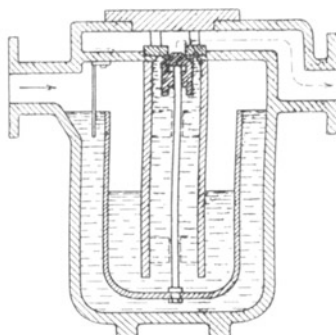


Fig. 56.

1. In dem Kondenswasserableiter (Fig. 56) schwimmt, solange der Wasseraustritt unterbrochen ist, ein leerer Topf. Bis nahe auf den Boden des offenen Topfes führt von oben her ein zentral stehendes Rohr, das dem Wasser unter Passierung eines in dem Deckel des Apparates befindlichen Ventils den Austritt ins Freie öffnet. Der Ventilkörper folgt den Bewegungen eines durch das zentrale Rohr hindurchgehenden Stabes. Bei zunehmendem Wasserstande in dem Ableiter wird schließlich das Wasser sich 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 Dampf- oder Gasdrucke stehende Wasser ins Freie befördert wird, bis der Topf so weit entleert ist, daß er, dem Auftrieb folgend, sich hebt und durch den Stab das Ventil schließt.

2. Die durch Auftrieb den Wasseraustritt ermöglichenden Ableiter befolgen konstruktiv das umgekehrte Prinzip (Fig. 57). Hier ist ein am Boden des Topfes befindliches Ventil mit einer Hohlkugel, dem geschlossenen Schwimmer, verbunden, das bei wenig Wasser auch ge-

geschlossen ist; bei zunehmendem und steigendem Wasserstande erfährt der Schwimmer einen Auftrieb, dessen Kraft das Ventil öffnet und das Wasser austreten läßt; das Ventil schließt sich wieder, wenn die Wassermenge bis zu einem bestimmten Grade abgenommen hat, 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 Kondensstöpfe befindliches System von Metallstäben, die in gebogener Form so miteinander verbunden sind, daß sich die infolge der Erwärmung des Dampfes geltend machende Ausdehnung der einzelnen Stäbe addiert und daher groß genug wird, um ein mit dem untersten

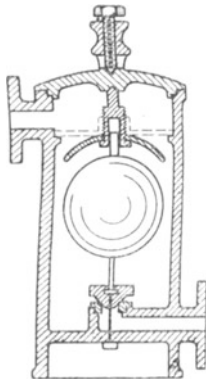


Fig. 57.

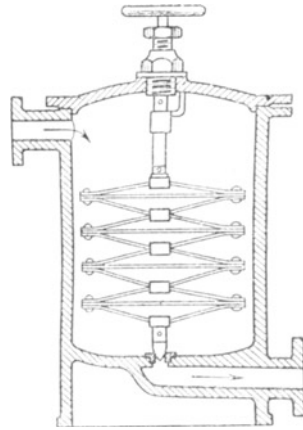


Fig. 58.

Stäbe in Verbindung stehendes Ventil geschlossen zu halten (Fig. 58). Bei Füllung des Topfes mit Kondensat, das ja kälter als der Dampf usw. ist, ziehen sich die Stäbe zusammen und öffnen das Ventil.

Eine andere recht handliche Ausführung — z. B. für Dampfheizungen — dieser Gruppe besteht darin, daß in einem halbkreisförmigen flachen Gehäuse ein gekrümmtes Rohr mit ovalem Querschnitt — entsprechend der Einrichtung der Federmanometer — unter dem Einfluß des heißen Dampfes gestreckt und durch das kältere Kondenswasser wieder gekrümmt wird; diese Bewegungen dienen dann zum Schließen und Öffnen eines Ventiles.

So einfach alle diese Apparate der Theorie nach arbeiten, so ist damit keineswegs gesagt, daß sie sich in der Praxis entsprechend bewähren. Im Gegenteil bilden die Dampfwaterableiter wohl in den meisten Betrieben wenn auch nicht gerade einen beständigen Ärger, so doch einen Faktor, an dem recht häufig etwas auszusetzen ist. Die Rolle, die dieser Apparat spielt, ist andererseits nicht zu unterschätzen. Sein Versagen kann Arbeitsstörung bedeuten, weil das nicht

aus dem Topfe tretende Kondenswasser die Leitung allmählich anfüllt und sie abkühlt. Ein anhaltendes Austreten von Dampf oder Gas, wenn sich das Ventil nicht mehr selbsttätig schließt, bringt bedeutenden Verlust. Aus diesen sehr triftigen Gründen müssen die Dampf-
wasserableiter einer beständigen Beobachtung unterworfen bleiben. Zur sichersten und auch bequemsten ständigen Beobachtung ihrer Wirkung läßt man das Kondenswasser aus den Ableitern frei austreten und führt es durch einen Trichter einer Sammelleitung zu. Sie sollten nicht, wie es häufig der Fall ist, so versteckt oder so unzugänglich aufgestellt sein, daß man nur mit Mühe zu ihnen herangelangt und daß man sich kaum anders, als durch Anfühlen mit der Hand von ihrem Arbeiten überzeugen kann. Wieviel aber eine solche oberflächliche Kontrolle wert ist, bedarf wohl keiner weiteren Erwähnung. Man kann auch der Konstruktion nicht immer Schuld geben, denn neue Apparate arbeiten immer gut. Wohl aber müßten sie — häufiger, als es in der Regel geschieht — von Zeit zu Zeit gründlich nachgesehen und gereinigt werden, denn die in den Kondensstöpfen sich ansammelnden Unreinigkeiten der verschiedensten Art werden jeden Mechanismus schließlich verderben. Aus diesem Grunde werden sich diejenigen Wasserableiter am besten bewähren, deren Konstruktion am einfachsten ist und deren Ventile nicht beständig im Kondenswasser liegen. Am sparsamsten arbeiten die kontinuierlich wirkenden, die das wenige 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.

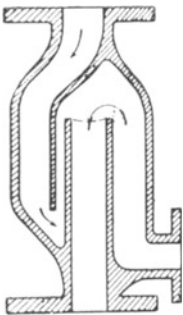


Fig. 59.

Die Kondenswasserableiter haben ihren Platz am Ende der Dampfleitungen. Man gibt daher und damit kein zurückfließendes Wasser Schläge in den Leitungen verursachen kann, den Dampfleitungen immer ein schwaches Gefälle in der Richtung des Dampfstromes.

Bei der Anschaffung eines Dampfwaterableiters ist die lichte Weite der Anschlußrohre und die Leistung desselben in der Abführung von kondensiertem Wasser in Liter für eine gegebene Abkühlungsfläche in der Stunde maßgebend.

Beabsichtigt man, dem Dampf an einer bestimmten Stelle der Leitung, z. B. vor der Dampfmaschine, sein Kondenswasser zu entziehen, so schaltet man dort einen Kondenswasserabscheider ein (Fig. 59). Das sind Gefäße sehr verschiedenartiger Ausführung, die 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.

Die Kondenswasser werden in großen und modernen Betrieben gesammelt und automatisch durch einen sogenannten Kondenswasser-rückleiter in das Kesselhaus zurückgeführt, wo sie als sehr reines Wasser zur Kesselspeisung benutzt werden. Für das Herunterkühlen von Kondenswässern müssen häufig Gradierwerke oder Kühltürme aufgestellt werden, in denen auch der Abdampf der Maschinen in flüssiger Form wiedergewonnen wird, wenn er nicht sonst in geeigneter Weise nutzbar gemacht werden kann, was in der Regel geschehen sollte. Auf die Prinzipien der Zwischendampfentnahme kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Mit den Kondenstöpfen usw. sind die Schwimmerverschlüsse verwandt, die oft dazu dienen, aus Gasräumen (z. B. Ammoniak-abtreibern) Abwässer abzuführen, ohne daß die Gase nachströmen können. Auf ihre peinlichste Sauberhaltung ist größter Wert zu legen.

Verschließen der Apparate.

Den Ausführungen über die Verschlußapparate sollen einige Angaben über das Verschließen der Apparate im allgemeinen folgen, welche, so geringfügig sie auch scheinen mögen, doch von nicht zu vernachlässigender Wichtigkeit sind. Bei dem Verschließen der Apparate besteht ein wesentlicher Unterschied darin, ob dasselbe nur sehr selten und dann für längere Zeit geschieht, oder ob es sich in begrenzten Zeitabschnitten regelmäßig und häufig wiederholt. Ein dauernder Verschluß kann auf die verschiedenartigste Weise ausgeführt werden, durch Nageln, Nieten, Löten, Schrauben, Kleben, Kitten, Mauern, wie es gerade der gegebene Fall verlangt. Bei allen diesen Arbeiten ist jedoch die Möglichkeit eines späteren Öffnens zu berücksichtigen, damit dasselbe nicht unnötig erschwert wird. Die Berechtigung dieses Hinweises erkennen namentlich alle diejenigen ohne weiteres an, die in ihrer Praxis einmal die Komplimente gehört haben, welche der mit der gelegentlichen Öffnung eines Gefäßes beauftragte Arbeiter an die Adresse dessen richtete, der seinerzeit die Verschließung besorgt hat. Das Verschließen soll gründlich, weder mit oberflächlicher Leichtigkeit, noch mit übertriebener Sicherheit so ausgeführt werden, daß ein später notwendig werdendes Wiederöffnen bequem und ohne unnötige Sachbeschädigung geschehen kann. Häufig zu benutzende Verschlußvorrichtungen sind, den verschiedenen Ansprüchen gemäß, in einem ganz bestimmten Sinne und oft sehr geschickt konstruktiv durchgebildet, wie u. a. die über diesen Gegenstand bestehenden zahlreichen Patente beweisen. Möglichste Einfachheit in der Handhabung des Verschlusses soll sich mit einer absoluten Zuverlässigkeit vereinigen. Kleine, für den Verschluß unentbehrliche Gegenstände, wie Stifte, Splinte, Keile, Stopfen, Schrauben usw. sollen am richtigsten an dem Gefäße mit einer Kette befestigt sein oder mindestens während des Öffnens immer an einem und demselben dafür bestimmten Platze aufbewahrt werden. Die Muttern von herausgenommenen Schrauben werden sogleich wieder auf dieselben heraufgedreht, wie auch zu markieren ist, für welche

Löcher gewisse Schrauben bestimmt sind. Verschußdeckel, Kappen u. dgl. werden, wenn sie von den Gefäßen trennbar sind und nicht schon durch ihre Gestalt die beim Auflegen einzunehmende Lage unzweideutig anzeigen, mit einem am Apparat an entsprechender Stelle anzubringenden Zeichen, einer Einkerbung u. dgl. versehen. Beim Fehlen eines solchen kann sich das Verschließen unangenehm verzögern, wenn nicht gar durch falsches Auflegen größere Übel entstehen, wie z. B. unvollkommenes Abdichten, das sich erst bei der Inbetriebsetzung bemerkbar macht und zur Abstellung zwingt, Verzerrung und Verbiegung der Verschußteile selbst usw.

Ebenso, wie es notwendig ist, die den Verschuß bildenden Flächen vor Beschädigung zu schützen, muß es zur Gewohnheit werden, vor dem Verschließen sich durch Befühlen der eigentlichen Verschußflächen davon zu überzeugen, daß nicht etwa kleine Unebenheiten oder Fremdkörper, wie abgeblätterter Rost, Verpackungsabfall oder dgl. die Abdichtung hindern. Alle warm gewordenen Schrauben sind, um den Verschuß dicht zu halten, nachzuziehen. Daß Verschußschrauben nicht in seitlicher Folge, sondern immer zwei gegenüberliegende nacheinander und auch nicht auf einmal ganz fest angezogen werden sollen, mag hier noch einmal erwähnt sein, weil es von großer Wichtigkeit ist.

Zeigt nach dem Evakuieren eines verschlossenen Apparates das Vakuummeter Undichtigkeiten an, so befeuchtet man z. B., wenn es zugänglich ist, die in Frage kommenden Verschußstellen, um die undichte Stelle an dem Auftrocknen zu erkennen. Haben die Apparate einen bestimmten inneren Druck auszuhalten, so müssen sie vor dem ersten Gebrauch auf den entsprechenden Überdruck und auf ihre Dichtigkeit — in der Regel durch Einpressen von Wasser, Luft und Benetzen mit Seifenwasser — geprüft werden.

Aus all dem Gesagten geht hervor, daß ein sorgfältiges Montieren der Apparatur grundlegende Vorbedingung ist.

Meßapparate.

Wage und Gewichte. Erübrigt es sich auch, auf die Konstruktion der für die chemischen Betriebe sehr wichtigen Wagen einzugehen, so läßt sich doch manches über ihre Art, ihre Aufstellung und Behandlung sagen.

Hinsichtlich der Genauigkeit und Empfindlichkeit unterscheidet das Eichungsamt Präzisions- und Handelswagen. Die Analysenwagen unterliegen nicht der Kontrolle des Eichungsamtes.

Die in den Laboratorien benutzten Wagen sind meist (oder sollten es wenigstens sein) Apothekerwagen, die nach dem Gesetze Präzisionswagen sein müssen. Diese tragen zum Unterschiede von den Handelswagen in dem Eichungsstempel zwischen D und R einen Stern. Die bei der Eichung zulässigen Fehlergrenzen für Präzisionswagen sind nach der Eichordnung vom 27. Dezember 1884 für jedes Gramm der größten zulässigen Last:

2,0 mg	bei einer Last	bis 20 g,
1,0	„ „ „ „	von über 20 g bis 200 g,
0,5	„ „ „ „	„ „ 200 g „ 2 kg,
0,2	„ „ „ „	„ „ 2 kg „ 5 kg,
0,1	„ „ „ „	„ „ 5 kg.

Die im Gebrauche befindlichen Präzisionswagen dürfen eine doppelt so große Fehlergrenze haben.

Die Handelswagen werden als gleicharmige und ungleicharmige unterschieden. Zu den ersten gehören die unterschaligen Tarierv- und Handwagen und die oberchaligen Balken- und Tafelwagen. Zu den ungleicharmigen gehören die Dezimalwagen und Zentesimalwagen, ferner die Läuferwagen und Briefwagen.

Die Tariervwagen und Handwagen unterscheiden sich von den Präzisionswagen nur durch eine weniger sorgfältige Bauart und geringere Empfindlichkeit. Die oberchalige Tafelwage ist infolge des komplizierten Übertragungssystems und des vervielfachten Reibungswiderstandes so wenig empfindlich, daß sie für das Wägen kleinerer Mengen als 100 g unbrauchbar wird und nur für nicht sehr genaue Gewichtsbestimmung brauchbar ist. Deshalb ist sie auch selten mit dem Eichungsstempel versehen.

Die Dezimalwagen sind als Brücken- und als Dezimaltischwagen gebaut. Letztere sind bei kleiner Platzbeanspruchung und großer Genauigkeit für das Wägen von 3 kg abwärts sehr geeignet und ersetzen deshalb vorteilhaft die unempfindlicheren Tafelwagen.

Die römische oder Schnellwage bildet einen ungleicharmigen Doppelhebel. Die Last hängt an einem Haken des kürzeren Hebels, während das Gewicht auf dem mit einer Skala versehenen längeren Hebel verschoben werden kann.

Die Fehlergrenze, also die größte zulässige Gewichtszulage der Handelswagen beträgt für je 100 kg der größten zulässigen Last:

0,2 g	bis zu 200 g	Belastung
0,1 g	„ „	5 kg „
0,05 g	„ über 5 „	„

Die hauptsächlich in dem Gebrauche der Betriebe befindlichen Wagen sind wohl die als Brückenwagen gebauten Dezimalwagen. In kleiner Ausführung sind sie handlich und transportabel; sie sind stets behutsam zu tragen und nicht roh zu behandeln. Die größeren Wagen haben meistens ihren ständigen Platz und sind in trockenen Räumen vorteilhaft so tief versenkt, daß die Plattform der Brücke zur leichten und daher auch weniger Personal verlangenden Zuführung der Lasten mit dem Niveau des Raumes annähernd gleich hoch liegt. In Betriebsräumen, in denen Fußbodennässe eintreten kann, ist die Versenkung nicht angebracht, da es sich dann kaum vermeiden läßt, daß sich dort Nässe ansammelt, unter deren Einfluß sich der Rahmen der Wage verzieht. Um dies letztere auch sonst zu vermeiden, sollen

die Wagen entweder eiserne oder hölzerne, aber dann gut geteerte Füße haben. Die Wagenbrücken sind im allgemeinen rechteckig, seltener dreieckig; außerdem werden auch alle anderen verlangten Formen hergestellt.

Für weniger große Belastungen, aber häufigen Gebrauch, bei dem es nicht auf äußerste Genauigkeit ankommt, dürften sich die automatischen Federwagen gut eignen, welche ein schnelles Abwägen und bequemes, doch dabei sicheres Gewichtsablesen gestatten. Die automatischen Wagen, die an Chargiereinrichtungen, Absackmaschinen usw. eingebaut sein können, spielen in den modernen chemischen Fabriken eine große Rolle. In neuerer Zeit haben sich die Dezimalwagen mit Laufgewicht sehr eingeführt, welche die Gewichtssätze überflüssig machen oder wenigstens bis auf einige größere Stücke beschränken. Die Vervollständigung dieser Wagen mit einem Druckapparat, welcher das gewogene Gewicht selbsttätig registriert, ist für viele Zwecke eine vorzügliche und sichere Kontrolle.

In feuchten und mit Säuregasen beladenen Räumen eignen sich diese Wagen mit Laufgewichten jedoch deshalb nicht, weil die Skala der Laufstange bald unleserlich und daher die Einstellung auch ungenau wird. Diese Wagen verlangen immer einen hellen Ort, damit die Skalziffern sicher abgelesen werden können, die mitunter auch an deutlicher Prägung zu wünschen übrig lassen.

In den Fabriken mit größerem Lastenverkehr befinden sich auch meistens Zentesimalwagen zur Wägung der beladenen Fuhrwerke und der Eisenbahnwaggons. Eine solche Wage ist zwar etwas teuer, bietet aber dafür eine anders kaum durchführbare Kontrolle der ein- und ausfahrenden Materialien.

Welche Wagen nun auch im Gebrauch sein mögen, sie sollten sich alle in gutem Erhaltungszustande befinden. Um ihre Empfindlichkeit zu erhalten, muß die ganze Wage stets rein und frei von Staub und Schmutz sein. Daß sie an einem möglichst hellen Orte zur Verhütung falscher Gewichtsablesung stehen und ebenfalls nicht dem Wind und Wetter ausgesetzt sein soll, wurde schon gesagt, und daß dem Arbeiter ein richtiges Wägen und der Gebrauch der Arretierung beizubringen ist, kann hinsichtlich der Tatsache, daß ein richtiges Abwägen die erste Notwendigkeit jeder zuverlässigen Arbeit ist, nur empfohlen werden.

Zwischen Wägen und Wagen ist ein großer Unterschied. Die Wage darf nie länger, als zur Ermittlung des Gewichtes notwendig ist, auf den Schneiden balancieren. Zur Selbstkontrolle bei der Gewichtsfeststellung ist sehr zu empfehlen, die Größe der Gewichte beim Auflegen auf die Wage laut zu nennen und ebenso nachher das Gesamtgewicht durch lautes Addieren der Einzelgewichte festzustellen.

Die Gewichte befinden sich immer in dem dafür bestimmten Kasten, der so eingerichtet ist, daß man sich mit einem Blick von der Vollständigkeit des Satzes überzeugen kann. In gewissen Zwischenzeiten ist es im eigenen Interesse angebracht, abgesehen von den darüber bestehenden Polizeivorschriften, sämtliche in den Betrieben vorhandenen

Gewichte mit einem dazu reservierten Normalsatze zu kontrollieren. Schließlich sei noch bemerkt, daß ihre gelegentliche Verwendung zu anderen Zwecken, wie zur Beschwerung oder gar als Hammer, eine recht verbreitete Unsitte ist, aber dennoch nicht gut geheißsen werden darf.

Beim Einkauf der Gewichte sehe man darauf, daß die Gewichtsstücke in der ganzen Fabrik von ein und derselben Form sind, um Irrtümer bei ihrem Gebrauch zu vermeiden. Es wird nämlich schnell zur Gewohnheit, das Gewicht dem Gewichtsstücke anzusehen, anstatt die daran befindliche Zahl abzulesen. Wenn die letzteren auch auf dem Gewichtsknopf vorhanden sind — für Dezimalwagen verzehnfacht —, so bieten sie eine noch größere Gewähr für ein richtiges Wägen.

Thermometer und Pyrometer. Es gibt wohl nur wenige chemische Prozesse, deren Verlauf nicht durch Temperaturmessungen kontrolliert zu werden braucht; daraus erhellt ohne weiteres die Wichtigkeit dieser Meßapparate. Vor der Ingebrauchnahme werden die Thermometer — gewöhnlich in größerer Zahl — auf ihre Richtigkeit geprüft, sofern nicht schon die Bezugsquelle dafür bürgt oder Garantie leistet. Den jeweiligen Zwecken und Apparaten entsprechend, werden sie in den verschiedenen Formen, meist als Quecksilber-, seltener als Metallthermometer, mit geradem und winkeligem, kurzem und langem Stock, mit verkürzter oder anders geformter Skala für alle verlangten Temperaturgrenzen angefertigt. Man achte besonders darauf, daß die in oder an dem Thermometer befindliche Skala genügend fest angebracht ist. Viele Thermometer befinden sich im Gebrauch, deren Skala unbemerkt verrutscht ist!

Die für Betriebszwecke nötigen Thermometer werden meist nach Bestellung angefertigt. Man vergesse bei diesen Bestellungen nicht, außer dem gewünschten Temperaturintervall mit Rotstrichen für bestimmte Grade die Skala- und Stocklänge, sowie auch die Stockdicke anzugeben, und sende, wenn es auf ganz genaue Ausführung ankommt, ein, wenn auch zerbrochenes Exemplar ein.

Nicht selten ist es von Wert, noch nachträglich die während einer Reaktion vorhanden gewesenen Temperaturgrenzen zu erfahren (Maximum- und Minimumthermometer). Handelt es sich darum, über die während eines bestimmten Zeitabschnittes herrschende Temperatur, von der unter Umständen das ganze Gelingen der Arbeit abhängt, eine beständige Kontrolle zu haben, so sind die zwar teuren, aber ausgezeichnete Dienste leistenden Registrierthermometer am Platze, welche selbst auch als Fernthermometer — zur Ablesung der Temperatur an einem beliebig entfernten Orte, im Bureau usw. — gebaut werden.

Zur Wahrung des Betriebsgeheimnisses gibt es auch Thermometer und Manometer mit falscher, absichtlich verschobener Skala, nach der sich der Arbeiter zu richten hat. Die Angaben müssen dann von dem Eingeweihten umgerechnet werden. Natürlich ist dafür zu sorgen, daß der Arbeiter keine Gelegenheit hat, ein solches Thermometer auch für andere Zwecke zu gebrauchen.

Die Anbringung der Thermometer an den Apparaten bietet gewisse Schwierigkeiten, wenn z. B. die Temperatur an Stellen gemessen werden soll, welche ihrerseits durch Rührschaufeln befahren werden. Obgleich die Thermometer für den Betrieb schon kräftiger gebaut sind, so sind sie doch noch immer sehr zerbrechlich und müssen daher mit Schutzvorrichtungen versehen sein: Der aus dem Apparate herausragende Teil wird mit einer die Skala freilassenden Schutzhülse umgeben, welche mit dem Apparate steif verbunden ist. Wenn es zugänglich ist und kein Überdruck in dem Apparate herrscht, kann das Thermometer direkt in denselben hineingesteckt werden nach Ermittlung der für die Temperatur maßgeblichen Stelle. Daß die Thermometer

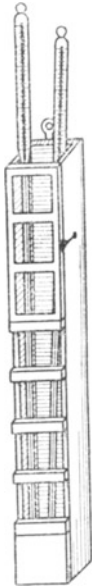


Fig. 60.

und selbst die Apparate, um dies zu erreichen, bisweilen in bestimmtem Sinne gebaut und daß die bewegenden Teile, wie Rührschaufeln, auch dementsprechend geformt werden müssen, ist jedem Praktiker eine bekannte Tatsache. Um den Thermometerstock vor dem Zerbrechen durch in starker Bewegung befindliche Massen zu schützen, bringt man in der Bewegungsrichtung vor dem Thermometer eine steife Latte an, oder man führt auch wohl in das Gefäß ein gut befestigtes Rohr ein, in welches das Thermometer hineingestellt wird. Unversteifte Blei- oder Zinnrohre dürfen zu diesem Zwecke nicht verwendet werden, da sie verbogen werden könnten und der Thermometerstock bei dem Verbiegen oder bei dem Herausziehen aus dem verbogenen Rohre abbrechen würde. Dieses Rohr ist, wenn Überdruck in dem Apparate herrscht, oder andere Gründe es verlangen, unten geschlossen und gasdicht durch die Gefäßwand geführt. Zur schnelleren Wärmeübertragung auf das in dem Rohre stehende Thermometer wird jenes mit einer geeigneten Flüssigkeit, wie Glycerin oder Rüböl oder auch Eisenpulver u. a. angefüllt.

Die nicht im Gebrauche befindlichen Thermometer haben ihren bestimmten Platz am besten in einem entsprechend gebauten langen, schmalen, an der Wand hängenden Kasten (Fig. 60), dessen Boden mit Filz oder Watte belegt ist, um die Thermometer sorglos hineinstellen zu können. Das Anhängen mittels Schnur an einen Nagel ist unpraktisch. Schnur und Nagel bieten besonders in feuchten Räumen nur ungenügende Sicherheit, und die Finger des Arbeiters sind auch nicht immer die geschicktesten. Ebenso ist das Hinlegen der Thermometer auf die Arbeitstische ungehörig, weil sie dort nur zu leicht übersehen und zerdrückt werden.

Zum Messen von höheren Temperaturen dienen die Pyrometer. Ihre Konstruktionsart beruht entweder auf der Ausdehnung eines heiß werdenden Metallstabes oder der ungleichen Ausdehnung verschiedener Metalle, sowie auf deren verschiedenen Schmelzpunkten (Segersche Kegel aus Glasurmasse); ferner auf der Ausdehnung der Luft (Luftthermo-

meter) und der Änderung des elektrischen Leitungswiderstandes, des thermoelektrischen Stromes (elektrische Thermometer) oder des Lichtausstrahlungsvermögens der glühenden Körper (optische Pyrometer, Wannerypyrometer). Diese Apparate sind je nach der guten Ausführung und dem durch den praktischen Gebrauch beeinträchtigten Zustand mehr oder minder zuverlässig; sie müssen jedenfalls sehr häufig nachgesehen werden.

Aräometer. Sie dienen zur Bestimmung des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten und werden prinzipiell unterschieden als Skalenaräometer, wenn ein Schwimmkörper von unveränderlichem Gewicht verschieden tief in die Flüssigkeiten einsinkt und das Gewicht auf einer empirisch hergestellten Skala abzulesen ist — und als Gewichtsaräometer, wenn der Schwimmkörper in den verschiedenen Flüssigkeiten immer bis zu dem gleichen Punkte durch Gewichtsbelastung zum Sinken gebracht wird. Die Skalenaräometer sind wohl fast ausschließlich im Gebrauch und müssen auf ihre Richtigkeit hin, ebenso wie die Wagen, nachgeprüft werden. Zu ihnen gehören die Alkoholometer von Richter und Tralles. Erstere zeigen den Alkoholgehalt in Gewichtsprozenten an; die Grade 0, 5, 10, 15 usw. sind genau ermittelt und die übrigen durch Teilung erhalten. Letztere dagegen zeigen ihn in Volumprozenten an, die in allen Graden mit der wirklichen Einsenkung übereinstimmen.

Ferner gehört hierher die noch sehr verbreitete Bauméspindel. Die Gradeinheit derselben wird gebildet von dem zehnten Teil einer Skalalänge, deren Endpunkte durch Eintauchen der Spindel in destilliertes Wasser (Temp. 12,5, spez. Gewicht 1,000) und in eine bei derselben Temperatur hergestellten 10%igen Kochsalzlösung dargestellt werden. Bei der gleichen Gradlänge unterscheidet sich die eigentliche Bauméspindel von der rationalen Bauméspindel nach Länge dadurch, daß in der ersteren der durch Eintauchen in destilliertes Wasser ermittelte Grad die Ziffer 10 und in der Baumé-Lungespindel die Ziffer 0 erhält. Daraus ergibt sich der in der Praxis nicht zu übersehende Unterschied um 10° für dieselbe Flüssigkeit, wenn sie leichter als Wasser ist und mit der einen oder der anderen Spindel gemessen wird. Zum Messen von Flüssigkeiten, die schwerer als Wasser sind, ist wohl nur die rationale Baumé-Lungespindel im Gebrauch. Eine für diesen Zweck etwa benutzte eigentliche Bauméspindel würde natürlich für die entsprechenden Flüssigkeiten um 10° niedrigere Ziffern tragen. In Frankreich ist neuerdings die Bauméspindel offiziell verboten worden und auch bei uns sollte man sich daran gewöhnen, die Angabe des spezifischen Gewichts in absolutem Maß zu bevorzugen.

Aus nachstehender Tabelle ist das Verhältnis des spezifischen Gewichts zu der Baumé-Lunge- und der Bauméspindel zu ersehen.

Andere speziellen Zwecken dienende Aräometer sind das Saccharometer, Laktometer und die Mostwage, welche für die betreffenden Verwendungen empirisch hergestellt werden.

Grade: Baumé- Lunge	Spez. Gewicht	Grade: Baumé	Grade: Baumé- Lunge	Spez. Gewicht	Grade: Baumé	Grade: Baumé- Lunge	Spez. Gewicht
— 50	0,743	60	— 11	0,929	21	28	1,241
— 49	0,747	59	— 10	0,935	20	29	1,252
— 48	0,750	58	— 9	0,941	19	30	1,263
— 47	0,754	57	— 8	0,947	18	31	1,274
— 46	0,758	56	— 7	0,954	17	32	1,285
— 45	0,762	55	— 6	0,960	16	33	1,297
— 44	0,766	54	— 5	0,967	15	34	1,308
— 43	0,770	53	— 4	0,973	14	35	1,320
— 42	0,775	52	— 3	0,980	13	36	1,332
— 41	0,779	51	— 2	0,986	12	37	1,345
— 40	0,783	50	— 1	0,993	11	38	1,357
— 39	0,787	49	0	1,000	10	39	1,370
— 38	0,792	48	+ 1	1,007	(9)	40	1,384
— 37	0,796	47	+ 2	1,014	(8)	41	1,397
— 36	0,800	46	+ 3	1,021	(7)	42	1,411
— 35	0,805	45	+ 4	1,028	(6)	43	1,424
— 34	0,809	44	+ 5	1,036	(5)	44	1,439
— 33	0,814	43	+ 6	1,043	(4)	45	1,453
— 32	0,818	42	+ 7	1,051	(3)	46	1,468
— 31	0,823	41	+ 8	1,059	(2)	47	1,483
— 30	0,828	40	+ 9	1,067	(1)	48	1,498
— 29	0,833	39	+ 10	1,074	(0)	49	1,514
— 28	0,837	38	11	1,083		50	1,530
— 27	0,842	37	12	1,091		51	1,547
— 26	0,847	36	13	1,099		52	1,563
— 25	0,852	35	14	1,107		53	1,581
— 24	0,857	34	15	1,116		54	1,598
— 23	0,863	33	16	1,125		55	1,616
— 22	0,868	32	17	1,134		56	1,634
— 21	0,873	31	18	1,143		57	1,653
— 20	0,878	30	19	1,152		58	1,672
— 19	0,884	29	20	1,161		59	1,692
— 18	0,889	28	21	1,170		60	1,712
— 17	0,895	27	22	1,180		61	1,732
— 16	0,900	26	23	1,190		62	1,753
— 15	0,906	25	24	1,200		63	1,775
— 14	0,912	24	25	1,210		64	1,797
— 13	0,917	23	26	1,220		65	1,820
— 12	0,923	22	27	1,230		66	1,843

Die **hydrostatischen Wagen** sind in der Form der Mohrschen und Westphalschen Wage bekannt, von denen die letztere eine vereinfachte Modifizierung der ersteren ist und einen 10 g schweren, mit Thermometer versehenen Senkkörper hat, der 5 g Wasser verdrängt. Die Reitergewichte dazu kann man sich nötigenfalls selbst herstellen. Diese Wagen existieren in noch kleineren Abmessungen, die das Wägen ganz geringer Flüssigkeitsmengen gestatten. Bei noch kleineren Mengen muß das Pyknometer genommen werden, mit dem man ja überdies die genauesten Resultate erhält.

Die im Handel befindlichen gewöhnlichen Aräometer und die sonstigen Spindeln und Meßapparate, welche als Massenartikel hergestellt werden, lassen oft an Genauigkeit zu wünschen übrig. Es ist daher gut, dieselben mit einem geeichten oder sonst als richtig ermittelten Eichinstrument zu vergleichen, selbst wenn es sich nicht um sehr große Genauigkeit handeln soll. Die geringe Arbeit der Kontrollierung einer größeren, auf einmal gekauften Anzahl Spindeln wird von der dadurch erlangten Gewißheit, mit richtigen Instrumenten zu messen, reichlich aufgewogen.

Manometer. Die zum Messen des Druckes von Gasen und Dämpfen dienenden Manometer sind entweder Flüssigkeits- oder Federmanometer. Die ersteren, in U-Röhrenform mit einer geeigneten Flüssigkeit, z. B. Quecksilber, als Absperrungsmittel, dienen zum Messen geringen Druckes. Von den letzteren ist das Bourdonsche Röhrenfedermanometer (Fig. 61) charakterisiert durch eine hohle, spiralförmig gebogene Metallröhre *a*

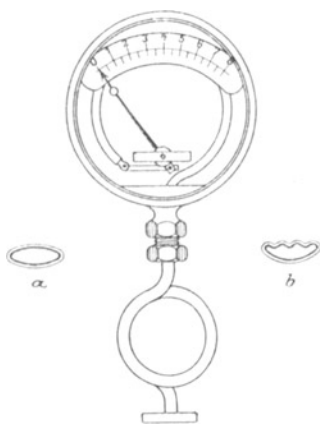


Fig. 61.

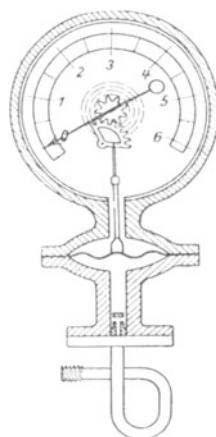


Fig. 62.

von ovalem Querschnitt. In einer anderen sehr brauchbaren Ausführungsform hat die Metallröhre einen ovalen, wellig gerippten Querschnitt *b* (Fig. 61). Wenn in dieses Spirälröhrchen Flüssigkeit hineingelangt und der Druck steigt, so ändert sich der Querschnitt der Röhre und damit auch ihre Form. Diese Formänderung wird durch eine Zeigerbewegung auf einer Skala gemessen.

Bei den Plattenfedermanometern (Fig. 62) wirkt der Druck durch die Absperrflüssigkeit auf eine wellig gebogene runde Stahlplatte, die durch den wechselnden Druck mehr oder minder durchgebogen wird.

Diese Durchbiegung wird mittels eines auf dem Plättchen stehenden Stiftes auf ein Zeigerwerk übertragen. Die Platte besteht aus nicht rostendem Metall oder ist durch eine untergelegte Kautschukscheibe vor dem Rosten geschützt, wenn die Absperrflüssigkeit Wasser ist. Diese letztere darf niemals fehlen und ist in den verschiedenen Verhältnissen entsprechend zu wählen. So ist z. B. in nicht frostfreien Räumen anstatt Wasser Glycerin oder Öl zu nehmen. Auch hat man darauf zu achten, daß bei der Montierung neuer Manometer die Absperrflüssigkeit nicht vergessen wird. Zur Aufnahme der letzteren dienen U- oder ringförmig gebogene Verbindungsrohre (Fig. 61 und 62). Zur Kontrollierung des ordnungsmäßigen Zustandes ist darauf zu achten, daß der Zeiger in dem Ruhestadium immer genau auf 0 zurückgeht. Ferner muß an jedem der Kontrolle unterworfenen Betriebsmanometer für die Kontrollierung seitens des revidierenden Beamten ein Kontrollflansch in den behördlich vorgeschriebenen Abmessungen (Fig. 63)

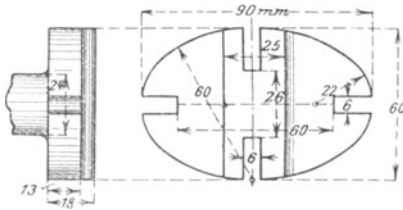


Fig. 63.

vorhanden sein, damit das amtlich vorgeschriebene Kontrollmanometer angebracht werden kann.

Vervollkommnungen der Manometer bestehen darin, daß sie außerdem mit mitnehmbaren Zeigern als Maximum- und als Minimummanometer bzw. auch in Verbindung mit einem rotierenden Registrierapparat als Registriermanometer gebaut werden, ähnlich dem Apparat zur Aufzeichnung des Dampfmaschinen-Diagrammes.

Dann gibt es gleich den Fernthermometern konstruierte Fernmanometer. Die Manometer in Deutschland zeigen den Überdruck an. Demnach beginnt ihre Skala mit 0 und der Zeiger schreitet in dem Augenblick vorwärts, wo der Siedepunkt über 100°C steigt, so daß z. B. bei einem Manometerstand von 4 Atm. in dem Kessel ein Überdruck von 4 Atm. — auf den z. B. die Kesselbleche geprüft werden — aber eine wirkliche Dampfspannung von 5 Atm. herrscht und der entsprechende Siedepunkt des Wassers $150,99^{\circ}\text{C}$ ist (in Frankreich zeigen die Manometer den wirklichen Druck, also 1 Atm. mehr an, als die unsrigen).

Eine Atmosphäre entspricht dem Druck von rund 1 kg auf 1 qcm. Dieser Annahme entspricht ein Barometerstand von 735,5 mm bei 0°C , wonach der Siedepunkt des Wassers für verschiedenen Druck aus der später gegebenen Tabelle ersichtlich ist.

Die Vakuummeter entsprechen in jeder Weise den Manometern mit dem selbstverständlichen Unterschiede, daß hier der Grad des Vakuums von dem äußeren Überdruck der Atmosphäre abhängig ist. Demnach sind die Vakuummeter, da sich der Zeigermechanismus inner-

halb der Veränderungen des Druckes einer Atmosphäre betätigen soll, viel empfindlicher gebaut. Als für die meisten Zwecke brauchbar, dienen die selbst herstellbaren und nie versagenden, z. B. mit Quecksilber oder gefärbter Flüssigkeit gefüllten engen U-Röhren mit einer Schenkellänge von 80—90 cm (für etwaige Schwankungen der Quecksilbersäule), die an einem schwarz angestrichenen Brette befestigt werden, auf dem die Skala aufgetragen ist.

Selbsttätige und u. U. auch registrierende Analysiervorrichtungen erfreuen sich vielseitigster Anwendung. Sehr gebräuchlich sind die Rauchgasprüfer (z. B. Adosapparate), die eine dauernde Kontrolle über die Zusammensetzung der Feuerungsabgase gestatten. Auch die Abgase technischer Großapparate werden oft durch automatische Kontrollvorrichtungen laufend beaufsichtigt. Es handelt sich häufig nur um den qualitativen Nachweis von geringen Mengen H_2S , CO , CO_2 , Cl usw., vielfach läßt aber der kolorimetrische Vergleich mit Standardproben auch Rückschlüsse auf die Mengenverhältnisse zu. Selbsttätige Analysiervorrichtungen müssen sorgsam in Stand gehalten werden, sollen sie zuverlässig arbeiten. Da sie nur zu gern von unberufener oder an den Resultaten interessierter Seite in ihren Arbeiten künstlich beeinflußt werden, so ist darauf bei der Anbringung von vornherein Rücksicht zu nehmen.

Sehr wichtig sind Wassermesser, Gasuhren usw., die für vielerlei Zwecke Verwendung finden.

C. Maschinelle Hilfsmittel.

Kraftquellen.

Zur richtigen Würdigung der fundamentalen Bedeutung des Dampfes als des vornehmsten Kraftmittels für die gesamte Industrie ist es angezeigt, die Heizmaterialien, ferner die bei der Erzeugung des Dampfes in den Dampfkesseln und bei der Umwandlung der thermischen in mechanische Kraft sich abspielenden Vorgänge, sowie die bautechnischen Elemente der Heizungsanlagen insoweit zu besprechen, als sie dem Betriebschemiker bekannt sein sollen, damit er die Zweckmäßigkeit, Leistung und Wertung dieser Einrichtungen sachgemäß zu beurteilen vermag. Man kann von ihm verlangen, daß er das unentbehrlichste Hilfsmittel, die Dampfkraft, richtig zu schätzen, zu bewerten und zu verwenden versteht und daß er die an ihn herantretenden Grundfragen der Dampfkessel- und Maschinenlehre für den Betrieb richtig beantworten kann.

Das Wasser liefern hauptsächlich Flüsse und Brunnen. Der Brauchbarkeit für technische Zwecke sind weitere Grenzen gesteckt als bei Trinkwasser. Für gewisse Industrien, wie Brennereien, Gerbereien, Stärke-, Zucker-, Papier- und andere Fabriken werden jedoch auch ganz spezielle Anforderungen gestellt. Im allgemeinen kommt es hier lediglich auf die Brauchbarkeit des Wassers zur Kesselspeisung an.

Bei Beurteilung eines Kesselspeisewassers ist zu berücksichtigen, in welchem Maße dasselbe die Kesselbleche angreifen und Kesselstein bilden kann. Chlormagnesium, sowie ein Gehalt an Luft und Kohlensäure begünstigen namentlich die Zerstörung der Bleche. Ein Zuckergehalt kann — in den Zuckerfabriken — dem Kessel gefährlich werden. Fetthaltiges Wasser ist ebenfalls zur Kesselspeisung ungeeignet. Als Kesselsteinbildner sind besonders schwefelsaures Kalzium, kohlen-saures Kalzium und kohlen-saures Magnesium anzusehen.

Die Zusammensetzung des Wassers sollte auf jeden Fall durch eine genaue analytische Untersuchung ermittelt und laufend kontrolliert werden, damit man nicht in den etwa erforderlich werdenden Zusätzen nur auf Schätzung angewiesen bleibt. Abgesehen von einer richtigeren Einstellung der Wässer wird man in den meisten Fällen durch die Analyse auch eine dauernde Ersparnis an Zusatzmitteln erreichen.

Der immer zuerst in Frage kommende Härtegrad eines Wassers wird nach dem Gehalt an Erdalkalien bestimmt. Als 1 deutschen Härtegrad bezeichnet man jeden Teil Kalk (CaO) in 100 000 Teilen Wasser, wobei die anderen alkalischen Erden nach ihrem Molekulargewicht in Kalk umgerechnet werden. Der französische Härtegrad, welcher auch in Deutschland noch gebräuchlich ist, bedeutet 1 Teil kohlen-sauren Kalk in 100 000 Teilen Wasser. Weich nennt man ein Wasser bis zu 10 Härtegraden, während ein Wasser, dessen Härte 20 nicht übersteigt, wohl hart, aber für alle technischen Zwecke noch verwendbar ist. Mit der Wasserreinigung und -enthärtung, die nach dem alten Kalk-Soda-Verfahren, mittels Permutit oder sonst in geeigneter Weise erfolgen kann, sollte sich jeder junge Betriebschemiker vertraut machen. Die chemische Kontrolle ist hier von hoher Bedeutung, die leider noch viel zu wenig gewürdigt wird. Zur Beurteilung der Leistung des Dampfkessels usw. sollten stets Wassermesser eingebaut sein.

Wärme und Arbeit.

Diejenige Wärmemenge, die nötig ist, 1 kg Wasser um 1° zu erwärmen heißt Wärmeeinheit oder Kalorie. Die der Kraft einer Kalorie entsprechende mechanische Arbeit ist gleich 425 mkg. Sie stellt den Arbeitswert der Wärmeeinheit dar und wird als mechanisches Wärme-äquivalent bezeichnet. Demnach ist 1 mkg $\frac{1}{425}$ Kalorien äquivalent.

Um Wasser von 100° in Dampf von 100° überzuführen, werden 537 Kalorien und demnach, um Wasser von 0° in Dampf von 100° überzuführen, 637 Kalorien verbraucht. Zur Erhöhung der Temperatur von 1 kg Dampf um 1° sind 0,305 Kalorien nötig. Im allgemeinen gilt die Formel: um m kg Wasser von 0° in Dampf von t° überzuführen, sind

$$m \cdot (606,5 + 0,305 t) \text{ Kalorien}$$

erforderlich.

Um also beispielsweise in einem Kessel 500 kg Wasser von 40° in Dampf von 150° zu verwandeln, würden theoretisch

$$500 \cdot (606,5 + 0,305 \cdot 150 - 40) = 306\,125 \text{ Kalorien}$$

verbraucht werden.

Die Wärme, welche zur Erhöhung der Wassertemperatur dient, heißt sensible oder auch Flüssigkeitswärme und diejenige, welche den Aggregatzustand ändert, ohne die Temperatur zu erhöhen, heißt latente oder auch Verdampfungswärme (innere und äußere Verdampfungswärme).

Die Spannkraft des Dampfes wird ausgedrückt in Atmosphären oder in Kilogramm, denn der Druck einer technischen Atmosphäre ist gleich dem eines Kilogramm auf 1 qcm (genau 1,03 kg).

Mit Hilfe des Dampfmessers läßt sich durch einfache Ablesung der Dampfverbrauch, die Dampfspannung, die Dampfgeschwindigkeit und die durchströmende Dampfgeschwindigkeit an jeder beliebigen Leitungsstelle, wo der Apparat eingeschaltet ist, feststellen. Man erhält dadurch einen sicheren Einblick in die Wirtschaftlichkeit der Dampfanlage und der Kessel, einen Überblick über die Kohlenkosten und den Wirkungswert der Maschinen, sowie über die einzelnen Teile des Leitungsnetzes, der Güte der Isolierungen usw.

Mit der Erhöhung der Verdampfungstemperatur, d. h. des Siedepunktes des Wassers, wächst die Spannkraft, also der Atmosphärendruck und das spezifische Gewicht des gesättigten Dampfes, wie es die Tabelle nach Zeuner veranschaulicht.

Gesättigter und ungesättigter oder überhitzter Dampf.

Wenn, wie es in den Dampfkesseln der Fall ist, Wasser und Dampf in einem geschlossenen Raume bei einer bestimmten Temperatur, z. B. 145° , zusammen sind, so besteht ein Gleichgewichtszustand; es herrscht, solange sich sonst nichts ändert, ein bestimmter Druck von 4 Atm. — am Manometer 3 Atm. Überdruck — und dieser Druck entspricht der Spannkraft des gesättigten Dampfes bei der betreffenden Temperatur. Sobald eine Zustandsänderung eintritt, indem z. B. durch Öffnen eines Ventils der Druck vermindert wird, treten sofort Kräfte auf, die den alten Gleichgewichtszustand wieder herstellen. Es verwandelt sich soviel Wasser in Dampf, daß der Dampf in dem Raume oberhalb des Wasserspiegels wieder gesättigt wird. Durch das Verdampfen des Wassers muß die Temperatur sinken, und um dies zu verhindern, muß der Kessel geheizt werden.

Geschieht das Öffnen des Ventils sehr schnell oder tritt sonst eine Dampfentnahme auf, die ein sehr rasches Sinken des Druckes zur Folge hat, so kann durch plötzliches Verdampfen des ganzen vorhandenen Wassers der Druck mit einem Male so gewaltig zunehmen, daß dadurch eine Explosion verursacht wird. Jede übermäßig schnelle und plötzliche Dampfentnahme aus dem Kessel ist daher zu vermeiden.

Wenn man bei dem oben beschriebenen Zustande des Dampfes Dampf und Wasser voneinander trennt, so kann sich bei vermindertem Dampfdrucke, z. B. bei 3 Atm., der Gleichgewichtszustand nicht wieder herstellen. Der Dampf wird für die herrschende Temperatur von 145° ungesättigt, er hat dann nicht mehr das Maximum der Spannkraft.

Absolute Spannung p in		Temperatur Grad Celsius	Kalorien für 1 kg				Gesamtwärme für 1 cbm Dampf	Gewicht von 1 cbm Dampf	Volumen von 1 kg Dampf
			Flüssigkeitswärme	innere Verdampfungswärme	äußere Verdampfungswärme	Gesamtwärme			
Atm.	kg für 1 qcm	t	p	Grad	Apu	λ	Kal.	kg	cbm
0,1	0,10	46	46,2	538,8	35,4	620,5	42,6	0,06	14,55
0,5	0,51	81	82,0	510,7	38,6	631,4	199,0	0,31	3,17
1,0	1,03	100	100,5	496,4	40,2	637,0	385,9	0,60	1,65
1,5	1,55	111	112,4	487,0	41,1	640,5	568,4	0,88	1,12
2,0	2,06	120	121,4	480,0	41,8	643,2	748,2	1,16	0,85
2,5	2,58	127	128,7	474,3	42,4	645,4	925,9	1,43	0,69
3,0	3,10	133	134,9	469,4	42,8	647,3	1102,0	1,70	0,58
3,5	3,61	139	140,4	465,2	43,2	648,9	1276,9	1,96	0,50
4,0	4,13	144	145,3	461,4	43,6	650,4	1450,5	2,23	0,44
4,5	4,66	148	149,7	458,1	43,9	651,7	1623,6	2,49	0,40
5,0	5,16	152	153,7	454,9	44,1	652,9	1795,7	2,75	0,36
5,5	5,68	155	157,4	452,1	44,4	654,0	1967,0	3,00	0,33
6,0	6,20	159	160,9	449,4	44,6	655,0	2137,9	3,26	0,30
6,5	6,71	162	164,1	446,9	44,8	656,0	2307,5	3,51	0,28
7,0	7,23	165	167,2	444,6	45,0	656,9	2477,1	3,77	0,26
8,0	8,26	170	172,8	440,2	45,4	658,5	2815,7	4,27	0,23
9,0	9,30	175	178,0	436,3	45,7	660,1	3150,8	4,77	0,20
10,0	10,33	180	182,7	432,7	46,0	661,4	3487,0	5,27	0,18
11,0	11,36	184	187,0	429,4	46,2	662,7	3820,0	6,76	0,17
12,0	12,40	188	191,1	426,3	46,4	663,9	4152,3	6,25	0,15
13,0	13,43	192	194,9	423,4	46,6	665,0	4484,7	6,74	0,14
14,0	14,46	195	198,5	420,7	46,8	666,1	4816,6	7,22	0,13

Nun entspricht aber ein Druck von 3 Atm. der Spannung eines gesättigten Dampfes von etwa 133° . Dieselbe eingeschlossene Dampfmenge also, die bei 145° einen ungesättigten Dampf darstellt, wird beim Sinken der Temperatur gesättigt. Umgekehrt hätte man in unserem Beispiel den bei 145° gesättigten Dampf von 4 Atm. Spannung auch dadurch in ungesättigten überführen können, daß man bei gleichbleibendem Drucke die Temperatur steigert. Für 153° z. B. beträgt die Spannkraft des gesättigten Dampfes 5 Atm. und ein Dampf von 4 Atm. ist bei dieser Temperatur ungesättigt. Ein derartiger Dampf nun, der durch Steigerung der Temperatur in den ungesättigten Zustand übergeführt wird, heißt „überhitzter Dampf“. Die Spannkraft eines überhitzten Dampfes ist demnach gleich der eines Dampfes von der Temperatur, bei welcher der überhitzte Dampf in gesättigten übergeht. Der überhitzte Dampf ist, wie aus dem vorhergehenden erhellt, dadurch ausgezeichnet, daß er Wärme abgeben muß, um in

gesättigten Dampf überzugehen. Er ist daher nicht nur absolut trocken, sondern kann auch fortgeleitet werden, ohne sofort durch Kondensation an den kälteren Leitungswandungen feucht zu werden, was für viele Zwecke von großer Wichtigkeit ist. Andererseits kann er auch mehr Arbeit leisten, als der gesättigte Dampf, ehe er aus dem Dampfzustande in den tropfbar flüssigen übergeht. Da die Überhitzung des Dampfes mit einer Volumenvermehrung verbunden ist, so ist zur Füllung gleich großer Räume eine entsprechend geringere Gewichtsmenge Dampf erforderlich und deshalb ist überhitzter Dampf zur Verwendung in den Dampfmaschinen hervorragend geeignet. Aber auch der Kesselbetrieb wird sparsamer wegen der geringeren Leistung, die gefordert wird; die Leistung einer bestehenden Anlage läßt sich durch Einbau eines Überhitzers wesentlich steigern.

Die Verwendung des überhitzten Dampfes in der Praxis hat sich immer mehr eingebürgert, da sie eine Ersparnis an Feuerungsmaterial bedeutet und die damit verbundenen Nachteile konstruktiver Art seit langem überwunden sind. Diese bestanden, abgesehen von der Schwierigkeit befriedigender Dichtung und Schmierung, darin, daß das Metall, welches für gewöhnliche Dampfspannungen widerstandsfähig genug ist, für überhitzte Dämpfe (über 200—350°) sich nicht als fest genug erwies. Kupferröhren werden bei so hoher Temperatur zu weich und die Spindel der gußeisernen Ventile müssen aus Nickelstahl bestehen.

Verbrennung.

Da die Verbrennung in der Vereinigung mit Sauerstoff besteht, so wird der Wert der Brennstoffmaterialien mit dem Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff steigen und durch den Gehalt an Sauerstoff und mechanisch gebundenem Wasser herabgedrückt werden. Der Sauerstoff ist deshalb schädlich, weil er von dem Wasserstoff soviel zurückhält, wie zur Bildung von Wasser nötig ist und weil daher die zur Verbrennung übrigbleibende Menge Wasserstoff verringert wird. Das mechanisch gebundene Wasser, die Feuchtigkeit der Heizmaterialien, wird in Dampf verwandelt und verbraucht dabei eine bestimmte Wärmemenge. Stickstoff und Asche wirken als wärmefressender Ballast, der zur Wärmeentwicklung selbst nichts beiträgt und die Transportkosten erhöht.

Die bei der Verbrennung des Heizmaterials freiwerdende Wärmemenge — in Kalorien ausgedrückt — läßt sich sowohl rechnerisch ermitteln, als auch experimentell feststellen. Als Durchschnittsergebnis einer Reihe von Versuchen ist von dem Verein deutscher Ingenieure und dem Internationalen Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine eine Verbandsformel, die Dulong'sche Formel, eingeführt worden, die den Brennwert B eines Kilogramm Heizmaterial ausdrückt:

$$B = 8000 C + 29\,000 \left[H - \frac{0}{8} \right] + 25\,000 S - 600 W.$$

Darin bedeutet: 8000 die abgerundete Verbrennungswärme des Kohlenstoffs zu Kohlensäure,
 29 000 die abgerundete Verbrennungswärme des Wasserstoffs zu Wasserdampf,
 25 000 die abgerundete Verbrennungswärme des Schwefels zu Schwefeldioxyd,
 600 die abgerundete Verdampfungswärme des Wassers,
 C den Kohlenstoffgehalt,
 $\left[H - \frac{O}{8} \right]$ den verfügbaren Wasserstoffgehalt, der von dem Gesamtwasserstoff nach Abzug des von dem vorhandenen O zur Wasserbildung verbrauchten H übrig bleibt.
 S den Schwefelgehalt und
 W den Gehalt an Feuchtigkeitswasser.

An einem Beispiel mag die Formel erläutert werden. Eine ober-schlesische Kohle enthält nach Bunte in einem Gewichtsteile:

$$\left. \begin{array}{l} 0,778 \text{ C,} + 0,058 \text{ H,} + 0,101 \text{ O} \\ 0,006 \text{ S,} + 0,017 \text{ H}_2\text{O,} + 0,050 \text{ Asche} \end{array} \right\} = 0,999.$$

Demnach ist der Wärmeeffekt oder der Brennwert B dieser Steinkohle:

$$\begin{aligned} B = & 8000 \cdot 0,778 + 29\,000 \left[0,048 - \frac{0,101}{8} \right] \\ & + 25\,000 \cdot 0,006 - 600 \cdot 0,017 = 7438. \end{aligned}$$

Zuverlässiger ist die Heizwertbestimmung durch Verbrennung mittels komprimierten Sauerstoffes in der kalorimetrischen Bombe.

Nach Grashof ist der Verbrennungswert der wichtigsten Brennstoffe folgender:

1 kg lufttrocknes Holz . .	2731	Kalorien
1 „ lufttrockner Torf . . .	2743	„
1 „ lufttrockne Braunkohle	4176	„
1 „ Steinkohle	7483	„
1 „ Holzkohle	7034	„
1 „ Koks	7065	„

Die Heizwerte der verschiedenen Brennstoffgattungen unterliegen beträchtlichen Schwankungen. Es gibt z. B. Steinkohlen mit 5500 Kalorien und solche bis zu 8000 Kalorien.

Aus diesen, von den einzelnen Heizmaterialien entwickelten Kalorien läßt sich nun weiter ermitteln, wieviel Wasser von 0° theoretisch damit in Dampf von t° überführbar ist, nämlich:

$$\frac{\text{Brennstoff}}{606,5 + 0,305 t} \text{ kg.}$$

In der Praxis ist es natürlich unmöglich, diesen Wert zu erreichen, wie aus folgendem hervorgeht. Der für die Verbrennung notwendige Sauerstoff wird als atmosphärische Luft zugeführt. In Wirklichkeit genügt die berechnete Luftmenge (für 1 kg hochwertige Kohle: 11,4 kg oder 9,6 cbm Luft) fast nie zur vollständigen Verbrennung, weil eine so innige Mischung der Gase schwer möglich ist und weil dabei die Temperatur u. a. so hoch steigen kann, daß Kessel und Ofen stark angegriffen würden. Die tatsächlich zuzuführende Luftmenge beträgt vielmehr je nach Güte der Feuerungsanlagen und ihrer Bedienung selten das $1\frac{1}{2}$ —2fache, unter ungünstigeren Verhältnissen, wie sie leider sehr verbreitet sind, aber auch das 3—4fache und noch mehr. Die überschüssige Luftmenge wird dabei aber mit erwärmt und drückt notwendigerweise die Feuerungstemperatur herab. Der Wärmeverlust durch Luftüberschuß ist um so größer, je heißer die entweichenden Abgase sind; daher wird deren Temperatur bei vielen Kesselanlagen beständig durch dicht hinter dem Schieber in den Rauchkanal eingebaute Thermometer (Registrierinstrumente, Fernablesung) kontrolliert. Noch wichtiger ist eine beständige Kontrolle des Luftüberschusses in den Abgasen, welche neuerdings mehr und mehr Eingang findet (Rauchgasanalysen, Adosapparate usw.). Durchschnittlich beträgt ihre Temperatur beim Eintritt in den Schornstein gegen 250° . Außerdem entsteht Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung, so daß selbst bei den vollkommensten Anlagen die wirklich erreichte Verdampfung hinter der berechneten um etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ zurücksteht, wie aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist:

		theoretisch	praktisch
1 kg lufttrocknes Holz	liefert etwa	5,0	3— $3\frac{3}{4}$ kg Dampf
1 „ lufttrockner Torf	„ „	4,5	3— $3\frac{1}{2}$ „ „
1 „ lufttrockne Braunkohle	„ „	6,0	3— $4\frac{1}{2}$ „ „
1 „ Steinkohle	„ „	11,8	7—9 „ „
1 „ Koks	„ „	11,0	8 „ „

Die Erfahrung der Praxis entscheidet am sichersten über die zweckmäßigste Luftmenge, die für jedes Brennmaterial und jede Kesselanlage verbraucht wird, um durch 1 kg Kohle die größte Menge Wasser zu verdampfen. Die Bewertung der Brennmaterialien für eine gegebene Kesselanlage liegt demnach in der Frage: Was kostet 1 kg Dampf von 100° ? Durchschnittlich konnte man 100 kg Dampf von 100° im Jahre 1914 unter Ansetzung der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals für Kessel und Kesselhaus mit 10% zu 25—50 Pf. ansetzen, während sie Mitte 1920 etwa 4—5 M. kosteten.

Brennstoffe.

Die für Kesselfeuerungen in Betracht kommenden Brennmaterialien sind Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Koks, Leucht-, auch Wasser- und Kraftgas, Rohöle und Petroleum. Da die in ihnen enthaltenen Mengen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Asche (selten Schwefel)

ihren Wert ausmachen, also für die Heizkraft bestimmend sind, so läßt sich durch die quantitative Analyse die Heizkraft rechnerisch ermitteln.

Holz. Nach Pecl et sind die als Brennholz verwendeten Hölzer in ihrem Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff nahezu gleich. Dagegen ist der Wassergehalt der Holzarten und auch der verschiedenen Alterstufen einer Holzart sehr wechselnd. Frisch gefälltes Holz enthält 20—50%, lufttrockenes noch 16—18% Wasser. Gedörertes Holz, d. h. solches, das künstlich getrocknet und dessen Feuchtigkeit noch weiter bis auf 12% herabgedrückt ist, ist hygroskopisch.

Wasserfreie Holzmasse enthält durchschnittlich

50% Kohlenstoff,
6% Wasserstoff,
41% Sauerstoff und
3% Asche
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 100%.

In einem Raummeter geschichteten Holzes sind als Holzmasse enthalten:

75% Kloben- oder Scheitholz,
70% starkes Knüppelholz,
60% schwaches Knüppelholz und
50% Stockholz,

und er wiegt als

Kiefernholz	an 350 kg
Erlen- und Birkenholz	„ 400 „
Buchenholz	„ 500 „
Eichenholz	„ 520 „

Dementsprechend ist auch der Preis des Brennholzes verschieden.

Für Kesselfeuerungen ist das Holz meistens zu teuer, höchstens wird der Abfall als Säge- und Hobelspäne, u. U. in Brikettform, verfeuert.

Auch Holzkohle kommt für Kesselfeuerungen nicht in Betracht, da sie dafür zu teuer ist. Sie wird aber zu vielen anderen Heizzwecken in der chemischen Industrie verwendet.

100 kg trockene Holzkohle enthalten gegen 85—87 kg Kohlenstoff.
1 hl wiegt 15—22 kg.

Torf ist äußerst verschieden in seinem Heizwert. Er kann besser als Holz, aber auch viel minderwertiger sein. Sein Aschengehalt schwankt zwischen 1 und 50%; ein Gehalt unter 10% charakterisiert ihn noch als gute Sorte. Lufttrockener Torf enthält nach Abzug des Aschen und Wassergehaltes im großen Durchschnitt:

60% Kohlenstoff,
6% Wasserstoff und
34% Sauerstoff.
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 100%

Der Preßtorf stellt ein wirksameres Brennmaterial dar als der gewöhnliche Torf.

Braunkohle. In der Qualität ansteigend unterscheidet man: Moor- kohle oder erdige, Lignit oder holzartige und schieferige Braunkohle, von denen in dieser Reihenfolge 100 kg der wasserfreien Substanz enthalten:

60, 65 und 70 kg Kohlenstoff,
30, 25 „ 20 „ Sauerstoff und
je 5 „ Wasserstoff und Rückstände.

Da Braunkohle beim Lagern und Trocknen zerfällt, an Heizkraft verliert und auch Selbstentzündung vorkommen kann, so wird sie bald nach der Förderung und hauptsächlich in der Umgebung der Fund- orte verwendet. Auch ihres hohen Wassergehaltes (20—45%) und ihres geringen Heizwertes halber, vertragen die Braunkohlen keine großen Frachtkosten. Die großen mitteldeutschen und niederrhein- schen Braunkohlenkraftzentralen liegen daher meist direkt am Tage- bau oder in seiner nächsten Nachbarschaft. Das Werk von Golpa- Zschornowitz bei Bitterfeld ist die größte elektrische Dampfzentrale der Erde. 1 cbm Braunkohle enthält 700—800 kg.

Von den Braunkohlenbriketts sind die trocken gepreßten vorzu- ziehen, da sie kein überflüssiges Wasser als Ballast enthalten und einen höheren Heizwert, als die Braunkohle selbst besitzen. Braun- kohlenbriketts kosteten im Großen Mitte 1920 etwa M. 250.— bis 300.— die Tonne.

Steinkohlen bilden das verbreitetste Heizmaterial für Kesselfeu- erungen. Ihre wechselnde Zusammensetzung und besonders der Ge- halt an freiem Wasserstoff bestimmen ihre verschiedenen Verwendungs- arten.

Nach ihrer Stückgröße unterscheidet man Stückkohle, Nußkohle oder Kohlenklein, auch Staubkohle.

Die gasreiche Sinterkohle brennt mit langer Flamme, raucht stark und sintert zusammen; sie eignet sich gut für Kesselfeuierungen.

Backkohle oder fette Steinkohle eignet sich mehr für Gasbereitung und als Schmiedekohle.

Magere Steinkohle oder Sandkohle hat ähnliche Eigenschaften wie der Anthrazit, welcher fast ohne Flamme und ohne zu backen oder mürbe zu werden verbrennt.

Die durchschnittliche chemische Zusammensetzung ist folgende:

Gaskohle	Fettkohle	Magerkohle	Anthrazit
75	80	85	90% Kohlenstoff,
5	4,5	4	3 „ Wasserstoff,
8	5	3	2 „ Sauerstoff und Stickstoff,
1	1	1	1 „ Schwefel,
7	7	5	3 „ Asche,
4	2,5	2	1 „ Wasser.

Nach dem Aussehen unterscheidet man auch Glanzkohle und Mattkohle, je nachdem sie glas- oder pechartig glänzt oder gestreift erscheint.

Da die Verwendung langflammiger Kohle unwirtschaftlich ist, weil sie leicht unvollkommen verbrennt und deshalb ihr Wärmeeffekt ungünstig und ihre Raumentwicklung stark ist, so ist es vorteilhaft, sie mit schwer brennender kurzflammiger Backkohle zu vermengen.

Schlechte Steinkohlensorten haben einen größeren Aschengehalt, der bis 15% und darüber gehen kann.

Es wiegt 1 hl Ruhrkohle 98 kg, Saarkohle 87 kg, Zwickauer Kohle 77 kg, Oberschlesische und Niederschlesische Kohle 82 kg. Ein Waggon von 10000 kg Kohle enthält durchschnittlich 13 cbm Steinkohle.

Die Steinkohlenpreise (Reichskohlenverband), die noch 1912 etwa M. 12.— pro Tonne betragen hatten, waren Mitte 1920 bis auf etwa M. 200.— gestiegen.

Steinkohlenbriketts werden aus Mager- und aus Fettkohlen unter Anwendung von Steinkohlenpech als Bindemittel in Größen von 2 bis 6 kg hergestellt (auch in Form von Eierbriketts). Wegen ihrer guten Heizkraft sind sie sehr geschätzt.

Koks wird durch Verkokung der Steinkohlen gewonnen; er enthält fast keinen Wasserstoff und Sauerstoff mehr, sondern nur noch gegen 82—85% Kohlenstoff und 7—10% Asche. Der Rest ist Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel und Wasser. Man unterscheidet Hüttenkoks und Gaskoks. Für Kesselfeuerungen hat er geringere Wichtigkeit als für verschiedene metallurgische Zwecke und zur Erzeugung hoher Temperaturen in Öfen zur Durchführung chemischer Reaktionen. Er brennt ohne Flamme und ist verhältnismäßig schwer zu entzünden, dann verlangt er zur guten Verbrennung eine dicke Schicht und lebhaften Zug. 1 cbm gleich etwa 450 kg.

Das **Leuchtgas** oder anderes Kraftgas dient zum Antrieb von Motoren. Seine Verwendung hängt von verschiedenen Umständen und von der Rentabilität ab, die für den besonderen Fall berechnet werden muß und die nach dem gegenwärtigen Stande des Motorbaues sehr günstige Resultate ergibt; für das Gas sprechen außerdem die Einfachheit der Wartung, die stete Betriebsbereitschaft, sowie die Sauberkeit im Betriebe — Faktoren, die für eine Reihe von Fällen sehr ins Gewicht fallen. 1 kg Leuchtgas entwickelt bei vollständiger Verbrennung — mit 14,2 kg Luft — 10113 W. E.

Der Benzin- und Heißluftmotor hat nur für kleinere Fabriken Interesse, dagegen werden Sauggasanlagen auch für Großbetriebe errichtet. Die Dieselmotoren arbeiten direkt mit Rohölen als Brennstoff. Die Zusammensetzung des Steinkohlengases schwankt naturgemäß. Seine Hauptbestandteile in Volumenprozenten sind im Durchschnitt 40 Methan, 46 Wasserstoff und 12 Kohlenoxyd. 1 cbm Leuchtgas wiegt 0,52 kg und kostete 10—16—20 Pf. (heute das 10—12fache).

Petroleum wird bei uns nur in geringem Maße zum Betreiben der Petroleummotore verwendet. Einer ausgedehnteren Anwendung steht der zu hohe Preis entgegen. Dagegen wird es roh als Naphta

benutzt. Der Destillationsrückstand des Rohpetroleums, das Masut, dient in Gegenden mit Petroleumgewinnung viel und mit Vorteil zur Kesselfeuerung; es wird dort mittels Düsen unter den Kessel geblasen. Die Brennkraft des Petroleums — Masuts — ist derjenigen der mittleren Steinkohle um etwa 20 % überlegen, so daß theoretisch mit 1 kg 16 kg Wasser verdampft werden können.

Neuerdings bürgern sich auch Ölfeuerungen bei uns mehr ein (z. B. für Schiffe), seit man auch Braunkohlenteeröle usw. in gleicher Weise zu verfeuern gelernt hat.

Das spez. Gewicht des Petroleums ist 0,8.

Dampfkessel.

Die Überführung des Wassers in Dampf von bestimmter Spannkraft geschieht in den Dampfkesseln. Die Wirtschaftlichkeit einer Dampfkesselanlage hängt, wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, von drei Faktoren ab: erstens vom Heizwert der Brennmaterialien, zweitens von dem Wirkungsgrade der Verbrennung, d. h. von der möglichsten Annäherung des praktisch erreichten Heizeffekts an den theoretisch erreichbaren des Brennmaterials und drittens von der möglichst vollkommenen Abgabe der erzeugten Hitze an das Kesselwasser. Ins Praktische übersetzt lauten diese drei Faktoren: Preiswertes Brennmaterial, rationelle Feuerung und vorteilhafte Kesselanlage.

Den für alle Dampfkessel gültigen Sätzen schließen sich dann die für den jeweiligen Fall zu berücksichtigenden besonderen Forderungen bezüglich des Raumes, der Betriebs- und Sicherheitsverhältnisse usw. an. Von den mannigfachen Gesichtspunkten aus sind die verschiedenartigen Kessel- und Feuerungsanlagen konstruiert, die alle mit ihren unzähligen Einzelheiten ein großes Gebiet geistiger Arbeit, theoretischer Erwägungen und experimenteller Forschungen umfassen, das den hohen Wert seiner wirtschaftlichen Bedeutung in vollem Maße rechtfertigt.

Jede Dampfkesselanlage besteht aus dem eigentlichen Dampfkessel mit den Armaturen und der Feuerungsanlage, einschließlich Einmauerung und Schornstein.

Das Material der Dampfkessel. Ein Kesselmaterial ist um so geeigneter, je größer seine Festigkeit und Dehnbarkeit bei den Betriebstemperaturen, seine Dauerhaftigkeit und sein Wärmeleitungsvermögen und je geringer sein Preis ist.

Zur Verwendung kommt durch den Puddelprozeß hergestelltes gewalztes Schweißisen und Fluß- oder Homogeneisen, das vor dem ersteren als vollkommen schlackenfrei den Vorteil größerer Festigkeit voraus hat, aber andererseits eine geringere Schweißbarkeit besitzt. Gußstahl unterscheidet sich von Flußeisen nur durch einen etwas größeren Kohlenstoffgehalt. Obgleich von größerer Zugfestigkeit als das Schmiedeeisen, scheint der Stahl häufig den durch die Wärmeausdehnungen bedingten sehr starken Beanspruchungen gegenüber nicht gleichmäßig zähe genug zu sein. Auch machen sich Einwirkungen des Wassers beim Stahl mehr geltend, als beim Schmiedeeisen. Das

Kupfer findet wegen seines höheren Preises nur beschränkte Verwendung, obgleich es sonst ein vorzügliches Kesselmaterial wäre. Es leitet die Wärme besser und rascher als Schmiedeeisen; die Explosionsgefahr ist bei Kupferkesseln nicht so groß, wie bei schmiedeeisernen.

Messingbleche sind nicht geeignet; ihre Verwendung ist sogar verboten und nur für die nicht über 10 cm weiten Siede- und Feuerrohre gestattet.

Gußeisen ist im allgemeinen ebenfalls ungeeignet und darf für feuerberührte Kesselteile nach § 1 des Erlasses des Reichskanzleramts vom 29. Mai 1871 nur verwendet werden, wenn bei zylindrischer Form die lichte Weite 25 cm und bei Kugelform 30 cm nicht übersteigt. Seine Anwendung in Verbindung mit Schweißisen ist der verschiedenen Ausdehnung der beiden Metalle wegen nicht empfehlenswert. Aus Gußeisen hergestellte Dampfgefäße bringen bei Explosionen verheerende Wirkungen hervor.

Für die Beurteilung der Materialien des Dampfkesselbaues, also der Feuerbleche, Winkelisen, Nieteisen, Nieten usw. sind von den Dampfkesselüberwachungsvereinen Grundsätze vereinbart, die an die Materialien ganz bestimmte Qualitätsforderungen bezüglich der Zug-, Biegungs-, Zerreiß- und anderer Festigkeit stellen.

Jeder Dampfkesselbesitzer sollte es sich zur Pflicht machen, sich auch außer den vorgeschriebenen Kesselrevisionen über den Zustand der Kesselbleche sowohl beim Ankauf, als auch nachher während des Betriebes durch gründliche Kontrolle auf dem Laufenden zu halten, um jeder Gefahr nach bestem Wissen vorzubeugen. Bei dem Ankauf alter Kessel gehe man mit der größten Vorsicht zu Werke und entschieße sich im äußersten Falle nur dann dazu, wenn man über die Herkunft sowie die bisherige Leistung, den Zustand und den letzten Revisionsbefund mit völliger Sicherheit Auskunft erhalten kann. Der Dampfkessel ist das Herz eines jeden industriellen Betriebes und deshalb setzt eine Vernachlässigung seines Zustandes den ganzen Betrieb der größten Gefährdung aus.

Dampfkesselarten. Alle Dampfkessel haben eine zylindrische Gestalt, welche nach der praktisch kaum ausführbaren Kugelform, die größte Festigkeit bietet. Andere Bauarten, wie die Kofferform, sind veraltet und für die jetzt gebräuchlichen Dampfspannungen von 6–12 Atm. unbrauchbar.

An jedem Dampfkessel unterscheidet man den Wasser-, Dampf- und den Speiseraum. Ersterer ist derjenige Raum, der während des Betriebes stets mit Wasser gefüllt ist. Von seiner Größe ist die Menge und vor allem die Regelmäßigkeit der Dampfbildung abhängig. In dem Dampftraume sammelt sich der entwickelte Dampf und trennt sich von den beim Sieden mitgerissenen Wasserteilchen, er dient also zur Entwässerung des Dampfes. Den zwischen dem zulässigen höchsten und dem niedrigsten Wasserstande liegenden Teil nennt man den Speiseraum; er entspricht also der Menge des verdampften, frisch zugeführten Wassers, das zur Ergänzung der verdampften Flüssigkeit dient.

Die Heizfläche ist derjenige Teil der Kesseloberfläche, welcher die durch die Feuerung erzeugte Wärme auf das Kesselwasser überträgt. Im Begriff: Kilogramm Dampferzeugung in der Stunde auf 1 qm Heizfläche eines Kessels, drückt man die Leistungsfähigkeit desselben aus (Formel: kg/m^2 Heizfläche).

Die besondere Gestaltung der zylindrischen Grundform hängt von einer Reihe zu erfüllender Bedingungen ab. Ohne das Gewicht des Kessels unnötig zu vergrößern, muß seine Festigkeit der erzeugten Dampfspannung genügen. Wasserraum und Heizfläche sollen zwecks Erzielung der günstigsten Verdampfung in einem passenden Verhältnis zueinander stehen. Der Dampfraum habe eine hinreichende Größe. Die Feuerung soll zur möglichst vollkommenen Wirkung gelangen. Die den einzelnen Kesselteilen und -arten zugrunde liegenden Abmessungen stützen sich ebenso auf theoretische Berechnungen, wie auf praktische Erfahrungen.

Von den verschiedenen Typen und Ausführungsarten der stationären Dampfkessel (im Gegensatz zu den uns weniger interessierenden Lokomobilen) sind die Walzen- und Flammrohrkessel, die Heiz- und Siederohrenkessel, sowie die zusammengesetzten Systeme am bemerkenswertesten.

Walzenkessel bilden vorn und hinten geschlossene zylindrische Röhren. Sie haben den Vorteil, billig und einfach in der Behandlung zu sein, sich leicht reinigen zu lassen und zu wenig Reparaturen Veranlassung zu geben, andererseits besitzen sie trotz des großen beanspruchten Raumes eine nur verhältnismäßig geringe Heizfläche und nutzen daher die Wärme schlecht aus. Um eine Vergrößerung der Heizfläche zu erreichen, sind oft mehrere solcher Kessel übereinander gelegt und in zweckmäßiger Weise miteinander verbunden, damit die Wasserzirkulation, die Dampfbildung und Sammlung in dem obersten Kessel in der rationellsten Weise ermöglicht wird. Solche Kesselformen werden Siederkessel, Bouilleur- oder auch Wolffsche Kessel genannt.

Flammrohrkessel. Sind zur Vergrößerung der Heizfläche in der Längsrichtung des Zylinders ein Rohr oder von kleineren Durchmessern, sog. Flammrohre eingebaut, so daß der Rost entweder in den Flammrohren (was meistens geschieht), oder vor diesen angelegt werden kann, dann erhalten wir den Typ der sehr verbreiteten zweiten Gruppe, der Flammrohrkessel. Kessel mit einem Flammrohr werden auch Cornwall- oder Einflammrohrkessel (Fig. 64 a) und solche mit zwei Flammrohren Fairbairn-Lancashire oder Zweiflammrohrkessel (Fig. 64 b) genannt. Die Flammrohre, deren Nieten nicht im Feuerraum liegen sollen, sind sehr verschiedenartig gestaltet und typisch für bestimmte Konstruktionen.

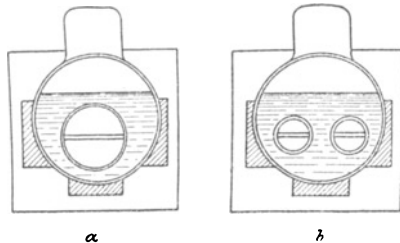


Fig. 64.

Sie bilden den gefährdetsten Teil dieser Kessel und deshalb ist ihr Zustand mit besonderer Aufmerksamkeit zu überwachen. Durch die Betriebsunterbrechungen werden infolge der Abkühlung Kürzung und nachherige Streckung bei der wieder beginnenden Heizung häufig miteinander abwechseln, was zum Undichtwerden der Vernietung von Flammrohren und Zylinderböden führen kann. Bedenklicher ist jedoch die Möglichkeit, daß die Flammrohre durch den Dampfdruck flach gedrückt werden und dann auch zur Explosion Veranlassung geben können. Es ist nämlich eine, auch durch das Experiment bewiesene Tatsache, welcher selbstverständlich — um der vorhin erwähnten Gefahr zu begegnen — bei der Berechnung der Blechstärke Rechnung getragen wird, daß die Röhren gegen äußeren Druck weniger widerstandsfähig sind, als gegen inneren Druck. Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Flammrohre sollten diese immer — in manchen Gegenden ist es Vorschrift — durch richtig angefügte Verstärkungsringe versteift sein.

Auch die Kesselsysteme von Fox und Galloway sind nach dieser Richtung vervollkommnete Flammrohrkessel. Der Foxsche Wellrohrkessel (Fig. 65) ist ein Cornwallkessel mit großem, seitlich im Zylinder angeordnetem, gewelltem Flammrohr und heißt daher auch

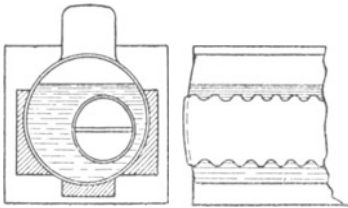


Fig. 65.

Seitenrohrkessel. Das Foxsche Flammrohr ist ein Wellrohr, dessen Wellen in der zur Rohrachse senkrechten Ebene um das Rohr herumlaufen und diesem eine außerordentliche Steifigkeit gegen äußeren Druck verleihen. Diese Kessel haben

sich bei hohen Druckbeanspruchungen bis 15 Atm. sehr gut bewährt. Es werden 70—75% der theoretischen Ausnützung des Brennstoffheizwertes und 20—30 kg stündliche Dampfleistung auf 1 qm Heizfläche erreicht. Der Gallowaykessel (Fig. 66) hat quer durch

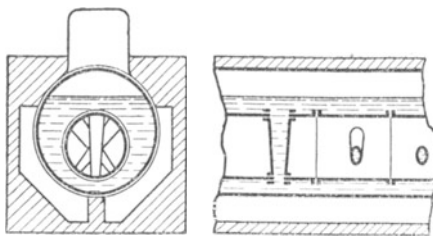


Fig. 66.

das Flammrohr gelegte konische Verbindungsrohre, welche, von den Heizgasen rechtwinklig getroffen, die Heizfläche

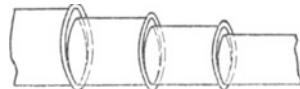


Fig. 67.

vergrößern — um etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ qm für jedes Verbindungsrohr — und vor allem die Widerstandsfähigkeit der Flammrohre beträchtlich erhöhen. Außerdem beeinflussen diese Verbindungsrohre die Wasserkirkulation ebenso günstig, wie sie die Verdampfung verstärken. Der

noch zu dieser Gruppe gehörende Paukschkessel hat Flammrohre, die aus einzelnen enger werdenden Röhrenschüssen zusammengesetzt sind (Fig. 67). Die Unterkante derselben liegt in einer geraden Ebene, während an ihren oberen Punkten sichelförmig hervortretende Leisten entstehen, die direkt von den Feuergasen getroffen werden. Eine gute Wärmeausnutzung ist die Folge.

Eine Ablagerung von Flugasche in den Flammrohren vermindert natürlich die Ausnutzung der Feuergase und wird daher möglichst vermieden werden müssen.

Die Heizröhrenkessel sind aus den Flammrohrkesseln in der Weise entstanden, daß das große Flammrohr durch eine entsprechende Anzahl von Röhren kleineren Durchmessers ersetzt ist, wodurch auf demselben Raum eine sehr viel größere Heizfläche geschaffen ist. Die Feuerung befindet sich dann meistens unter, selten vor dem Kessel. Solche Kessel mit dünnwandigen Heizröhren werden in liegender und stehender Form gebaut; u. a. haben Lokomobile und Lokomotiven Heizröhrenkessel.

Die Wasserröhrenkessel sind aus dem Gedanken entstanden, den großen Wasserraum des Walzenkessels durch eine Anzahl kleinerer Wasserröhren zu ersetzen, die alle von der gemeinsamen Feuerung umspült werden, um schnelle Dampfbildung hervorzubringen, eine große Heizfläche auf einen relativ kleinen Raum zu beschränken und die Explosionsgefahr herabzusetzen. Je kleiner der Durchmesser dieser Wasserröhren ist, desto geringer braucht ihre Wandstärke zu sein, um einem hohen inneren und äußeren Druck widerstehen zu können. Dampfspannungen bis zu 12 Atm. und darüber lassen sich in solchen Röhrenkesseln ohne Gefahr einer Explosion erzeugen, die, wenn sie doch eintritt, der geringen Wassermenge wegen, stets nur unbedeutend bleiben kann.

Die Röhrenkessel fordern zur Speisung reineres Wasser, als die Walzen- und Flammrohrkessel.

Bisweilen ist es angebracht, verschiedene Kesselsysteme konstruktiv zu vereinigen, wie z. B. einen Heizröhrenkessel mit einem darunterliegenden Flammrohrkessel. Derartige Kessel heißen kombinierte Kessel.

Die Form der Röhrenkessel und ihre Kombinationen mit Walzen- und anderen Kesseln sind außerordentlich vielseitig. Sie dienen meistens Spezialzwecken.

Ein sehr verbreiteter Kessel dieser Gruppe ist z. B. der französische Belleville-Kessel. Ähnlichkeit mit diesem hat der deutsche Kessel von Lillenthal und der amerikanische Root-Kessel. Belleville- und Root-Kessel unterscheiden sich dadurch voneinander, daß in dem ersteren der Dampf gezwungen ist, alle übereinander liegenden Röhren zu durchströmen, um in den Dampfsammler zu kommen, während in dem anderen der Dampf aus allen Röhren direkt in den Dampfsammler gelangt. Der bewährte Steinmüller-Kessel stellt die Kombination eines Root-Kessels mit übergelagertem großen Zylinder dar, dessen Inhalt als Wärmespeicher dient.

Die Einteilung der Kessel nach ihrer Beanspruchung

in Niederdruckkessel mit weniger als $\frac{1}{2}$ Atm. Überdruck,
 in Mitteldruckkessel mit $\frac{1}{2}$ –3 Atm. Überdruck und
 in Hochdruckkessel mit mehr als 3 Atm. Überdruck

ist in der Praxis nicht mehr üblich.

Dampfkesselfeuerung. Von fast noch größerer Wichtigkeit als die Kesselanlagen selbst, ist die Kontrolle der dauernden Betriebskosten bei den Feuerungsanlagen. Ihre Unvollkommenheit bedeutet eine täglich sich wiederholende Mehrausgabe, die im Laufe eines Jahres zu ansehnlicher Höhe anwachsen kann.

In jeder Feuerungsanlage sind drei Hauptteile zu unterscheiden: Der Feuerraum, in dem das Heizmaterial verbrannt wird.

Die Zugkanäle zur Umspülung der Kesselwände mit den Verbrennungsprodukten, um ihre Wärme an den Kessel zu übertragen.

Der Schornstein zur Abführung der abgekühlten Feuerungsgase und Ansaugung frischer Luft, also zur Unterhaltung des Verbrennungsprozesses.

Für festes Brennmaterial, das vorläufig als das überwiegend häufigste für die nachstehend geschilderten Anlagen in Betracht kommt — die Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe sind relativ einfach — besteht der Feuerungsraum aus dem Rost, der vorn von der Feuertüre und hinten von der Feuerbrücke begrenzt wird.

Die Feuertüre oder Zarge soll, damit sie sicher anschließt, etwas schräg nach hinten stehen, ferner so beschaffen sein, daß sie ein bequemes Heizen gestattet, wozu vor allem nötig ist, daß sie in richtiger Höhe über dem Fußboden liegt und, wenn sie geschlossen ist, entweder keine Luft oder nur soviel in genau regelbarer Menge eintreten läßt, wie dem jeweiligen Bedarf entspricht. Zur Beobachtung des Feuers soll sie mit einem kleinen verschließbaren Schauloch versehen sein. Um ein Werfen der Türe durch die Hitze zu verhindern, ist sie als Doppeltüre gebaut und mit durch Stehpolzen gehaltenen Schutzplatten ausgerüstet. Bei zwei Flammrohren sind Winkelriegel für die nebeneinander liegenden Türen angebracht, so daß leicht zu erkennen ist, welche Feuerung zuletzt beschickt wurde. Die Form der Feuertüre ist sehr vielen Abänderungen unterworfen, wenn die Beschickung des Rostes nicht von Hand, sondern automatisch besorgt wird. Diese letztere Art der Feuerung bezweckt, die Kohle, der fortschreitenden Verbrennung folgend, bei geschlossener Türe ununterbrochen zu erneuern. Der Verlauf der Verbrennungsvorgänge ist regelmäßiger, als bei der periodischen Beschickung von Hand und die menschliche Arbeitskraft wird teilweise ersetzt.

Die Feuerbrücke am Ende des Rostes bewirkt bessere Gas- und Luftmischung, wie die Einschnürung eines Lampenzylinders, und erhöht somit die Vollkommenheit der Verbrennung. Sie ist in der Regel aus feuerfesten Steinen gemauert, muß aber trotzdem, da die Einwirkung der Hitze sehr groß ist, von Zeit zu Zeit erneuert werden.

In dem Feuerraum geht die Verbrennung vor sich. Damit diese möglichst vollkommen verlaufe, müssen erstens die festen Brennstoffmaterialien in den gasförmigen Zustand übergeführt werden unter weitgehendster Anpassung der gebildeten Gasmenge an den jeweiligen Bedarf. Zweitens muß die Luftzufuhr der Gasmenge genau entsprechen. Ein Zuwenig an Luft bedeutet Rauchbildung und Vergeudung an Heizstoffen, ein Zuviel Abkühlung der Heizgase und Erhöhung des unsichtbaren Wärmeverlustes durch den Schornstein. Drittens soll die zugeführte Luft möglichst vollkommen mit den Heizgasen vermischt werden.

Trotz sorgfältiger Innehaltung dieser Bedingungen werden bei guten Anlagen durchschnittlich nur 70 % der erzeugten Hitze nutzbar gemacht. Etwa 16 % gehen durch den Schornstein verloren, 10 % Verlust entstehen durch Strahlung und Leitung und 4 % werden mit der Asche, unverbrannter Kohle u. a. nutzlos entfernt.

Die Verbrennung muß mit dem Dampfverbrauch gleichen Schritt halten, um in Dampfdruck und -menge keine Schwankungen eintreten zu lassen, die demnach stets die Folgen einer mangelhaften Kesselwartung sind.

Der Rost ist der wichtigste Teil des Feuerraumes für feste Heizstoffe. Er bezweckt zweierlei, nämlich das Brennmaterial zu tragen und die Luft möglichst gleichmäßig verteilt und in richtiger Menge in den Feuerraum gelangen zu lassen. Zur Erreichung dieser Zwecke sind die Roststäbe sehr verschieden konstruiert. Man kann die Wahl dem Geschmack überlassen, wenn nur der Rost 1. genügend viel Luft hindurchläßt — für Steinkohle sei die Summe der Rostspalten $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$, für Holz und Torf $\frac{1}{5}$ der ganzen Rostfläche —; 2. nicht zuviel Kohle zwischen den Roststäben hindurchfallen läßt; 3. leicht von Asche und Schlacken gereinigt werden kann; 4. sich nicht verzieht, schmilzt oder verbrennt (deshalb haben die Roststäbe eine gewisse Breite, welche nicht etwa für die Tragfähigkeit, sondern für die Abkühlung der auf der Oberfläche des Rostes herrschenden Hitze benötigt wird); 5. in der Gesamtfläche so groß ist, daß er stündlich die erforderliche Menge Brennmaterial gut verbrennen kann. Die Länge des Rostes ist durch die Forderung begrenzt, daß er übersichtlich und unschwer ordnungsgemäß zu bedienen sei. Bei horizontalen Rosten sollten 1800 mm, bei schrägen Rosten 2000 mm nicht überschritten werden. Die in einer Zeiteinheit auf einem Quadratmeter Rostfläche verbrannte Menge Kohlen ist abhängig von der Zugstärke und der Dicke der Brennstoffschicht auf dem Rost, die gewisse Grenzen nicht überschreiten darf und die mit der Zugstärke im Einklang stehen muß. Die Ermittlung der zweckmäßigsten Höhe der Brennstoffschicht ist für ein sparsames Heizen von großer Wichtigkeit. Wird sie doch überschritten, so tritt aus Mangel an genügend verfügbarem Zug, der von der Essehöhe abhängig ist, eine unvollkommene Verbrennung ein, die ein Qualmen des Schornsteins verursacht.

Man kann sagen, daß durchschnittlich bei natürlichem Schornsteinzug auf 1 qm Rostfläche 60 — 80 kg Steinkohlen oder 150 — 200 kg

Braunkohle verbrannt werden, die rund 700 000 WE erzeugen, von denen rund 500 000 WE nutzbar gemacht werden.

Man unterscheidet hauptsächlich Planroste, bei denen die hochkantig nebeneinander liegenden Roststäbe eine Ebene oder fast eine Ebene bilden, ferner Treppen- und Schrägroste. Bei ersteren bilden die treppenartig übereinander liegenden Roststäbe eine um $30-40^\circ$ geneigte Ebene. Sie werden für Brennstoffe von geringerem Heizwert (rohe Förder-Braunkohle u. dgl.) angewendet. Schrägroste werden für hochwertigere Brennstoffe gebraucht und mit $40-50^\circ$ Neigung angelegt.

Ferner unterscheidet man nach Lage des Rostes zu dem Kessel:

Die Vorfeuerung. Der rings mit Mauerwerk umgebene Feuerraum liegt vor dem Kessel. Sie ermöglicht bei sehr hoher Temperatur eine ziemlich vollkommene Verbrennung, erfordert aber große Unterhaltungskosten und läßt durch Ausstrahlung an das Mauerwerk einen beträchtlichen Teil der Wärme verloren gehen.

Die Innenfeuerung. Der Rost liegt in dem im Kessel befindlichen Flammrohr. Sie gewährt eine sehr gute Ausnutzung der entwickelten Wärme durch Strahlung und Leitung, so daß die Temperatur im Feuerraum wesentlich niedriger bleibt, infolgedessen kann aber auch leicht eine unvollkommene Verbrennung eintreten.

Die Unterfeuerung. Der Rost liegt unter dem Kessel. Sie stellt ein Mittelding zwischen den beiden vorigen dar.

Die gute Ausnutzung der auf dem Roste entwickelten Verbrennungswärme hängt weiterhin von der Form der Kesselanlage ab. Die Verbrennungsgase werden an den Kesselwandungen in Kanälen entlang geführt, die Feuerzüge oder einfach Züge heißen. Die von der Kesselwand gebildete Fläche der Feuerzüge in der ganzen Länge nennt man die Heizfläche des Kessels, zu welcher die Größe der Rostfläche immer in einem bestimmten Verhältnis steht. Bei kleinen Flammrohr- und Wasserrohrkesseln ist die Rostfläche $\frac{1}{25}$; bei großen Kessel-einheiten wächst diese Verhältniszahl bis $1:40$; bei kombinierten Kesseln beträgt sie $\frac{1}{50}-\frac{1}{70}$.

Die Heizfläche muß während des Betriebes stets mit Wasser bedeckt sein, um einmal die Gefahr des Erglühens auszuschließen, wodurch die Feuerbleche erheblich geschwächt würden und dann auch, um die Wärmeübertragung möglichst vollkommen zu machen. Die oberen Begrenzungsflächen dürfen bei kleinen Kesseln nicht als Heizflächen benutzt werden, weil es unrationell ist und infolge des leichteren Erglühens eine Explosionsgefahr in sich schließt. Die Wärmeübertragung ist um so besser, je bedeutender das Temperaturgefälle zwischen Kesselwasser und Heizkanälen und je größer die Heizfläche ist. Die Strömung und die Wärmeabgabe des Kesselwassers ist in der Nähe der Feuerung am stärksten; demnach ist auch die Durchschnittsleistung der Heizfläche um so höher, je weiter man die Gase abkühlt, je besser man also die Wärme ausnützt. Zur Erzeugung des nötigen Zuges ist indessen stets eine gewisse Wärme der in den Schornstein tretenden Heizgase nötig. Die durch Zuführung neuer

kälterer Wassermassen hervorgerufene Strömung fördert ihrerseits wiederum die Wärmeleitung.

Von den Zugkanälen selbst ist zu sagen, daß im allgemeinen die Decke der oberen Züge mindestens 10 cm unter dem niedrigsten Wasserstand liegen muß (s. Dampfkesselgesetz vom 5. August 1890 § 2), daß sie innen glatt sein und Einsteigelöcher besitzen müssen, die für die Betriebsdauer vermauert bleiben. Ihre Größen- und Längenverhältnisse hängen von dem beabsichtigten Kohlenverbrauch der Feuerung ab und werden von den Fachleuten für jede Kesselanlage bestimmt. An den Krümmungen befinden sich zum Abfangen der Flugasche tiefe Aschensäcke. Beim Verfeuern von Braunkohlen wird viel Flugasche abgeworfen, es sind daher zum Abfangen und bequemen Entfernen der letzteren noch besondere Vorkehrungen zu treffen.

Zur Regulierung der für die Verbrennung nötigen Luftmenge dient der Schieber, der in dem zwischen dem Kessel und Schornstein befindlichen Teile des Zuges, dem Fuchs, eingeschaltet ist. Dieser Schieber muß bei leichter Beweglichkeit ein sicheres Abstellen des Luftzuges gestatten und von dem Standort des Heizers aus vermittelt einer Kette oder eines Gestänges regulierbar sein. In Hinblick auf die Tatsache, daß eine richtige Regulierung des Schiebers von sehr großer Bedeutung für die Ökonomie des Heizens ist, sind verschiedene Übertragungssysteme konstruiert. Dieselben bezwecken, sowohl die Schieberstellung wie das Öffnen und Schließen der Feuertüre voneinander abhängig zu machen, als auch die Schieberstellung der fortschreitenden Verbrennung automatisch, d. h. von dem Willen des Heizers unabhängig, folgen zu lassen. Eine zweckmäßige Schieberkonstruktion, die jedes Zuviel und Zuwenig der Luftzufuhr nach Möglichkeit ausschließt, ist für alle Rostfeuerungen anzustreben.

Der Schornstein — die Esse — soll nicht nur die zur Verbrennung nötige Luft ansaugen, sondern auch die Verbrennungsprodukte in einer Höhe ausstoßen, in der diese keine Belästigung mehr verursachen können; deshalb bestehen darüber, sowie über seine Höhe, bestimmte Polizeivorschriften. Über die Form des Schornsteins, ob rund oder quadratisch, über das Material, ob Stein oder Eisenblech, über die Weite und Fundamentierung finden sich eingehende Angaben in »Scholl, Führer des Maschinisten«, Braunschweig. Zur Unterstützung oder auch Beförderung des Zuges werden zuweilen Blasrohre — wie in den Lokomotivschornsteinen — und Ventilatoren in bzw. an den Essen angebracht.

Querschnitt und Höhe des Schornsteins stehen zur Kesselanlage und zur Größe der Rostfläche in bestimmtem Verhältnis. Bei Steinkohlenfeuerung ist die Weite an der Mündung des Schornsteins so groß, daß die Querschnittsfläche bei einer Höhe von 25, 30 und mehr Metern $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ der Rostfläche beträgt. Die Höhe des Schornsteins wird etwa das 25–50fache des oberen Durchmessers betragen.

Gemauerte Schornsteine sind nicht nur billiger herzustellen, als eiserne, sie sind auch dauerhafter und wirken günstiger, weil der Zug

nicht von der äußeren Temperatur abhängig wird, wie es bei den eisernen Essen der Fall ist, wenn sie nicht ummantelt sind.

Das Reinigen der Schornsteine geschieht am besten durch Abschließen einer nicht zu großen Pulvermenge im Schornstein bei geschlossenem Schieber, wodurch infolge der Lufterschütterung der Ruß abgelöst wird. Schornsteinbrände können durch Verbrennen von Schwefel gelöscht werden, da die schwefelige Säure das Feuer erstickt.

Zum Schlusse sei noch einer ganz anderen Feuerungsart, der Kohlenstaubfeuerung, gedacht, weil sie im Prinzip einen wesentlichen Fortschritt in der Feuerungstechnik bedeutet. Bei dieser Feuerung wird nach verschiedenen patentierten Verfahren ein inniges Gemenge von zu Staub gemahlener Kohle mit der zur Verbrennung nötigen Luft in die Flammrohre geblasen, wo die Verbrennung fast mit der theoretisch hinreichenden Menge Luft und ohne jede Rauchbildung vor sich gehen kann. Der allgemeinen Einführung dieser an sich eleganten Feuerungsart sind die hohen Preise des Kohlenmehls, sowie diejenigen des für die Ausmauerung der Flammrohre notwendigen Materials, an das natürlich sehr hohe Anforderungen gestellt werden müssen, zunächst noch hinderlich. Die bessere Ausnutzung der Kohle, die aus den verschiedensten Gründen angestrebt werden muß, begünstigt jedoch neuerdings die Verbreitung derartiger Feuerungsarten. Für Schiffskesselfeuerungen hat sich auch die Verwendung von Masut stark eingeführt. Überhaupt wird die viel rationellere Benutzung flüssiger Brennstoffe in dem gleichen Maße zunehmen, wie uns solche durch die Vervollkommnung der Kohleverarbeitungsmethoden (Hydrierung, Verflüssigung usw.) zugänglicher gemacht werden. Auch Koks bürgert sich als Brennmaterial mehr und mehr ein. Die Gasfeuerung ist weniger für Dampfkessel, als für Öfen der verschiedensten Art wichtig. Die Umstellung von Steinkohlen- auf Braunkohlenfeuerung ist in vielen Gegenden Deutschlands sehr vorteilhaft zu bewirken.

Dampfkesselleistung. Die Leistung eines Dampfkessels wird am richtigsten nach der Gewichtsmenge Wasser beurteilt, die stündlich in Dampf von bestimmter Spannung bei vorteilhafter Feuerung verwandelt wird. Die Gewichtsmenge steht u. a. im Verhältnis zu der Größe der vom Feuer berührten Kesselfläche, man kann also auch annähernd die Leistung durch Angabe der Heizflächengröße in Quadratmeter ausdrücken. — 1 qm Heizfläche verdampft stündlich in Flammrohrkesseln etwa 15—20 kg, in kombinierten Flammrohr- und Heizrohrkesseln 10—15 kg und in Wasserröhrenkesseln etwa 12—20 kg Wasser. — Am unbestimmtesten wird jedenfalls die Leistung eines Kessels in Pferdestärken ausgedrückt, da die einzelne Pferdekraft je nach dem System der Dampfmaschine sehr wechselnde Dampfmen gen (stündlich 6—30 kg) gebraucht. Ganz allgemein kann man vielleicht sagen, daß 1 qm Heizfläche etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Pferdestärke entspricht.

Aus nachstehender Tabelle ist das Verhältnis zwischen Leistung, Größe und Gewicht einiger sehr verbreiteter Kesseltypen zu ersehen:

Heizfläche qm	Abmessungen			Rundes Gewicht bei 8 Atm. Druck
	Länge des Kessels m	Durchmesser des Kessels m	Durchmesser des Flammrohres m	
	Walzenkessel mit 1 Flammrohr:			
5	1,9	0,9	0,4	950
10	3,4	1,1	0,5	2 000
20	5,0	1,3	0,65	3 700
40	8,0	1,6	0,8	8 500
	Walzenkessel mit 2 Flammrohren:			
20	4,0	1,5	0,5	4 300
40	6,0	1,7	0,6	7 000
60	8,0	1,9	0,7	12 000
85	10,0	2,1	0,8	19 000
105	11,0	2,3	0,85	25 500
	Gallowaykessel:			
60	8,0	1,8	0,65	11 000
80	9,5	2,0	0,72	15 000
100	11,0	2,2	0,78	20 000

Die **Dampfkesselarmaturen**. Damit ein Dampfkessel betriebsfähig wird, muß er mit einer Anzahl kleiner Apparate versehen sein, von deren einwandfreien Arbeiten die Sicherheit des Kessels abhängt. Da also ihre Unvollkommenheit eine Reihe von Gefahren in sich schließen kann, so sind die betreffenden Teile verschiedenen polizeilichen Bestimmungen unterworfen.

Die Gesamtheit dieser Sicherheitsapparate nennt man Kesselarmatur oder -ausrüstung.

Die einzelnen Armaturteile haben folgende Aufgaben:

- a) die Kesselspeisung,
- b) die Vorwärmung des Speisewassers,
- c) die Beobachtung des Wasserstandes im Kessel,
- d) die Dampfleitung,
- e) die Beobachtung des herrschenden Dampfdruckes,
- f) Die Sicherung gegen Überschreitung der vorgeschriebenen Druckgrenzen,
- g) die Entleerung des Kessels.

Hierüber ist in den folgenden Zeilen dasjenige gesagt, was zur Beurteilung der Betriebssicherheit notwendig ist; nähere Einzelheiten bleiben dem Ingenieur überlassen.

Die Dampfkesselspeisung. Das Kesselwasser muß in dem Maße, wie es verdampft, ersetzt werden, und zwar muß diese Ergänzung während des Betriebes geschehen, das heißt, das Speisewasser muß mit einem die Tension des Kesseldampfes überwindenden Druck zugeführt werden. Man bedient sich zu diesem Zwecke der Speisepumpe und des Injektors (s. d.). Die polizeiliche Vorschrift verlangt, daß jeder Kessel mit zwei zuverlässigen, hinreichend fördernden Speisevorrichtungen zu versehen ist, die nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind; sie fordert ferner, daß jeder Kessel ein Speiseventil trägt, das durch den Dampfdruck selbsttätig geschlossen gehalten wird.

Es versteht sich wohl von selbst, daß die beiden voneinander unabhängigen Speisevorrichtungen sich stets in gebrauchsfertigem Zustande befinden müssen.

Außer dem durch den Dampfdruck sich selbsttätig schließenden Speiseventil befindet sich meist noch aus Sicherheitsgründen zwischen dem Rückschlagventil und dem Kessel ein Absperrventil. Auf den guten Zustand dieser Absperrorgane ist natürlich zu achten, besonders wenn die Möglichkeit der Kesselsteinablagerung in ihnen vorhanden

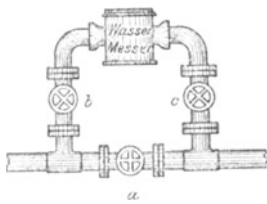


Fig. 68.

ist. Eine solche kann selbst in der Speisepumpe und im Injektor eintreten. In diesen Fällen müssen die Armaturen mindestens bei jeder Kesselreinigung oder bisweilen auch noch häufiger nachgesehen werden. In die Speiseleitung ist zur Erhöhung der Betriebssicherheit fast immer ein Windkessel und ein Wassermesser eingeschaltet, dessen Anbringung zur Messung der Verdampfung, also zur Kontrolle der Kesselleistung und des Heizers, unbedingt nötig ist. Die praktischste

Art des Wassermessereinbaues, die seine Ein- und Ausschaltung von dem Betriebszuge unabhängig macht, geht aus Fig. 68 hervor; es sind nur drei Ventile *a*, *b*, *c* umzustellen. Bei vorhandenem Vorwärmer hat der Wassermesser seine Stelle vor diesem. Von den verschiedenen Konstruktionen sind diejenigen die besten, deren Genauigkeit weder durch die wechselnde Durchgangsgeschwindigkeit noch durch die Temperaturänderung des Speisewassers beeinflusst wird. In gewissen Zwischenzeiten muß ihr richtiges Anzeigen nachgeprüft werden.

Das Speiserohr, das sich übrigens auch durch ablagernden Kesselstein verstopfen kann, mündet unter dem tiefsten Wasserstand und ist vorteilhaft in der Längsrichtung des Kessels abgebogen, damit das kältere Wasser nicht gegen das Blech trifft und damit andererseits die Wasserzirkulation erhöht wird.

Die gesammelten Kondenswässer werden oft automatisch in den Dampfkessel zurückgeführt. Für die Entölung von Kondenswässern gibt es verschiedene Methoden (u. a. eine elektrolytische).

Die Vorwärmung des Speisewassers schließt verschiedene Vorteile in sich. Sie bringt eine ansehnliche Ersparnis an Brennmaterial,

wenn zur Anwärmung die Fuchsabwärme (250—300°) oder der aufpuffende Maschinendampf verwendet werden kann. Der Kessel wird durch Speisung vorgewärmten Wassers geschont, indem der korrodierende Einfluß des in jedem kalten Wasser reichlicher vorhandenen Sauerstoff- und Kohlensäuregases auf die innere Kesselwand aufgehoben und der störende Kesselstein größtenteils schon in dem Vorwärmer ausgeschieden werden kann. Schließlich wird die Dampfbildung gleichmäßiger, als bei Zuführung eines Speisewassers von großem Temperaturunterschied. Die direkte Beimengung des Maschinenabdampfes zu dem Speisewasser ist im allgemeinen nicht zu empfehlen, da das Maschinenöl (Dampfentölung) selten mit absoluter Zuverlässigkeit entfernt wird; Speisung ölhaltigen Wassers kann aber zu den unangenehmsten Kesselstörungen Veranlassung geben.

Je nach Art der Vorwärmung sind natürlich auch die Konstruktionen der Apparate (Economiser) sehr verschieden. Erwähnt sei aber, daß das Gußeisen im allgemeinen aus den bereits angeführten Gründen ein recht geeignetes Material für ihren Bau darstellt.

Die Economiser werden in den Rauchgasweg zwischen Kessel und Schornstein eingebaut. Der Wärmeausnutzung durch den Economiser ist dadurch eine natürliche Grenze gesetzt, daß der natürliche Schornsteinzug nicht behindert werden darf. Dieser verlangt eine Rauchgastemperatur von mindestens 150°. Stärkere Herunterkühlung wäre nur durch Einschaltung von Ventilatoren, d. h. beim Arbeiten mit künstlichem Zug möglich, das wegen der hohen Kosten unrentabel ist.

Die Wasserstandsanzeiger. Die Beobachtung des Wasserstandes ist aus den schon früher angeführten Gründen von großer Wichtigkeit und muß sich deshalb mit voller Zuverlässigkeit ausführen lassen. Zur Beobachtung dienen Wasserstandsgläser und Probierhähne.

Nach gesetzlicher Vorschrift muß jeder Dampfkessel mit zwei getrennten Vorrichtungen — Wasserstandsglas, Probierhähne, Schwimmer — zur Erkennung des Wasserstandes versehen sein, wenn nicht die gemeinschaftliche Verbindung der Vorrichtung — also z. B. des Wasserstandsgläserpaares — mit dem Kesselinneren durch ein Rohr von mindestens 60 qm lichten Querschnittes hergestellt ist. Die Wasserstandsgläser — meist zu zweien an einem Kessel — müssen aus bestgekühltem Glase bestehen, leicht ausgewechselt werden können und von einer durchsichtigen Schutzhülle umgeben sein, die möglichst bruchsicher ist. Der niedrigste und höchste Wasserstand sind an dem Wasserstandsglase durch einen Zeiger, sowie an dem Kesselboden durch eine Marke gekennzeichnet. Das Erkennen der Wassersäule in den Gläsern ist bei manchen Anordnungen erschwert. In solchen Fällen finden Wasserstandsgläser Verwendung, die in bestimmtem Sinne geschliffen bzw. mit Längsrillen versehen sind. Infolge einer bestimmten Lichtstrahlenbrechung erscheint dann die Wasserhöhe im Glase als schwarze Säule auf hellem Hintergrunde.

Das Anbringen der Wasserstandsgläser, die entweder gut abgeschliffene oder umgeschmolzene Schnittflächen haben müssen, geschehe mit der nötigen Genauigkeit. Als Dichtungsmaterial eignet sich drei-

strähnig geflochtener, eingetalgter Lampendocht sehr gut. Gummiringe sind nicht geeignet. Sie setzen sich leicht vor die Glasrohröffnungen; außerdem werden sie zu hart, klemmen das Glas zu fest und begünstigen den Bruch, weil das Glas an seiner freien (von dem Metall verschiedenen) Ausdehnung gehindert wird.

Beim Prüfen des Wasserstandes, d. h. bei der Untersuchung, ob die Hähne der Wasserstandsgläser auch nicht verstopft sind, sind Dampf- und Wasserhahn zunächst zu schließen, dann ist erst der Ablaßhahn und dann abwechselnd der Dampf- und Wasserhahn zu öffnen. Nachdem beide geöffnet und wieder geschlossen sind, wird zunächst der Ablaßhahn geschlossen und dann werden die beiden anderen Hähne geöffnet.

Probierhähne gehören stets zu je zwei zusammen; sie sind in der Höhe des niedrigsten und des höchsten Wasserstandes angebracht, so daß bei Öffnung des obersten Dampf und des untersten Wasser austreten muß. Laut Vorschrift sind sie so konstruiert, daß sie behufs Reinigung von Kesselstein in gerader Richtung durchstoßen werden können.

Schwimmer sind seltener im Gebrauch. Sie gestatten nur eine indirekte Wasserstandsablesung und verlangen in jedem Falle eine sorgfältige Instandhaltung und Beobachtung.

Außer diesen Wasserstandsanzeigern gibt es in der Praxis noch andere, die gleichzeitig als Alarm- und Signalapparate bei eintretendem niedrigsten oder höchsten Wasserstande dienen. Unter diesen sei die Schwartzkopfsche Sicherheitsvorrichtung wegen ihrer Zuverlässigkeit genannt. Sie warnt dadurch, daß ein Tropfen aus einer bestimmten Legierung zum Schmelzen gebracht wird und dabei den Schluß eines elektrischen Lätewerkes herstellt. Nach jeder Betätigung des Apparates infolge eintretenden Wassermangels usw. ist der Schmelztropfen zu erneuern. Die Reservetropfen befinden sich entweder in Verwahrung des Betriebsleiters, oder sind der Stückzahl nach von dem Heizer zu buchen.

Die Dampfleitung. Es ist in jedem Falle zu erstreben, daß der den Kessel verlassende Dampf möglichst trocken ist, also kein Wasser aus dem Kessel mit sich fortreißt. Dazu genügen meistens die Kessel allein nicht, sondern es müssen besondere Einrichtungen entweder an dem Kessel selbst oder außerhalb desselben in der Dampfleitung geschaffen werden. Häufig wird der Kessel zu diesem Zwecke mit einem über dem am ruhigsten siedenden Wasserteile befindlichen Dome versehen, der eine Vergrößerung des Dampftraumes bildet. Die übrigen eine Wasserabscheidung bezweckenden Einrichtungen beruhen auf dem Prinzip, dem mit Wasser beladenen Dampf in seiner Strömung Hindernisse entgegenzustellen, gegen die er anprallen muß. Er läßt dabei einen Teil Wasser sich abscheiden und setzt nun seinen Weg in einer dem fallenden Wasser entgegengesetzten Richtung fort. Man verlangt auch den Gang des Dampfes durch Einschaltung eines erweiterten senkrechten Rohrstückes, so daß das Wasser seine Beschleunigung verliert und sich auf dem Boden des Rohrstückes ansammelt, von wo

aus es durch den Dampfwaterableiter abgeführt wird. Überhitzter Dampf ist stets trocken und bedarf daher dieser Behandlung nicht. Mit dem mitgerissenen Kesselwasser ist das durch die Kondensation des Dampfes in den Leitungsröhren zurückgebildete nicht zu verwechseln; über dessen Bildung und Berücksichtigung im Hinblick auf die Leitungsröhren ist das Nähere unter Dampfleitungen gesagt.

Dampfmesser (s. Rabe in F. Ullmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie, Band III, 1916) werden seltener angewandt, um etwa nur die gesamte Dampfmenge festzustellen, welche der Kessel erzeugt. Sie dienen jedoch in ihren verschiedenen Ausführungsformen (Rhenania-, Bayer-, Gehre-Messer usw.) mit Vorteil dazu, den Verbrauch einzelner Apparate und angeschlossener Betriebsteile festzustellen und registrierend aufzuzeichnen.

Zur Ermöglichung der Dampfabspernung zu jeder beliebigen Zeit muß an jedem Kessel ein Dampfabspernventil vorhanden sein. Sind mehrere Kessel einer Anlage durch Dampf- und Wasserröhren miteinander verbunden, so muß für eine ganz zuverlässige Ausschaltung der einzelnen Kessel Gewähr geboten werden, damit während der Kesselreinigung und Revision Unglücksfälle ausgeschlossen bleiben.

Zur Vermeidung einer Vakuumbildung nach dem Einstellen des Betriebes befindet sich an dem Kessel ein Ventil, das in solchen Fällen das Eintreten von atmosphärischer Luft in den Kessel gestattet.

Das Manometer dient zur Beobachtung des herrschenden Dampfdruckes und ist für den Heizer das wichtigste Instrument, das ihm über jeden Zustand Aufklärung gibt und daß deshalb einer beständigen Beobachtung bedarf. In konstruktiver Hinsicht stellt es meist ein Bourdonsches Röhrenfedermanometer, seltener ein Plattenfedermanometer dar. Zur Erhaltung der Empfindlichkeit ist es durchaus nötig, daß der heiße Dampf niemals direkt auf den Mechanismus wirken kann, daß also das Manometeransatzrohr ständig mit Absperrwasser gefüllt bleibt. An jedem der behördlichen Kontrolle unterliegenden Manometer muß ein Flansch der vorgeschriebenen Größe und Abmessung (Fig. 63) vorhanden sein, der die Befestigung des amtlichen Kontrollmanometers zu jeder Zeit gestattet. Die Manometer tragen als Marke des höchst zulässigen Kesseldruckes an ihrer Skala einen roten Strich.

Die **Sicherheitsventile**. Zur Sicherung gegen Überschreitung des vorgeschriebenen Höchstdruckes dienen Sicherheitsventile, von denen meist diejenigen mit indirekter Belastung — mit Hebel und Gewicht — im Gebrauch sind. Jeder Dampfkessel muß laut Vorschrift mindestens ein Sicherheitsventil haben. Die geringe Zuverlässigkeit der in der Praxis mitunter vorhandenen Sicherheitsventile steht im Gegensatz zu ihrer Bedeutung für die Betriebssicherheit des Kessels. Von einem in gutem Zustande befindlichen Ventile ist zu verlangen, daß es ohne Reibung in dem Ventilgehäuse beweglich ist, daß seine Belastung den Druckverhältnissen entspricht und daß der Dampf weder zu langsam noch bei weiterem Öffnen des Ventils zu stark entweicht.

Für ein gutes Dichthalten der Sicherheitsventile gilt dasselbe, was über die Ventile im allgemeinen gesagt wurde.

Der Kontrolle des Kesselbetriebes dienen Thermometer (registrierend) zur Messung der Fuchstemperaturen, Rauchgasprüfer zur Feststellung des Verhältnisses $\text{CO}:\text{O}:\text{CO}_2$ in den Verbrennungsgasen und Zugmesser.

Das Entleeren des Kessels nennt man Ablassen, und die dazu vorhandenen Einrichtungen sind der sorgfältigen Aufsicht des Heizers besonders zu empfehlen, denn ein Undichtwerden kann die größte Gefahr für den Kessel zur Folge haben. An jedem Dampfkessel befindet sich ein Fabrikschild mit Angabe der zulässigen höchsten Dampfspannung, des Namens der kesselbauenden Firma, der laufenden Fabriknummer und des Baujahres. Vgl. A. v. Ihering, Maschinenkunde für Chemiker, Leipzig 1906 und F. Barth, Dampferzeuger, in F. Ullmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie, Bd. III, Berlin und Wien 1916.

Kesselsteinbildung. Auf die zahlreichen Methoden, die für die Beseitigung des Kesselsteins oder seine Unschädlichmachung in Frage kommen, kann hier nicht eingegangen werden. Den sogenannten Universalmitteln begegne man stets mit Mißtrauen, denn es ist zunächst immer nötig zu wissen, welche chemische Zusammensetzung das Wasser und der Kesselstein besitzt, um eine rationelle Beseitigung bzw. Reinigung zu erreichen. Die Reinigung des Wassers von den kesselsteinbildenden Salzen hat in der Regel außerhalb des Kessels, das heißt vor Eintritt des Speisewassers in denselben, zu geschehen. Die innerhalb des Kessels angewendeten chemischen und mechanischen Mittel sind oft unvollkommen. Die Dampfhärtung des Speisewassers im Dampfraum des Kessels selbst ist allerdings heute wichtiger geworden. Das für die meisten Fälle geeignetste und billigste Mittel zur Verhinderung der Kesselsteinbildung ist ein Zusatz von Kalk und Soda, durch welche die hauptsächlichsten Kesselsteinbildner, kohlen-saures Kalzium und Gips, aus ihren löslichen Formen gefällt werden. Enthärtung des Speisewassers durch Barythydrat oder nach dem Permutitverfahren ist eigentlich nur für Spezialzwecke üblich.

Zur Beseitigung des Kesselsteins aus dem Kessel klopft man ihn, wenn er sich in Schichten von etwa 3—5 mm angesetzt hat, mit einem stumpfen Hammer ab. Dünnere Schichten zu entfernen, kostet oft mehr, als die durch den verringerten Wärmedurchlaß verlorene Kohle Wert hat. Das Abklopfen wird erleichtert, wenn der Kessel vor der Inbetriebsetzung mit einer nicht klebenden Schicht von Graphit, Teer, Petroleum, Siderosthen, Rostschutzfarbe u. a. angestrichen wird. Die Anwendung von Teer und Petroleum, das überdies wegen der Feuersgefahr mit der größten Vorsicht zu benutzen ist, verbietet sich natürlich, wenn der Dampf zu anderen als Kraftzwecken verwendet werden soll. Die Reinigung von Siederöhren geschieht mit besonderen Rohrreinigern, d. s. kleine Apparate, die durch die Röhren hindurchgeführt werden können.

Bei Neuanlagen oder bei frischem Speisewasser sollte man die erste Kesseluntersuchung nach spätestens zwei Wochen vornehmen und

durch wochenweise Verlängerung der Untersuchungsfristen die richtige Zeit für die regelmäßigen Reinigungen feststellen.

Erreicht die Kesselsteinschicht eine zu große Dicke, dann kann sie gelegentlich von selbst losspringen und durch Übereinanderlagerung die Bildung sehr dicker Schichten, der sog. Kesselsteinkuchen, veranlassen, welche sehr gefährlich werden können, weil unter ihnen ein Durchbrennen oder starkes Erglühen der Kesselbleche zu befürchten ist.

Der Besitzer einer Kesselanlage oder sein stellvertretender Sachverständiger sollten es sich nicht verdrießen lassen, die Kessel von Zeit zu Zeit einer äußeren und inneren Besichtigung (Befahrung) zu unterziehen, um sich von ihrem Zustande zu unterrichten.

Betriebsstörungen und Explosion. Wenn auch der Dampfkessel die kalte Druckprobe einwandfrei bestanden hat, so treten doch durch die verschiedene Ausdehnung der Bleche, durch Dampfstöße, Kesselsteinablagerung usw. oft ganz veränderte Betriebsverhältnisse auf, die schädliche Wirkungen ausüben können. Deshalb ist es für die Betriebssicherheit notwendig, daß die kleineren Ersatzteile — bei Röhrenkesseln auch einige Röhren — auf Vorrat vorhanden sind, um geringe Reparaturen ohne Aufschub und Unterbrechung ausführen zu können.

Als Hauptursachen der Gefahren, die zu Kesselexplosionen führen können, seien genannt: Wassermangel, durch den die Heizfläche ganz oder teilweise bloßgelegt und glühend werden kann, das plötzliche Ablösen größerer Flächen Kesselstein, unter dem die Platten glühen, und abgenutzte, zu schwache Kesselbleche, die hauptsächlich durch innere Korrosionen angegriffen sind. Äußere Verletzungen sind erfahrungsgemäß viel weniger gefahrdrohend. Äußerst verderblich wirken ferner der Sphäroidalzustand des Kesselwassers im Sinne des Leidenfrostschens Phänomens und der Siedeverzug, der besonders durch öliges und unreines Wasser hervorgerufen werden kann sowie übermäßiger Dampfdruck, verbunden mit inneren und äußeren Erschütterungen des Kessels. Diese kann durch Explosion eines Gemisches von brennbaren Gasen mit Luft, das sich in den Zügen bilden kann, dann verursacht werden, wenn während einer längeren Pause das Feuer gedeckt, d. h. mit einer größeren Menge frischen Brennmaterials überschüttet und dadurch im Glimmzustand erhalten wird.

Im Falle, daß der Wasserstand trotz aufmerksamer Wartung unter den zulässigen niedrigsten Stand zu sinken droht, ist Gefahr im Verzuge. Um dieser zu begegnen, muß der Heizer versuchen (vorausgesetzt, daß die Flammrohre noch nicht glühend sind), durch energisches Speisen den Wasserstand zu halten, während er das Feuer herausreißt und alle Zugtüren weit öffnet, um möglichste Abkühlung der Kesselwandungen herbeizuführen. Die Betriebsleitung ist unverzüglich von der drohenden Gefahr in Kenntnis zu setzen. Die Dampfentnahme aus dem Kessel zum Betriebe der Maschine usw. darf nicht verringert werden; das Sicherheitsventil ist vorsichtig und langsam zu öffnen (bei schnellem Öffnen wird die Explosionsgefahr gesteigert). Zu beachten ist ferner, daß bei eintretender Gefahr der Platz vor den

Feuertüren der gefährlichste ist. Ist dieser kritische Zustand vorüber, so ist der Kessel zu untersuchen und bis zur Beseitigung der störenden Ursache (oft Undichtigkeit der Nietungen) stillzulegen.

Aus der Erkenntnis der Ursachen ergeben sich die Maßregeln, die zur Verhütung dieser Gefahren getroffen werden können. Zu ihnen gehören die gute Beschaffenheit der Sicherheitsventile, der Speiseapparate und der Wasserstandsanzeiger; die sorgfältige Überwachung des Wasserstandes, regelmäßige Befuerung, die Vermeidung aller Stöße und Erschütterungen, langsames Öffnen und Schließen der Ventile, sorgfältiges Reinhalten von Kesselstein und unverzügliche Reparatur aller Schäden. Ein in gutem Zustande erhaltener und regelmäßig bedienter Kessel schließt im allgemeinen keine Gefahren in sich.

Daraus folgt, daß für die Bedienung des Kessels ein gewissenhaftes und intelligentes Personal erforderlich ist. Folgende allgemeine Regeln zu beobachten, muß zur Pflicht gemacht werden.

Im Kesselhause sehe es stets ordentlich aus. Für den Heizer muß eine Sitz- und Waschgelegenheit vorhanden sein. An der herrschenden Ordnung und Sauberkeit erkennt man die Gewissenhaftigkeit des Heizers. Vor dem Beginn des Heizens ist nach dem Wasserstand und dem noch vorhandenen Kesseldruck zu sehen, ferner sind die Hähne, Ventile, Wasserstandsanzeiger, Manometer, Rauchgasprüfer, kurz alle wichtigen Teile, zu untersuchen. Eine sparsame und rationelle Heizung verlangt, daß der Rost überall gleichmäßig bedeckt ist, daß die in mäßigen Mengen frisch aufgeworfenen Brennstoffe immer vorn an der Türe zu liegen kommen und daß die Schlacke unter dem Rost sich nicht anhäuft. Von der Wichtigkeit, den Rauchschieber vor dem jedesmaligen Öffnen der Feuertüre zu schließen, wurde schon gesprochen. Wenn mehrere miteinander verbundene Kessel geheizt werden, so muß bei allen eine gleichmäßige Druckzunahme stattfinden; im anderen Falle werden die Verbindungsventile nicht eher geöffnet, als bis in allen Kesseln gleicher Druck vorhanden ist. Vor kurzer Ruhepause wird der Schieber geschlossen, der Kessel vollauf mit Wasser beschickt, das Feuer nicht geschürt und nötigenfalls mit nassen Kohlen oder angefeuchteter Asche gedämpft. In Anbetracht der oben erwähnten möglichen Explosion der Gase in den Feuerzügen ist ein Decken des Feuers nicht zu empfehlen. Soll der Kessel für längere Zeit außer Betrieb gesetzt werden, dann ist alles vollkommen in Ordnung zu bringen; niemals darf man den Kessel in dem Zustande belassen, in welchem er sich am Betriebsschlusse befindet. Er muß stets gebrauchsfertig sein. Im Winter ist dabei das mögliche Einfrieren freiliegender Teile zu bedenken.

Von welcher Wichtigkeit ein richtiges und sparsames Heizen ist und bis zu welchem Grade dasselbe von der Sachkenntnis und Gewissenhaftigkeit des Heizers abhängt, das zeigen die Resultate einer Reihe von Wertheizungen, die vor Jahren von 11 geübten Heizern unter Zusicherung von Geldprämien ausgeführt wurden. Unter den gegebenen Umständen hatte der beste Heizer mit 1 kg Steinkohlen 6,89 und der schlechteste nur 4 kg Wasser verdampft.

Weinlig, der dieses Versuchsheizen leitete, sagt dazu sehr treffend: „Wenn solche ungeheuren Unterschiede schon beim Wertheizen entstehen, bei dem das Streben der Heizer, der Erste zu sein und den Preis zu verdienen, aufs höchste angeregt ist, was mag dann in der großen Praxis vorkommen, wo Trägheit und Schlendrian die Bewartung leiten, und wo weder Besitzer noch Heizer wissen, was die Kesselanlage leisten könnte und müßte? Was hilft dem Ingenieur das Konstruieren und Erfinden guter Feuerungsanlagen, was hilft es ihm, wenn er die Fehler einer Anlage findet und die großen Mängel der Bewartung aufdeckt? Ohne Heizer, die seine Absichten verstehen und befolgen können, bleibt eben alles nur ein guter Rat. So gipfelt die ganze Sache in dem einen Hauptpunkte, daß die ordentliche Ausbildung von Dampfkesselheizern mit allen Mitteln erstrebt werden muß, wenn man die Erfolge der Verbesserung der Feuerungsanlagen genießen und die günstige Ausnutzung der Kohle erzielen will. Bedenkt man, welcher Gewinn dadurch für den Kesselbesitzer, sowie für das Nationalvermögen und welcher Fortschritt in der Sicherheit des Betriebes erzielt wird, so sollte der Entschluß nicht schwer fallen können.“

Leider wird auch heute nur erst ein kleiner Teil der Kesselbetriebe von einem gründlich ausgebildeten Heizerpersonal bedient. Viele Kesselbesitzer unterschätzen noch immer die Wichtigkeit einer rationalen Feuerungsanlage sowie jene einer fachkundigen Kesselbedienung und Überwachung.

Das Berliner Polizeipräsidium hat verfügt, daß bei der Revision der Dampfkessel auch die Fähigkeiten der Kesselwärter geprüft werden sollen und unfähige Heizer nötigenfalls auf dem Zwangswege zu entlassen sind. Gleichzeitig weist es auf die staatlichen Heizerkurse hin, an denen teilzunehmen allen Interessenten dringend empfohlen wird.

Der sächsische Kesselrevisionsverein hat folgende Vorschriften für die Bedienung des Planrostes ausgearbeitet:

Die Aufgabe der Kohle auf die Rostfläche hat derart zu erfolgen, daß alle Teile derselben gut bedeckt werden. Bleiben Roststellen unbedeckt, so wird die Heizwirkung der Kohle durch die einströmende kalte Luft vermindert. Kommt Stückkohle zur Verwendung, so ist dieselbe mindestens bis zur Faustgröße zu zerschlagen. Ein Aufstechen und Schüren des Feuers hat nur so oft zu erfolgen, als es die Art der Kohle unbedingt erfordert. Bei Kohle mit geringer Schlackenbildung kann das Aufstechen und Schüren fast ganz unterbleiben. Jedes Aufbrechen der Kohle, Aufrühren des Feuers mit Schür-eisen oder Krücke hat starke Rauchentwicklung zur Folge und ist daher tunlichst zu vermeiden. Das Abschlacken der Rostfläche hat in bestimmten Zeitabschnitten zu geschehen. Sind in einer Anlage mehrere Kessel in Betrieb, so ist das Abschlacken der Roste der einzelnen Kessel nicht unmittelbar nacheinander, sondern in angemessenen Zwischenräumen vorzunehmen. Der Schornsteinzug ist durch richtige Einstellung des Schiebers dem Dampfverbrauche entsprechend zu regeln. Der Schieber ist nicht weiter zu öffnen, als für den Betrieb unbedingt

notwendig. Der Schieber ist mehr aufzuziehen bei Eintritt eines größeren Dampfverbrauches und weiter zu schließen bei Verminderung desselben. In der regelrechten Handhabung des Schornsteinschiebers liegt der Schwerpunkt für einen sparsamen Kesselbetrieb. Der Schieber muß durch Gegengewicht leicht beweglich gemacht und leicht gangbar gehalten werden. Es empfiehlt sich, hinter der Zugkette bzw. hinter dem Gegengewicht eine Skala derart anzubringen, daß die Größe der Schieberöffnung sofort zu ersehen ist.

An fleißiger Bedeckung der Rostfläche mit Kohle, Vermeidung jedes überflüssigen Schürens des Feuers, fleißiger und richtiger Handhabung des Schornsteinschiebers ist ein tüchtiger Heizer zu erkennen.

Die Beschickung der Rostfläche hat nach einer der nachstehenden zwei Bedienungsarten zu erfolgen:

1. Die Kohle ist dünn und gleichmäßig über die ganze Rostfläche verteilt zu streuen. Das Aufwerfen der Kohle hat oft und in kleinen Mengen zu geschehen. Um ein gutes Bestreuen der Kohle über die Rostfläche zu ermöglichen, darf die Schaufel nicht gehäuft voll genommen, sondern nur flach mit Kohlen bedeckt werden. Besitzt die Feuerung zwei Feuerungstüren, so sind die beiden Rostseiten nicht unmittelbar nacheinander, sondern in gleichen Zwischenräumen abwechselnd mit Kohle zu beschicken, damit auf einer Seite stets helles durchgebranntes Feuer sich befindet, durch welches die raucherzeugenden Gase, die sich auf der anderen, frisch beschickten Seite entwickeln, entzündet und verbrannt werden können.

2. Die Kohle ist nur auf den vordersten Teil der Rostfläche, sowie auf die vorliegende Rostplatte aufzuwerfen und erst später, unmittelbar vor der neuen Beschickung, nach hinten zu schieben und über die ganze Rostfläche auszubreiten. Diese Bedienungsweise hat den Zweck, die frische Kohle vorzuwärmen, die Gase, welche hauptsächlich Rauch und Ruß erzeugen, auszutreiben, sie über dem hellen Feuer der hinteren Rostfläche zu entzünden und sie zu verbrennen. Das Hinterschieben mit der Krücke hat derart zu erfolgen, daß die Kohle nicht überstürzt und aufgerührt wird. Die Kohle (der Rostplatte) ist, von hinten anfangend, gleichmäßig über die Rostfläche auszuführen. Um dies zu erreichen, ist mit der Krücke zuerst der hintere Teil des vorn aufgegebenen Kohlenberges auf das hinterste Ende der Rostfläche zu schieben, alsdann ist die nächstfolgende Partie des Kohlenberges nach hinten zu stoßen und so weiter, bis der vordere Teil des Rostes und die Vorplatte von Kohlen freigelegt sind. Die frische Kohle ist hierauf sofort vorn aufzugeben.

Regelrechtes Auseinanderziehen der vorn aufgegebenen Kohlen, Vermeiden jeder Überstürzung, jedes Aufrührens und Zurückziehens der Kohle sind unerläßliche Bedingungen zur Erzielung einer guten Verbrennung. Um die Krücke leicht handhaben zu können, empfiehlt es sich, den Stiel derselben aus Gasrohr herzustellen.

Hinsichtlich der Wahl des Kesselsystems, d. h. also für die Beantwortung der Frage, welche Dampfkesselanlage sich für eine chemische Fabrik in einem Einzelfalle am besten eignet, muß man die Verhältnisse kennen und wissen, welchen Zwecken der Kessel dienen soll. Je einfacher der Kessel ist, desto sicherer ist der Betrieb und um so geringer sind die Amortisationskosten. Entscheidend sind die Art der Dampfentnahme und -verwendung, das Speisewasser, der zur Verfügung stehende Platz und das Brennmaterial.

Für Maschinenbetrieb, für reines, weiches Speisewasser sowie für vorhandenen reichlichen Platz und gutes Brennmaterial eignet sich jede Kesselform. In den seltensten Fällen werden jedoch die Ver-

hältnisse so günstig zusammenfallen, und meistens wird der eine oder andere Punkt mehr oder minder zu berücksichtigen sein. Soll der Dampf hauptsächlich zum Betriebe von Arbeitsmaschinen und nur zum kleinsten Teile für Koch- und Heizzwecke verwendet werden, findet mit anderen Worten ein ziemlich regelmäßiger Dampfverbrauch statt, so werden Kessel mit geringem Wasserraum, also Röhrenkessel, recht geeignet sein. Bei großem und stark wechselndem Dampfverbrauch für Heiz- und Kochzwecke neben Maschinenbetrieb sind nur Kessel mit großem Wasserraum, also Walzen- oder Röhrenkessel mit Oberkessel zu empfehlen. Denn bei sehr wechselndem Dampfverbrauch kann man nur durch genügend großen Wasserraum, der gewissermaßen als Wärmespeicher dient, Dampfdruck und Wasserstand ohne große Mühe auf annähernd gleicher Höhe halten.

Ferner spielt das zur Verfügung stehende Speisewasser in der Auswahl des Kesselsystems eine wichtige Rolle. Fast alle Wässer setzen ja beim Kochen Kesselstein ab, der sich auf die inneren Gefäßwandungen auflagert, die Wärmeleitung beeinträchtigt und sogar beim plötzlichen Loslösen größerer Stücke die Ursache zu Explosionen werden kann. Wenn nun auch eine große Anzahl Kesselstein auflösender Mittel im Gebrauch ist, so wird eine Reinigung des Kesselinnern doch in gewissen Zeitabschnitten nötig und dann kommt es auf die bequeme Zugänglichkeit der zu reinigenden Teile an. Steht Wasser zur Verfügung, das Schlamm und nicht Kesselstein absetzt, so ist die Entfernung leichter, da sich der Schlamm rascher und bequemer entfernen läßt.

Die Betriebssicherheit der Röhrenkessel mit hohem Arbeitsdruck wird auch von dem oben genannten Wellrohrkessel erreicht, so daß der Grad der Dampfspannung nur von geringem Einfluß auf die Auswahl zwischen diesen Systemen ist.

Schließlich ist bisweilen zu berücksichtigen, daß die Wartung der Röhrenkessel ein geschulteres Personal verlangt, als die anderen Systeme und daß in bestimmten Fällen das Kesselsystem polizeilich vorgeschrieben ist (s. Dampfkesselgesetze).

Bis zu welchem Grade das Feuerungsmaterial auf die Wahl des Kesselsystems Einfluß hat, ist aus dem Abschnitt über die Kesselheizung ersichtlich.

Für die Beschaffung eines neuen Kessels sind noch eine Reihe von Umständen zu berücksichtigen, die zu kennen nicht überflüssig ist.

Als Dampfkesselbesitzer wird man wohl immer Mitglied eines Kesselrevisionsvereins sein und als solcher durch die Vereinsingenieure fachmännische Unterstützung gegen mäßige Honorierung erhalten.

Wenn der neue Kessel entweder zur Ergänzung oder zum Ersatz eines schon im Betriebe befindlichen dienen soll und seine Art und Größe sowie die auf Speisewasser und Brennmateriale zu nehmenden Rücksichten bekannt sind, so wird die Auswahl desselben leicht sein. Anders gestaltet sich die Angelegenheit, wenn ein neuer Kessel für eine neue Betriebsstätte angeschafft werden soll. Außer dem von der

Maschine verbrauchten Dampf muß man die Menge ungefähr einschätzen, die man zum Kochen, Heizen usw. nötig hat, um daraus die Kesselleistung, also schließlich die Abmessungen des Kessels zu berechnen. In den chemischen Betrieben wird man wohl immer mit einem stark wechselnden Dampfverbrauch rechnen müssen und danach unter fernerer Berücksichtigung des Speisewassers das System auswählen. In den meisten Fällen wird also ein Kessel mit großem Wasserraum vonnöten sein. Für von Natur sehr reines oder gut vorbereitetes Speisewasser kann ein Röhrenkessel gewählt werden, sonst aber sind die Flammrohrkessel angezeigt — Cornwall-, Fairbairn-, Galloway-, Pauksch-, Foxkessel usw. Für die Feuerungsanlage ist die Berücksichtigung des zur Verwendung bestimmten Brennmaterials notwendig.

Betreffs der Gesteungskosten des erzeugten Dampfes kann man sagen, daß zur Erzeugung billigen Dampfes eine kostspieligere Anlage nötig ist und daß eine billigere Anlage höhere Betriebskosten zur Folge haben wird. Letztere wird sich daher nur bei Einrichtungen mit knappem Anlagefonds, von voraussichtlich kurzer Betriebsdauer oder unsicherer Rentabilität empfehlen. Unter Umständen genügt es, für ein Provisorium sich einer Lokomobile zu bedienen, die vielleicht leihweise zu beschaffen ist.

Man verlange ferner von der den Kessel liefernden Firma eine Garantie für den geringsten Kohlenverbrauch bei feststehender Kohlen-sorten, bestimmter Dampfspannung und gegebener Temperatur des Speisewassers. Auch versäume man nicht, im Lieferungsvertrag genau vorzusehen, ob Transport- und Aufstellungskosten mit inbegriffen und welche Armaturteile mitzuliefern sind.

Daß unter den eingehenden Offerten nicht unbedingt die billigsten den Vorzug verdienen, wird jedem bekannt sein; solche mit weitgehenden Garantien hinsichtlich des Kohlenverbrauchs, der guten Verbrennung und der Trockenheit des Dampfes sind jedenfalls die besten.

Zur Inbetriebsetzung eines neuen Kessels, die nach der Abnahme erfolgt, wird er zunächst einige Zentimeter über den normalen Wasserstand gefüllt. Dann wird ein ganz gelindes Feuer angemacht, ohne daß am ersten Tage das Wasser kochen darf; die Feuertüre bleibt offen, damit durch reichlichen Luftzutritt die Temperatur gemäßigt und zugleich die Austrocknung des frischen Mauerwerks vorteilhaft gefördert wird. Solange dieses sehr feucht ist, entströmen dem Schornstein deutliche Dampfwolken. Am nächsten Tage wird die Feuerung etwas verstärkt usw. bis zum regelmäßigen Gang.

Fast bei jeder neuen Kessel- und Schornsteinanlage wird es eintreten, daß das Feuer aus Mangel an genügendem Schornsteinzuge, der sich aus der zu starken Abkühlung der zu feuchten Wände erklärt, nicht ordentlich brennen will. Es bleibt dann weiter nichts übrig, als im Schornsteinfuß einmal oder wiederholt ein Bündel Stroh zu verbrennen.

Ist in dem Kessel Dampfspannung vorhanden, so muß man sich von dem richtigen Arbeiten der Armaturen — Sicherheitsventil, Mano-

meter, Probierhähne, Wasserstandsrohren, Speisevorrichtung, Absperrventile usw. überzeugen. Die Flanschen der Dampfleitung werden nachzuziehen sein und damit erst ist der Kessel im Vollbetrieb.

Das Dampfkesseljournal. Das Kohlenkonto zeichnet sich zumeist durch ziemlich hohen Wert unter den Betriebsunkosten aus, daher ist es nur in der Ordnung, daß über den Verbleib der Kohle und die erzielte Dampfmenge von dem Heizer oder dem Maschinisten ein Buch geführt wird, aus dem sich die einzelnen Verhältnisse des Kesselbetriebes klar übersehen lassen.

Das Dampfkesseljournal enthält vorn auf dem ersten Blatt den oder die numerierten Kessel verzeichnet mit allen notwendigen Angaben über System, Kopie des offiziellen Fabrikschildes, Datum der Aufstellung, Gewicht, Abmessung, Wasserinhalt, Heizfläche, Rostfläche und Betriebsdruck.

Als Beispiel sei umstehend die Einrichtung eines solchen Journals mit den Aufzeichnungen einer Betriebswoche und dem Monatsabschluß wiedergegeben.

In den Spalten 1 und 2 werden die Betriebsstunden der Kessel notiert. Dann folgt das Gewicht der zugewogenen Kohle und die aus dem Stande des Wassermessers sich ergebende verdampfte Wassermenge, selbstverständlich unter Innehaltung oder Wiederherstellung des normalen Wasserstandes im Kessel. Der Quotient der Spalten 5 und 3 stellt somit die erzielte Verdampfung (6) dar. Aus den Spalten 8 und 11—14 ist der Dampfverbrauch für die verschiedenen Kraftzwecke mit Bezug auf die Betriebszeit ersichtlich. Bei Kenntnis der Fabrikbetriebsverhältnisse läßt eine Betrachtung dieser Zahlen erkennen, ob etwa außergewöhnliche Arbeiten oder Zwischenfälle eingetreten sind. So hat beispielsweise die Wasserpumpe am 5. März die außergewöhnlich lange Zeit von 8 Stunden gearbeitet, um, wie aus der Rubrik „Bemerkungen“ hervorgeht, für die nächsten Tage während der Reinigung des einen Kessels einen genügenden Wasservorrat in das Reservoir zu fördern.

Der Kohlenverbrauch der Spalten 3 und 15 gibt den Gesamtverbrauch, so daß der jeweilige ganze Bestand an Kohle sofort zu erkennen ist. Ferner ist es auf Grund dieser Buchungen leicht, die notwendigen Daten für die Berechnung einer u. U. zu gewährenden Kohlenprämie zu finden.

Die weitere Kontrolle der Kesselheizung wird zweckmäßig in die Hände eines Aufsichtsbeamten gelegt. Wichtig ist, daß über dem Heizer noch eine verständige Überwachung steht, der auch die dauernde Kontrolle der Abgase obliegt. Deren Untersuchungsergebnisse müßten auch sorgfältigst gebucht werden und die Prämien des Heizers beeinflussen.

Für den Betriebsleiter empfiehlt sich ferner die Führung eines Tagebuches, in das er die wichtigsten Daten aus dem Kesselbuch und außerdem noch ganz kurze Vermerke für die einzelnen Tage über den Verbleib desjenigen Dampfes einträgt, der nicht zum Betriebe der Maschinen verwendet wurde. Nur so ist es möglich, einen Überblick

März 1921.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Dampfverbrauch für					14.	15.	16.			
							8.	9.	10.	11.	12.				13.		
1	2	Kohlen- ver- brauch kg	Stand des Wasser- messers l	Ver- dampfte Wasser- menge l	Verdampfung	Dampf- überhitzer Grad	Haupt- maschine	mit + ohne -	Vakuum	Licht	Akkum- ulatoren	Kran	Wasser- pumpe Std.	Anderer Kohlen- verbrauch kg	Bemerkungen.		
							Std.		ccm	Std.	Std.	Std.				Std.	
1.			912 600														
2.	12	2 000	928 750	16 150	8,07	290	9	+	690	4	4	—	3 1/2				
3.	12	2 100	945 250	16 500	7,68	300	10	+	680	4	3	—	3 1/2	500			
4.	12	1 900	961 230	15 980	8,41	—	12	+	680	4	3	4	4				
5.	12	2 000	977 250	16 020	8,01	—	12	+	690	3	—	—	8				
6.	14	950	984 750	7 500	7,9	—	8	3 + 5 —	700	3	6	—	2 1/2	300			
7.	14	1 000	992 850	8 100	8,1	320	10	—	—	3	4	2	2 1/2				
8.			
.			
.			
31.	.	.	1 344 200			150 Tonnen Kohlen erhalten.
Total	306	324	52 450	431 600	8,23		284	268 + 16 —	102	80	27	105	2300				
	630																

54 750 (s. Fußnote 1 S. 139).

über diejenigen Kohlenmengen zu gewinnen, die tatsächlich einer gewissen Produktion dieses oder jenes Fabrikates entsprechen. Auch einer Dampfvergeudung durch Undichtigkeiten der Leitungen, beim Betrieb von Destillierblasen, Heizungen u. a. kommt man auf diese Weise schnell auf die Spur.

Dampfkesselgesetze²⁾.

Jeder Dampfkessel ist nach der Reichs-Gewerbeordnung genehmigungspflichtig.

Sein Bau und seine Ausrüstung, seine Prüfung und seine Aufstellung unterliegen gesetzlichen Bestimmungen, desgleichen seine Inbetriebsetzung, wie endlich sein Betrieb selbst.

Die in Betracht kommenden Gesetze und wichtigsten Verordnungen sind:

1. §§ 24 und 25 der Reichs-Gewerbeordnung über die Genehmigungspflicht.
2. Allgemeine polizeiliche Bestimmungen (des Bundesrates) über die Anlage von Dampfkesseln vom 5. August 1890.
3. Die Vereinbarung der verbündeten Regierungen des Reiches vom 3. Juli 1890 zur einheitlichen Regelung der Kesselüberwachung (Genehmigung, Prüfung und Revision) in den deutschen Bundesstaaten.
4. Das preußische Gesetz vom 3. Mai 1872, welches den Betrieb der Dampfkessel betrifft und die Pflichten des Kesselbesitzers und Wärters festsetzt.
5. Die preußische Anweisung vom 16. März 1892, betreffend die Genehmigung und Untersuchung der Dampfkessel. (Von den anderen Bundesstaaten sind ähnliche Bestimmungen erlassen.)

A. Genehmigung der Dampfkessel.

1. Wann muß eine Genehmigung nachgesucht werden?

Der § 24 der Gewerbeordnung lautet: „Zur Anlegung von Dampfkesseln, dieselben mögen zum Maschinenbetriebe bestimmt sein oder nicht, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich“ usw.

Im § 25 der Gewerbeordnung heißt es: Sobald eine Veränderung (Änderung der Lage oder Beschaffenheit) vorgenommen wird, ist dazu die Genehmigung der zuständigen Behörde . . . notwendig.

1) Kohlenbestand Ende Februar	65 350 kg
Kohlenverbrauch im März	54 750 „
Demnach Bestand Ende März	10 600 kg
Dazu erhalten am 31. März	150 000 „
Am 31. März Totalbestand	160 600 kg

2) Vgl. Sprenger, Winke für Gewerbeunternehmer, Berlin 1893 und neuere Werke.

Dampfkessel im Sinne des Gesetzes sind alle geschlossenen Gefäße, in denen Wasser zu Dampf von höherer als atmosphärischer Spannung verwandelt wird. Eine gesetzliche Definierung des Begriffes Dampfkessel fehlt.

Im § 22 der Bestimmungen vom 5. August 1890 (s. d.) sind die Ausnahmen angeführt, welche zur Einschränkung des Begriffes Dampfkessel dienen.

Ferner bedürfen Dampfmaschinen und Kraftmotore anderer Art keiner Genehmigung.

Einer erneuten Genehmigung bedürfen:

a) Dampfkessel, welche wesentliche Veränderungen in der Bauart erfahren haben.

b) Dampfkessel, welche wieder in Betrieb genommen werden sollen, nachdem die früher erteilte Genehmigung wegen unterlassenen Betriebes nach § 49 der Gewerbeordnung erloschen ist. Dies trifft nach dreijähriger Betriebspause und auch dann zu, wenn von der erteilten Genehmigung innerhalb eines Jahres kein Gebrauch gemacht worden ist.

c) Feststehende Dampfkessel, welche wesentlichen Änderungen in der Lage oder Beschaffenheit der Betriebsstätte unterworfen worden sind.

d) Kessel, bei denen die in der Genehmigungsurkunde festgesetzte zulässige Dampfspannung erhöht oder eine Bedingung der Genehmigung geändert worden ist.

2. Antrag auf Genehmigung des Kessels.

Form und Inhalt des Antrages. — Die Genehmigung wird nur für einen bestimmten, genau darzustellenden und mit dem Namen des Fabrikanten und der Fabriknummer bezeichneten Kessel erteilt; sie schließt die Bauerlaubnis für das Kesselhaus ein. Die Ausarbeitung der für den Antrag erforderlichen Unterlagen (Kesselzeichnung und Beschreibung, Lageplan der Betriebsstätte, Bauriß des Kessel- und Maschinenhauses) in doppelter Ausführung werden gewöhnlich der Kesselfabrik und dem Bautechniker überlassen und von dem Bauherrn nur unterzeichnet. Für letzteren sind hauptsächlich folgende Bestimmungen von Interesse:

a) Über den Aufstellungsort: „Dampfkessel, welche für mehr als 6 Atm. Überdruck bestimmt sind und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Überdruck mehr als dreißig beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen sich Menschen aufzuhalten pflegen (auch Lager, Trockenräume, Schuppen) nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind . . . Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10 cm Weite bestehen . . . unterliegen diesen Bestimmungen nicht.“

b) Über den Arbeiterschutz. Das Kesselhaus darf nicht zu eng (mindestens 3—4 m Raum vor einem größeren Kessel) und nicht zu

niedrig (mindestens 2 m Höhe über dem Kessel) sein und muß sich durch reichliche Dachfenster gut lüften lassen. Die Kesselflächen seien durch Wärmeschutzmittel gut umkleidet und alle Punkte, an denen der Wärter zu arbeiten hat, seien durch feste Leitern oder Galerien bequem zu erreichen. Die Sicherheitsvorrichtungen, wie Wasserstandsanzeiger und Manometer, seien gut beleuchtet und die Wasserstandsgläser gut geschützt. Endlich sollen möglichst zwei Ausgänge nach verschiedenen Seiten aus dem Kesselhaus führen.

c) Um die Nachbarn vor Schaden und Belästigung zu schützen, wird bei der Genehmigung stets die Bedingung gestellt, daß starke Rauchentwicklung und das Auswerfen von Funken, Ruß und Flugasche nicht eintreten dürfen.

d) Bei Neuauftellung alter Kessel sind der Erbauer, die früheren Betriebsstätten, die Betriebszeit und die Gründe nachzuweisen, welche zur Außerbetriebsetzung geführt haben. Diese Ermittlungen, für welche die alten Genehmigungs- und Revisionspapiere zum Teil Anhalt bieten, sind natürlich auch für den Kauf alter Kessel außerordentlich wichtig. Dem Genehmigungsantrag ist ein Zeugnis über die amtliche innere Untersuchung des Kessels beizulegen, auf Grund dessen, falls die Genehmigung überhaupt erteilt werden kann, die höchste zulässige Dampfspannung festgesetzt wird.

Zuständigkeit. — Über die Genehmigung beschließt der Landrat in Landkreisen und der Magistrat oder die Polizeibehörde in Stadtkreisen. Maßgebend ist bei feststehenden Kesseln der Ort der Errichtung und für bewegliche Kessel der Wohnsitz des Antragstellers. Einzureichen ist der an diese Behörden zu richtende Antrag jedoch, je nachdem der Antragsteller einem Kesselüberwachungsverein angehört oder nicht, bei dem zuständigen Vereinsingenieur oder dem sonst zuständigen Kesselrevisor.

Kesselrevisoren sind die Gewerbeinspektoren und für die Dampfkessel-Überwachungsvereine deren Ingenieure. Einzelnen großen Unternehmern ist außerdem gestattet worden, ihre Kessel von eigenen Beamten untersuchen zu lassen.

Genehmigungsverfahren. — Die Behörde prüft die Zulässigkeit der Anlage nach den bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften und den allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlage von Dampfkesseln. Demgemäß sendet der Kesselrevisor den Antrag nach Prüfung an die obige Beschlußbehörde und diese gibt den Bescheid. In dringenden Fällen kann der Vorsitzende der Beschlußbehörde einen Vorbescheid erteilen.

Im Durchschnitt werden 4—6 Wochen auf die Dauer des ganzen Verfahrens zu rechnen sein; eine öffentliche Bekanntmachung der Anträge findet nicht statt.

Innerhalb 14 Tage (wenn nicht eine Nachfrist bewilligt ist) nach Zustellung des Bescheides kann der Antragsteller entweder Beschwerde an den Minister für Handel und Gewerbe einlegen oder zunächst erst auf mündliche Verhandlung bei der Beschlußbehörde antragen.

B. Inbetriebsetzung von Dampfkesseln.

Nach seiner letzten Zusammensetzung, jedoch vor der Einmauerung oder Ummantelung, ist jeder Kessel einer technischen Untersuchung (Wasserdruckprobe) durch den zuständigen Revisor zu unterziehen; diese kann in der Kesselfabrik geschehen. Der Beamte versieht die Befestigungsniete des Kesselschildes mit dem amtlichen Stempel und stellt ein Zeugnis aus. Wird der Kessel etwa beim Transport beschädigt, so kann diese Druckprobe wiederholt werden.

Nach vollkommener Fertigstellung der Kesselanlage muß diese vom Revisor abgenommen, d. h. ihre Übereinstimmung mit der Genehmigung festgestellt werden; das Zeugnis über die frühere Untersuchung und die Genehmigungsurkunde sind dabei vorzulegen. Auskunft über die sonst zu treffenden Vorbereitungen ist vom Revisor zu erbitten. Oft ist auch eine baupolizeiliche Abnahme des Kesselhauses vorzunehmen. Auf Grund der danach vom Kesselrevisor bescheinigten Abnahmeprüfung darf der Kessel ohne weiteres in Betrieb gesetzt werden. Die Bescheinigung ist der Genehmigungsurkunde anzuheften. Die in einem deutschen Bundesstaate erteilten Genehmigungen und Untersuchungszeugnisse werden in allen Bundesstaaten anerkannt. Kessel aus dem Auslande müssen in Deutschland der Druckprobe unterworfen und genehmigt werden.

Vor der Inbetriebsetzung eines beweglichen Kessels an einem neuen Orte ist der betreffenden Ortspolizeibehörde unter Angabe des Aufstellungsplatzes Anzeige zu machen.

C. Betrieb der Dampfkessel.

(Siehe Gesetz und Regulativ vom 3. Mai 1872, S. 143 ff.)

1. **Wartung des Kessels.** — Der Kesselbesitzer hat sich stets vor Augen zu halten, daß überall, wo Dampfspannung herrscht, durch diese und auch durch die Kesselfeuerung Gefahren entstehen können. Er wird deshalb dafür zu sorgen haben, daß alles Zubehör des Kessels sorgfältig im Stande gehalten wird, besonders aber die in den allgemeinen polizeilichen Bestimmungen und in der Genehmigung ausdrücklich bezeichneten Sicherheitsvorkehrungen. Das sind namentlich Wasserstandsanzeiger, Manometer, Sicherheitsventile und die Speisevorrichtungen.

Um diesen Verpflichtungen nachzukommen, wird der Kesselbesitzer

a) zunächst einen durchaus zuverlässigen, sachkundigen Wärter anzustellen haben, der dann für die Unterhaltung der Anlage mitverantwortlich ist. Die Anstellung jugendlicher Personen als Kesselwärter ist durch preußischen Ministerialerlaß verboten.

b) Der Kesselbesitzer oder sein Vertreter müssen sich von der sorgfältigen Wartung des Kessels und der guten Instandhaltung aller Teile und Vorrichtungen überzeugen. Die vom Kesselüberwachungsverein erlassenen Vorschriften für den Kesselwärter sind diesem stets

zugänglich zu halten. Die Buchform dieser Vorschriften ist der Plakatform deshalb vorzuziehen, weil Plakate mit langem Text und damit erforderlicher kleiner Schrift selten gelesen werden und schließlich nur als Wanddekoration dienen. Ein Plakat, welches in einem kurzen Satze fordert, daß die betreffenden Vorschriften sich stets im Besitze des Kesselwärters finden müssen, ist entschieden wirkungsvoller.

c) Die regelmäßigen inneren und äußeren Kesselreinigungen sind von besonderer Wichtigkeit. Bei diesen Gelegenheiten hat auch immer eine genaue Besichtigung des Kessels auf seine Beschaffenheit, wie Leckstellen, Rostflächen und sonstige Beschädigungen zu erfolgen. Besitzt der Wärter nicht das erforderliche Verständnis für diese Untersuchungen, so ist ihm sachkundige Hilfe zu geben. Bei irgendwelchen Zweifeln oder gefahrdrohenden Erscheinungen ist der Rat des Revisors einzuholen.

2. Amtliche Untersuchung des Kessels. — Die regelmäßigen Untersuchungen bestehen in der unangemeldeten äußeren Untersuchung, in der inneren Untersuchung und in der Wasserdruckprobe, welche in festgesetzten Zwischenzeiten ausgeführt werden müssen. Die beiden letzten Untersuchungen sind dem Kesselbesitzer mindestens 4 Wochen vorher anzuzeigen mit der Bekanntgabe der zu diesen Zwecken erforderlichen Vorbereitungen und mit der Berücksichtigung, daß der Betrieb so wenig wie möglich durch die Untersuchung beeinträchtigt wird. Bei allen wesentlichen Ausbesserungen des Kessels tut man gut, den Revisor hinzuzuziehen, um einmal ungeschickte Reparaturen zu vermeiden und dann auch, um bei der wieder notwendig werdenden Genehmigung keine Umständlichkeiten zu haben.

Das den Betrieb der Dampfkessel zum Gegenstand habende Gesetz vom 3. Mai 1872 und das Regulativ desselben lauten wie folgt:

**Preußisches Gesetz, betreffend den Betrieb der Dampfkessel.
Vom 3. Mai 1872¹⁾.**

§ 1. Die Besitzer von Dampfkesselanlagen oder die an ihrer Statt zur Leitung des Betriebes bestellten Vertreter, sowie die mit der Wartung 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 Betrieb 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 bereit zu stellen und die Kosten der Revision zu tragen.

Die näheren Bestimmungen über die Ausführung dieser Vorschrift hat der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten zu erlassen.

1) s. a. Hilliger, Die Bestimmungen über die Anlegung, Genehmigung und Untersuchung der Dampfkessel in Preußen. München und Berlin 1920.

§ 4. Alle mit diesem Gesetze nicht im Einklang stehenden Bestimmungen, insbesondere das Gesetz, den Betrieb der Dampfkessel betreffend, vom 7. Mai 1856, werden aufgehoben.

**Preussisches Regulativ, betreffend den Betrieb der Dampfkessel.
Vom 3. Mai 1872.**

1. Ein jeder im Betriebe befindliche Dampfkessel soll von Zeit zu Zeit einer technischen Untersuchung unterliegen.

Es bleibt vorbehalten, Ausnahmen hiervon nachzulassen, insoweit dies im Interesse der öffentlichen Sicherheit unbedenklich erscheint.

2. Die technische Untersuchung hat zum Zweck, den Zustand der Kesselanlage überhaupt, deren Übereinstimmung mit dem Inhalte der Genehmigungsurkunde und die bestimmungsmäßige Benutzung der bei Genehmigung der Anlage oder der allgemein vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen festzustellen.

3. Die Untersuchung erfolgt hinsichtlich der Dampfkessel auf Bergwerken ... durch die Bergrevierbeamten, im übrigen durch die von der zuständigen Staatsbehörde dazu berufenen Sachverständigen. Namen und Wohnort derselben wird, unter Bezeichnung des Bezirkes, auf welchen ihr Auftrag sich erstreckt, durch das Amtsblatt bekannt gemacht.

Bewegliche Dampfkessel gehören zu demjenigen Bezirke, in welchem ihr Besitzer oder dessen Vertreter wohnt.

4. Dampfkessel, deren Besitzer Vereinen angehören, welche eine regelmäßige und sorgfältige Überwachung der Kessel vornehmen lassen, können mit Genehmigung des Ministeriums für Handel usw. von der amtlichen Revision befreit werden.

Es bedarf einer öffentlichen Bekanntmachung durch das Amtsblatt, wenn einem Vereine eine solche Vergünstigung gewährt oder dieselbe wieder entzogen worden ist.

Ausnahmsweise kann auch einzelnen Dampfkesselbesitzern, welche für eine regelmäßige Überwachung ihrer Kessel entsprechende Einrichtungen getroffen haben, die gleiche Vergünstigung zuteil werden.

5. Die vorgedachten Vereine haben den Kgl. Regierungen (resp. Landdrosteien, Oberbergämtern, in Berlin dem Kgl. Polizeipräsidium) ein Verzeichnis der dem Verein angehörenden Kesselbesitzer unter Angabe der Anzahl der von demselben in dem Bezirke betriebenen Kessel, sowie eine Übersicht aller in dem Laufe des Jahres ausgeführten Untersuchungen, welche zugleich deren Art und Ergebnis ersehen läßt, am Jahresschluß einzureichen. Sie haben ferner von jeder Aufnahme eines Kessels in den Verband und von jedem Ausscheiden aus demselben dem zur amtlichen Untersuchung der Dampfkessel in dem betr. Bezirke berufenen Sachverständigen unverzüglich Nachricht zu geben.

Die veröffentlichten Jahresberichte sind regelmäßig dem Ministerium für Handel usw. vorzulegen.

Die Vorschriften im ersten Absatz finden auch auf einzelne von der amtlichen Aufsicht befreite Kesselbesitzer (4) Anwendung.

6. Die amtliche Untersuchung der Dampfkessel ist eine äußere und eine innere. Jene findet alle zwei Jahre, diese alle 6 Jahre statt und ist dann mit jener zu verbinden.

7. Die äußere Untersuchung besteht vornehmlich in der Prüfung der ganzen Betriebsweise des Kessels; eine Unterbrechung des Betriebes darf dabei nur verlangt werden, wenn Anzeichen gefahrbringender Mängel, deren Dasein und Umfang anders nicht festgestellt werden kann, sich ergeben haben.

Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten: auf die Vorrichtungen zum regelmäßigen Speisen der Kessel; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, den Normalwasserstand in dem Kessel zu allen Zeiten mit Sicherheit beurteilen zu können; auf die Vorrichtungen, welche gestatten, den etwaigen Niederschlag an den Kesselwandungen zu entdecken und den Kessel zu reinigen; auf die Vorrichtungen zum Erkennen der Spannung der Dämpfe im Kessel; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, den Dämpfen einen

freien Ausgang zu gestatten, wenn die Normalspannung überschritten wird; auf die Ausführung und den Zustand der Feuerungsanlage selbst, die Mittel zur Regelung und Absperrung des Zutritts der atmosphärischen Luft und zur tunlichst schnellen Beseitigung des Feuers.

Auch ist zu prüfen, ob der Kesselwärter die zur Sicherheit des Betriebes erforderlichen Vorrichtungen kennt und anzuwenden versteht.

8. Die innere Untersuchung erstreckt sich auf den Zustand der Kesselanlage überhaupt; sie umfaßt auch die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Kesselwände und des Zustandes des Kesselinnern. Sie ist stets mit einer Probe durch Wasserdruck nach § 11 der allgemeinen Bestimmungen für die Anlage von Dampfkesseln vom 29. Mai 1871 zu verbinden. Behufs ihrer Ausführung muß der Betrieb des Kessels eingestellt werden.

Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten: auf die Beschaffenheit der Kesselwandungen, Nieten und Anker im Äußeren, wie im Inneren des Kessels, sowie der Heiz- und Rauchrohre, der Verbindungsstutzen, wobei zu ermitteln ist, ob die Dauerhaftigkeit dieser Teile durch den Gebrauch gefährdet ist und die nach Art der Lokomotivfeurröhren eingesetzten Röhren nötigenfalls herauszuziehen sind; auf das Vorhandensein und die Natur des Kesselsteines; auf den Zustand der Wasserleitungsröhren und der Reinigungsöffnungen; auf den Zustand der Speise- und Dampfventile; auf den Zustand der Verbindungsröhren zwischen Kessel und Manometer resp. Wasserstandsanzeiger, sowie der übrigen Sicherheitsvorrichtungen; auf den Zustand des Rostes, der Feuerbrücke und der Feuerzüge außerhalb wie innerhalb des Kessels.

Die Ummauerung oder Ummantelung des letzteren muß, wenn die Untersuchung sich durch Befahrung der Züge oder auf andere einfache Weise nicht bewirken läßt, an einzelnen zu untersuchenden Stellen, oder wenn es sich als notwendig herausstellt, gänzlich beseitigt werden.

9. Werden bei einer Untersuchung erhebliche Unregelmäßigkeiten in dem Betriebe ermittelt, so kann nach Ermessen des Beamten in dem folgenden Jahre die äußere Untersuchung wiederholt werden.

Hat eine Untersuchung Mängel ergeben, welche Gefahr herbeiführen, und wird diesen nicht sofort abgeholfen, so muß nach Ablauf der zur Herstellung des vorschriftsmäßigen Zustandes erforderlichen Frist die Untersuchung von neuem vorgenommen werden.

Befindet sich der Kessel bei der Untersuchung in einem Zustande, welcher eine unmittelbare Gefahr einschließt, so ist die Fortsetzung des Betriebes bis zur Beseitigung der Gefahr zu untersagen. Vor der Wiederaufnahme des Betriebes ist in diesem Falle die ganze Untersuchung zu wiederholen und der vorschriftsmäßige Zustand der Anlage festzustellen.

10. Die äußere Untersuchung erfolgt ohne vorherige Benachrichtigung des Kesselbesitzers.

Von der bevorstehenden inneren Untersuchung des Kessels ist der Besitzer mindestens vier Wochen vorher zu unterrichten; über die Wahl des Zeitpunktes für diese Untersuchung soll der Sachverständige sich mit dem Besitzer zu verständigen suchen, um den Betrieb der Anlage so wenig wie möglich zu beeinträchtigen.

Bewegliche Dampfkessel sind von den Besitzern oder deren Vertretern im Laufe des Revisionsjahres nach ergangener Aufforderung an einem beliebigen Orte innerhalb des Revisionsbezirkes für die Untersuchung bereitzustellen.

Durch die Untersuchung der Dampfschiffskessel dürfen die Fahrten der Schiffe nicht gestört werden usw.

Falls ein Kesselbesitzer den Anforderungen des zur Untersuchung berufenen Beamten, den Kessel für die Untersuchung bereitzustellen, nicht entspricht, so ist auf Antrag des Beamten der Betrieb des Kessels bis auf weiteres polizeilich stillzulegen.

Die zur Ausführung der Untersuchung erforderliche Arbeitshilfe hat der Besitzer des Kessels den Beamten auf Verlangen unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

11. Für jeden Kessel hat der Besitzer ein Revisionsbuch zu halten, welches bei dem Kessel aufzubewahren ist. Dem Buche ist die nach Maßgabe der Nr. 6 der Anweisung zur Ausführung der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 oder der früheren entsprechenden Bestimmungen erteilte Abnahmebescheinigung anzuhängen.

Der Befund der Untersuchung wird in dieses Revisionsbuch eingetragen. Abschrift des Vermerkes sendet der Sachverständige der Polizeibehörde des Ortes, an welchem der Kessel sich befindet. Diese hat für die Abstellung der festgesetzten Mängel und Unregelmäßigkeiten Sorge zu tragen.

12. Der Sachverständige überreicht am Jahresschluß der Kgl. Regierung (Landdrostei) des Bezirkes, in Berlin dem Kgl. Polizeipräsidium eine Nachweisung der von ihm im Laufe des Jahres untersuchten Dampfkessel, welche den Namen des Ortes, an welchem der Kessel sich befindet, den Namen des Kesselbesitzers, die Bestimmung des Kessels, den Tag der Revision und in kurzen Worten den Befund derselben ersehen läßt.

13. Für die äußere Untersuchung eines jeden Dampfkessels ist eine Gebühr von 5 Talern zu entrichten. Gehören mehrere Dampfkessel zu einer gewerblichen Anlage, so ist nur für die Untersuchung des ersten Kessels der volle Satz, für die jedes folgenden aber nur die Hälfte zu entrichten, wenn die Untersuchung innerhalb desselben Jahres erfolgt. Letzteres hat zu geschehen, sofern erhebliche Anstände nicht obwalten. Ist die Untersuchung zugleich eine innere, so beträgt die Gebühr in allen Fällen 10 Taler für jeden Kessel.

14. Bei denjenigen außerordentlichen Untersuchungen (9), welche außerhalb des Wohnortes des Sachverständigen erfolgen, hat dieser auch auf die bestimmungsmäßigen Tagegelder und Reisekosten Anspruch.

Gebühren und Kosten (13, 14) werden bei der Polizeibehörde des Ortes, wo die Untersuchung erfolgt ist, liquidiert, durch diese festgesetzt und von dem Kesselbesitzer eingezogen.

Berlin, den 24. Juni 1872.

Bekanntmachung, betreffend allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln.

Vom 5. August 1890.

1. Bau der Dampfkessel.

Kesselwandungen.

§ 1. Die vom Feuer berührten Wandungen der Dampfkessel, der Feuerrohren und der Siederöhren dürfen nicht aus Gußeisen hergestellt werden, sofern deren lichte Weite bei zylindrischer Gestalt 25 cm, bei Kugelgestalt 30 cm übersteigt.

Die Verwendung von Messingblech ist nur für Feuerrohren, deren lichte Weite 10 cm nicht übersteigt, gestattet.

Feuerzüge.

§ 2. Die um oder durch einen Dampfkessel gehenden Feuerzüge müssen an ihrer höchsten Stelle in einem Abstand von mindestens 10 cm unter dem festgesetzten niedrigsten Wasserspiegel des Kessels liegen.

Diese Bestimmungen finden keine Anwendung auf Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10 cm Weite 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 dem Feuer vor Erreichung der vom Dampf bespülten Kesselfläche bestrichen wird, bei natürlichem Luftzug mindestens zwanzigmal, bei künstlichem Luftzug mindestens vierzigmal so groß ist, als die Fläche des Feuerrostes.

2. Ausrüstung der Dampfkessel.

Speisung.

§ 3. An jedem Dampfkessel muß ein Speiseventil angebracht sein, welches bei Abstellung der Speisevorrichtung durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird.

§ 4. Jeder Dampfkessel muß mit zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein, welche nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind, und von denen jede für sich imstande ist, dem Kessel die zur Speisung erforderliche Wassermenge zuzuführen. Mehrere zu einem Betriebe vereinigte Dampfkessel werden hierbei als ein Kessel angesehen.

Wasserstandsanzeiger.

§ 5. Jeder Dampfkessel muß mit einem Wasserstandsglase und mit einer zweiten geeigneten Vorrichtung zur Erkennung seines Wasserstandes versehen sein. Jede dieser Vorrichtungen muß eine gesonderte Verbindung mit dem Innern des Kessels haben, es sei denn, daß die gemeinschaftliche Verbindung durch ein Rohr von mindestens 60 qem lichtem Querschnitt hergestellt ist.

§ 6. Werden Probierhähne zur Anwendung gebracht, so ist der unterste derselben in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes anzubringen. Alle Probierhähne müssen so eingerichtet sein, daß man behufs Entfernung von Kesselstein in gerader Richtung hindurchstoßen kann.

Wasserstandsmarke.

§ 7. Der für den Dampfkessel festgesetzte niedrigste Wasserstand ist an dem Wasserstandsglase, sowie an der Kesselwand oder dem Kesselmauerwerk durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen.

.....

Sicherheitsventil.

§ 8. Jeder Dampfkessel muß mit wenigstens einem zuverlässigen Sicherheitsventil versehen sein.

Wenn mehrere Kessel einen gemeinsamen Dampfsammler haben, von welchem sie nicht einzeln abgesperrt werden können, so genügen für dieselben zwei Sicherheitsventile.

.....

Die Sicherheitsventile müssen jederzeit gelüftet werden können. Sie sind höchstens so zu belasten, daß sie beim Eintritt der für den Kessel festgesetzten Dampfspannung den Dampf entweichen lassen.

Manometer.

§ 9. Auf jedem Dampfkessel muß ein zuverlässiges Manometer angebracht sein, an welchem die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen ist.

.....

Fabrikschild.

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

Diese Angaben sind auf einem metallenen Schilde (Fabrikschild) anzubringen, welches mit Kupfernieten so am Kessel befestigt ist, daß es auch nach der Ummantelung oder Einmauerung des letzteren sichtbar bleibt.

3. Prüfung der Dampfkessel.

Druckprobe.

§ 11. Jeder neu aufzustellende Dampfkessel muß nach seiner letzten Zusammensetzung vor der Einmauerung oder Ummantelung unter Verschuß sämtlicher Öffnungen mit Wasserdruck geprüft werden.

Die Prüfung erfolgt bei Dampfkesseln, welche für eine Dampfspannung von nicht mehr als 5 Atm. Überdruck bestimmt sind, mit dem zweifachen Betrage des beabsichtigten Überdrucks, bei allen übrigen Dampfkesseln mit einem Druck, welcher den beabsichtigten Überdruck um 5 Atm. übersteigt. Unter Atmosphärendruck wird ein Druck von 1 kg auf 1 qcm verstanden.

Die Kesselwandungen müssen dem Probedruck widerstehen, ohne eine bleibende Veränderung ihrer Form zu zeigen und ohne undicht zu werden. Sie sind für undicht zu erachten, wenn das Wasser bei dem höchsten Druck in anderer Form als der von Nebel oder feinen Perlen durch die Fugen dringt.

Nachdem die Prüfung mit befriedigendem Erfolge stattgefunden hat, sind von dem Beamten oder staatlich ermächtigten Sachverständigen, welcher dieselbe vorgenommen hat, die Niete, mit welchem das Fabrikschild am Kessel befestigt ist (§ 10), mit einem Stempel zu versehen. Dieser ist in der über die Prüfung aufzunehmenden Verhandlung (Prüfungszeugnis) zum Abdruck zu bringen.

§ 12. Wenn Dampfkessel eine Ausbesserung in der Kesselfabrik erfahren haben, oder wenn sie behufs einer Ausbesserung an der Betriebsstätte ganz bloßgelegt worden sind, so müssen sie in gleicher Weise, wie neu aufzustellende Kessel, der Prüfung mittels Wasserdrucks unterworfen werden.

Wenn bei Kesseln mit innerem Feuerrohr ein solches Rohr und bei den nach Art der Lokomotivkessel gebauten Kesseln die Feuerbüchse behufs Ausbesserung oder Erneuerung herausgenommen, oder wenn bei zylindrischen und Siedekesseln eine oder mehrere Platten neu eingezogen werden, so ist nach der Ausbesserung oder Erneuerung ebenfalls die Prüfung mittels Wasserdrucks vorzunehmen. Der völligen Bloßlegung des Kessels bedarf es hier nicht.

Prüfungsmanometer.

§ 13. Der bei der Prüfung ausgeübte Druck darf nur durch ein genügend hohes offenes Quecksilbermanometer oder durch das von dem prüfenden Beamten geführte amtliche Manometer festgestellt werden.

An jedem Dampfkessel muß sich eine Einrichtung befinden, welche dem prüfenden Beamten die Anbringung des amtlichen Manometers gestattet.

4. Aufstellung der Dampfkessel.

Aufstellungsort.

§ 14. Dampfkessel, welche für mehr als 6 Atm. Überdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären-Überdruck mehr als 30 beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind.

An jedem Dampfkessel, welcher unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, aufgestellt wird, muß die Feuerung so eingerichtet sein, daß die Einwirkung des Feuers auf den Kessel sofort gehemmt werden kann.

Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10 cm Weite bestehen, und solche, welche unterirdisch in Bergwerken oder in Schiffen aufgestellt werden, unterliegen diesen Bestimmungen nicht.

Kesselmauerung.

§ 15. Zwischen dem Mauerwerk, welches den Feuerraum und die Feuerzüge feststehender Dampfkessel einschließt, und den dasselbe umgebenden Wänden muß ein Zwischenraum von mindestens 8 cm verbleiben, welcher oben abgedeckt und an den Enden verschlossen werden darf.

5. Bewegliche Dampfkessel (Lokomobilen).

§ 16. Bei jedem Dampftwickler, welcher als beweglicher Dampfkessel (Lokomobile) zum Betriebe an wechselnden Betriebsstätten benutzt werden soll, müssen sich befinden:

1. Eine Ausfertigung der Urkunde über seine Genehmigung, welche die Angaben des Fabrikschildes (§ 10) enthält und mit einer Beschreibung und maßstäblichen Zeichnung, dem Prüfungszeugnis (§ 11 Abs. 4), der im § 24 Abs. 3 der Gewerbeordnung vorgeschriebenen Bescheinigung und dem Vermerk über die zulässige Belastung der Sicherheitsventile verbunden ist.
2. Ein Revisionsbuch, welches die Angaben des Fabrikschildes (§ 10) enthält. Die Bescheinigung über die Vornahme der in § 12 vorgeschriebenen Prüfungen und der periodischen Untersuchungen muß in das Revisionsbuch eingetragen oder demselben beigelegt sein.

Die Genehmigungsurkunde und das Revisionsbuch sind an der Betriebsstätte des Kessels aufzubewahren und jedem zur Ansicht zuständigen Beamten oder Sachverständigen auf Verlangen vorzulegen.

§ 17. Als bewegliche Dampfkessel dürfen nur solche Dampftwickler betrieben werden, zu deren Aufstellung und Inbetriebnahme die Herstellung von Mauerwerk, welches den Kessel umgibt, nicht erforderlich ist.

§ 18. Die Bestimmungen der §§ 16 und 17 treten außer Anwendung, wenn ein beweglicher Dampfkessel an einem Betriebe zu dauernder Benutzung aufgestellt wird.

Der 6. Abschnitt handelt von den uns nicht interessierenden Dampfschiffskesseln.

7. Allgemeine Bestimmungen.

§ 20. Wenn Dampfkesselanlagen, die sich zurzeit bereits im Betriebe befinden, den vorstehenden Bestimmungen aber nicht entsprechen, eine Veränderung der Betriebsstätte erfahren sollen, so kann bei deren Genehmigung eine Abänderung in dem Bau der Kessel nach Maßgabe der §§ 1 und 2 nicht gefordert werden. Im übrigen finden die vorstehenden Bestimmungen auch für solche Fälle Anwendung, jedoch mit der Maßgabe, daß für Lokomobilen und Schiffskessel den Vorschriften in den §§ 10, 11 und 16 bis zum 1. Januar 1892 zu entsprechen ist.

§ 21. Die Zentralbehörden der einzelnen Bundesstaaten sind befugt, in einzelnen Fällen von der Beobachtung der vorstehenden Bestimmungen zu entbinden.

§ 22. Die vorstehenden Bestimmungen finden keine Anwendung:

1. auf Kochgefäße, in welchen mittels Dampfes, der einem anderweitigen Dampftwickler entnommen ist, gekocht wird;
2. auf Dampfüberhitzer oder Behälter, in welchen Dampf, der einem anderweitigen Dampftwickler entnommen ist, durch Einwirkung von Feuer besonders erhitzt wird;
3. auf Kochkessel, in welchen Dampf aus Wasser durch Einwirkung von Feuer erzeugt wird, wofern dieselben mit der Atmosphäre durch ein unverschließbares, in den Wasserraum hinabreichendes Standrohr von nicht über 5 m Höhe und mindestens 8 cm Weite oder durch eine andere von der Zentralbehörde des Bundesstaates genehmigte Sicherheitsvorrichtung verbunden sind.

§ 23. In bezug auf die Kessel in Eisenbahnlokomotiven bleiben die Bestimmungen des Bahnpolizeireglements für die Eisenbahnen Deutschlands in der Fassung vom 30. November 1885 und der Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung vom 12. Juni 1878 in Geltung.

§ 24. Die Bekanntmachung, betreffend allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln, vom 29. Mai 1871 und die diese Bekanntmachung abändernden Bekanntmachungen vom 18. Juli 1883 und vom 27. Juli 1889 werden aufgehoben.

Berlin, den 5. August 1890.

Der Reichskanzler.

In Vertretung: von Bötticher.

Bestimmungen über die Genehmigung, Prüfung und Revision der Dampfkessel.

(Nach einer Vereinbarung der Verbündeten Regierungen des Reichs in der Bundesratssitzung vom 3. Juli 1890.)

1. Dampfkessel im allgemeinen.

1. Dampfkessel aus dem Auslande müssen der Druckprobe nach den Vorschriften im § 11 der allg. poliz. Bestimmungen vom 5. August 1890 im Inlande unterworfen werden.

Dampfkessel, welche in einem Bundesstaate am Verfertigungsort von einem hiermit beauftragten Beamten oder staatlich ermächtigten Sachverständigen nach §§ 11 und 13 der allg. poliz. Bestimmungen vom 5. August 1890 oder nach Vornahme einer Ausbesserung in Gemäßheit des § 12 geprüft und den Vorschriften unter § 11 Abs. 4 entsprechend abgestempelt worden sind, unterliegen, sobald sie im Ganzen nach ihrem Aufstellungsorte transportiert werden, auch wenn dieser in einem anderen Bundesstaate gelegen ist, einer weiteren Wasserdruckprobe vor ihrer Einmauerung bzw. vor ihrer Wiederinbetriebsetzung nur dann, wenn sie durch den Transport oder aus anderer Veranlassung Beschädigungen erlitten haben, welche die Wiederholung der Probe geboten erscheinen lassen.

2. Bewegliche Kessel.

(Lokomobilen, §§ 16 ff. der allg. poliz. Bestimmungen vom 5. August 1890.)

2. Bewegliche Kessel, deren Inbetriebnahme in einem Bundesstaate auf Grund des § 24 der Gewerbeordnung und der allg. poliz. Bestimmungen genehmigt worden ist, können in allen andern Bundesstaaten ohne nochmalige vorgängige Genehmigung in Betrieb gesetzt werden, sofern seit ihrer letzten Untersuchung nicht mehr als ein Jahr verflossen ist.

Hinsichtlich der örtlichen Aufstellung und des Betriebes kommen die polizeilichen Vorschriften desjenigen Bundesstaates zur Anwendung, in welchem der Kessel benutzt wird.

3. Die Genehmigung kann für mehrere bewegliche Kessel von übereinstimmender Bauart, Ausrüstung und Größe, welche in einer Fabrik im Laufe eines Kalenderjahres hergestellt werden, gemeinsam im voraus beantragt und durch eine Urkunde erteilt werden.

Für jeden auf Grund dieser Genehmigungsurkunde hergestellten beweglichen Kessel ist eine mit der Fabriknummer zu versehenende beglaubigte Abschrift der Genehmigungsurkunde und ihrer Zubehörungen anzufertigen. Dieselbe gilt als Genehmigungsurkunde für den Kessel, dessen Fabriknummer sie trägt.

Die Beglaubigung der Abschrift kann durch den Beamten oder staatlich ermächtigten Sachverständigen, welcher die im § 11 der allg. poliz. Bestimmungen vorgesehene Untersuchung vornimmt, geschehen.

4. Bevor ein beweglicher Kessel in dem Bezirke einer Ortspolizeibehörde in Betrieb genommen wird, ist der letzteren von dem Betriebsunternehmer oder dessen Stellvertreter unter Angabe der Stelle, an welcher der Betrieb stattfinden soll, Anzeige zu erstatten.

5. Jeder bewegliche Kessel ist mindestens alljährlich einer äußeren Revision, und alle drei Jahre einer inneren Revision oder Wasserdruckprobe zu unterwerfen. Die innere Revision kann der Revisor nach seinem Ermessen durch eine Wasserdruckprobe ergänzen. Die äußere Revision kommt jedoch in demjenigen Jahre in Fortfall, in welchem eine innere Revision oder Wasserdruckprobe vorgenommen wird.

Die Wasserdruckprobe erfolgt bei Kesseln, welche für eine Dampfspannung von nicht mehr als 10 Atm. Überdruck bestimmt sind, mit dem anderthalbfachen Betrage des genehmigten Überdruckes, bei allen übrigen Kesseln mit einem Drucke, welcher den genehmigten Überdruck um 5 Atm. übersteigt. Bei der Probe ist, soweit dies von dem Revisor verlangt wird, die Ummantelung des Kessels zu beseitigen.

6. Der Betriebsunternehmer oder dessen Vertreter hat dem zuständigen Revisor zu der Zeit, zu welcher die innere Revision oder Wasserdruckprobe auszuführen ist, davon Anzeige zu erstatten, wann und wo der Kessel bereit steht.

7. Die nach Maßgabe des § 24 Abs. 3 der Gew.-Ord. von einem hierzu ermächtigten Beamten oder Sachverständigen eines Bundesstaates ausgestellten Bescheinigungen, die Bescheinigungen über die in Gemäßheit des § 12 der allg. poliz. Bestimmungen vom 5. August 1890 vorgenommenen Wasserdruckproben und die Bescheinigung über die Vornahme periodischer Untersuchungen werden in allen andern Bundesstaaten anerkannt.

Der Teil 3 handelt von Dampfschiffskesseln.

Vgl. ganz allgemein Ingenieurtaschenbuch „Hütte“; Fr. Freytag, Hilfsbuch für den Maschinenbau und Einzelartikel von F. Barth, H. Rabe u. a. in F. Ullmanns Encyclopädie der Technischen Chemie, Bd. III (1916).

Kraftmaschinen.

Dampfmaschinen.

In den Dampfmaschinen wird die dem gespannten Dampfe inwohnende Kraft in Arbeit und Bewegung übergeführt. Bei allen Arten von Dampfmaschinen wird, seien sie nun stationär oder transportabel, liegend oder stehend, die Kraftentfaltung nach dem Dampfverbrauch bemessen und als relative Arbeitsleistung zum Ausdruck gebracht. Außer dieser gilt die meist in Pferdestärken angegebene absolute Arbeitsleistung als der Maßstab ihrer Größe. Der Dampfverbrauch bei kleinen Dampfmaschinen ist relativ beträchtlicher, als bei großen.

Die Konstruktion der Zylinderdampfmaschine wird in ihren Hauptzügen als bekannt vorausgesetzt. In dem Nachfolgenden sollen deshalb nur die Punkte erörtert werden, deren Kenntnis zur richtigen Bewertung und Kontrollierung der Leistung, der Betriebskosten und der Führung der Dampfmaschine nötig ist. Auf die zahlreichen Sonderausbildungen der verschiedenen Systeme einzugehen, wird nicht beabsichtigt.

Vgl. dazu Ihering, Maschinenkunde für Chemiker, Leipzig 1906 und F. Barth, Dampfkraftmaschinen, in F. Ullmanns Encyclopädie der Technischen Chemie, Bd. III (1916). Sehr wichtig ist in den letzten Jahren das Verfahren der Zwischendampfentnahme geworden.

Teile der Dampfmaschine. An jeder Dampfmaschine ist zu unterscheiden: 1. als wichtigster Teil der Zylinder mit dem Steuerungsmechanismus; dieser letztere besorgt durch rechtzeitiges Öffnen und Schließen der Kanäle mittels der sogenannten Dampfabschlußorgane: Schieber, Hähne, Ventile, welche als Sperrmittel ihre besonderen Vorzüge und Nachteile haben, die richtige Zu- und Ableitung nach und aus dem Zylinder zur regelmäßigen Hin- und Herschiebung des Kolbens in diesem; 2. die zwangläufige Verbindung des Kolbens mit der Kurbel und der Schwungradwelle durch die Kolbenstange, den Kreuzkopf und die Pleuelstange zur Übertragung der geradlinigen Bewegung des Kolbens in die drehende des Schwungrades und zur gleichzeitigen Regulierung der Unregelmäßigkeiten der Umdrehungsgeschwindigkeit; 3. der von der Umdrehung beeinflusste Regulator zur selbsttätigen Erhaltung einer gleichmäßigen Geschwindigkeit des Schwungrades durch automatische Änderung der Dampffüllung bei wechselnder Belastung.

Man unterscheidet verschiedene

Arten von Dampfmaschinen. Nach der horizontalen und vertikalen Stellung des Zylinders teilt man sie ein in liegende und stehende Dampfmaschinen. Zu letzteren zählt man auch die kleineren, leicht an Gebäudemauern anzubringenden Wanddampfmaschinen. Sind mehrere gleichwirkende Zylinder vorhanden, deren jeder seinen Dampf direkt vom Kessel erhält, so nennt man sie *Zwillings-* und *Drillings-*maschinen. Geht der Dampf aber nacheinander durch mehrere Zylinder zwecks stufenweiser Expansion, so heißen sie *Zweifach-* oder *Dreifach-Expansionsmaschinen*, zu welchen auch die *Woolfschen* und *Verbund-* oder *Compoundmaschinen* gehören. Im Gegensatz zu den Expansionsmaschinen, bei denen die Zufuhr des Kesseldampfes vom Zylinder vorzeitig abgeschnitten wird und der Kolben sich durch Expansion vorwärts bewegt, wird bei den wenig verwendeten *Volldruckmaschinen* der Kolben bis an das Ende seines Hubes von dem zuströmenden Kesseldampf vorwärts getrieben. Je nachdem der Dampf durch Kühlung kondensiert wird oder nicht, heißen die Maschinen *Kondensations-* oder *Auspuffmaschinen*. Je nach dem Prinzip der Steuerung existieren *Schieber-, Ventil-, Hahnsteuerungen*, bzw. *-Maschinen*.

Abweichend von dieser auf ihrer inneren Konstruktion beruhenden Einteilung unterscheidet man bei den Dampfmaschinen nach v. Reiche auch solche für den Antrieb beliebiger Arbeitsmaschinen durch Vermittelung einer Kraftleitung: *Transmissionsdampfmaschinen*, und zweitens solche zum direkten Antrieb bestimmter Arbeitsmaschinen, mit denen sie unmittelbar verbunden sind und für welche sie ihre ganze Kraft verbrauchen: *Werkzeugmaschinen*.

Eine dritte Einteilung ist endlich die in stationäre Dampfmaschinen und Lokomobilen. Erstere ruhen auf festem, gemauertem Fundament und sind nur durch das Dampfrohr mit dem fest eingemauerten Kessel verbunden. Die Lokomobilen sind Motore, bei denen Dampfkessel und Maschine ein Ganzes bilden und konstruktiv voneinander abhängen. Diese Vereinigung hat den Vorzug bequemer

Ortsveränderung, schließt eine wesentliche Brennersparnis in sich und erfordert viel weniger Raum zur Aufstellung. Die Lokomobilen haben ihren Namen daher, daß sie früher stets fahrbar auf einem Rädergestell montiert waren. Heutzutage konstruiert man auch stationäre Lokomobilen, bei denen eben nur die organische Verbindung von Kessel und Maschine das charakteristische Unterscheidungsmerkmal bildet.

Welcher Dampfmaschinentyp sich nun besonders als Kraftquelle für den chemischen Fabrikbetrieb eignet, kann begreiflicherwise mit Rücksicht auf dessen Vielseitigkeit nicht ohne weiteres gesagt werden. In jedem Falle ist es wünschenswert, daß die Maschine solid gebaut ist und daß sie keinen zu komplizierten Mechanismus hat, der allerlei Reparaturen unterworfen ist. Außerdem wird ihr eine ziemlich wechselnde Beanspruchung zugemutet werden müssen. Abgesehen von ganz bestimmten Sonderzwecken wird sie somit der Gruppe der stationären Transmissionsdampfmaschinen mit Expansion angehören.

Expansion als die beste Ausnutzung des Dampfes wird unter allen Umständen zu wählen sein. Dann ist die Verwertung des Maschinenabdampfes zur Heizung, zur Anwärmung des Kesselspeisewassers usw. meist ökonomischer als der Wirkungsgrad der Kondensation. Bei Kraftbedarf von unter 2 PS. sind Gasmotore oder Elektromotore vorzuziehen. Für nicht ständige Betriebe ist eine billigere Maschine geeigneter, weil sich die bessere Dampfausnutzung einer teureren Maschine im Verhältnis zur Arbeitszeit weniger bezahlt machen würde.

Leistung und Dampfverbrauch einer Dampfmaschine. Für die annähernde Berechnung der Leistung einer Volldruckdampfmaschine sei folgendes Beispiel angeführt:

Bei einem Zylinderdurchmesser von 20 cm und einem Kolbenhub, d. h. einer Entfernung der Umkehrpunkte des Kolbens im Zylinder von 50 cm, trete der Dampf mit einem Überdruck von 5 Atm. in den Zylinder und das Schwungrad mache 120 Umdrehungen, mithin der Kolben 120 Doppelhube in der Minute. Der Druck von 5 Atm. beträgt auf 1 qcm 5 kg, also demnach für die Kolbenfläche $5\pi r^2 = 5 \cdot 3,14 \cdot 10^2 = 1570$ kg. Nun ist die Arbeit, die der Dampf beim Vorwärtsschieben des Kolbens um 50 cm, d. h. bei jedem einfachen Hub, leistet: $1570 \cdot 0,5$ mkg und bei jedem Doppelhube 1570 mkg. In der Minute macht die Welle 120 Umdrehungen, in der Sekunde also 2 Umdrehungen = 2 Doppelhube. Folglich ist die Leistung der Maschine $2 \cdot 1570 = 3140$ sek./kg/m oder, da 75 sek./kg/m eine Pferdekraft sind, $\frac{3140}{75} = \sim 42$ PS.

Für die Berechnung der theoretischen Leistungen einer einzylindrischen Dampfmaschine (die gebremste Pferdekraft ist um etwa 20 % niedriger) kann demnach die Formel aufgestellt werden:

$$n = \frac{Q(d - g)M}{60 \cdot 75},$$

worin Q den Querschnitt des Dampfzylinders in Quadratcentimeter, d die mittlere Dampfspannung, g den Gegendruck pro 1 qcm und M die Kolbengeschwindigkeit in Meter je 1 Minute bedeutet.

Die 42 PS. unseres Beispiels heißen indizierte Stärke der Maschine. Von dieser gehen annähernd $\frac{1}{5}$ durch Reibung in der Maschine verloren, so daß gegen 33 PS. der Welle entnommen werden können, welche man die effektive Stärke oder Nutzleistung der Maschine nennt.

$$\frac{\text{Indizierte Leistung}}{\text{Nutzleistung}} = \text{Widerstandsquotient.}$$

Daraus geht auch hervor, daß eine Dampfmaschine im Verhältnis um so billiger arbeitet, je voller sie belastet ist, weil der immer gleichbleibende innere Kraftverbrauch dann relativ geringer wird.

Zur Berechnung des Dampf- und Wärmeverbrauchs der 33pferdigen Maschine ist das Gewicht des Dampfes einer Zylinderfüllung sowie der entsprechende Wärmehalt zu ermitteln und mit der geleisteten mechanischen Arbeit zu vergleichen.

Der für einen Kolbenhub, also auch für eine Zylinderfüllung, benötigte Raum ist nach Obigem $\pi r^2 l = 3,14 \cdot 1^2 \cdot 5 = 15,7$ l; das spez. Gewicht von Dampf mit 6 Atm. Spannung ist 0,00326, demnach ist das Gewicht des Dampfes für einen Kolbenhub 0,0512 kg. Da die 33pferdige Maschine in der Minute 240 und in der Stunde demnach 14400 Hube macht, so wird sie pro Stunde und Pferdekraft verbrauchen

$$\frac{14400 \cdot 0,0512}{33} = 22,3 \text{ kg Dampf.}$$

Zur Bildung der 0,0512 kg Dampf sind nach der Formel auf S. 106 $0,0512 (606,5 + 0,305 \cdot 158) = 33,6$ WE. verbraucht worden und die Arbeit des Kolbenhubes ist $= 1570 \cdot 0,5 = 785$ kg/m, demnach leisten 33,6 WE. 785 kg/m oder 1 WE. ist gleich 23,4 kg/m. Nun entspricht aber tatsächlich 1 WE. $= 424$ kg/m, mithin leistet die Maschine nur 5,53% der theoretischen Arbeit.

Davon ist noch der aus mehreren Ursachen entstehende Dampfverlust in Abrechnung zu bringen. Als Hauptursachen des Dampfverlustes gelten 1. der durchschnittlich $\frac{1}{20}$ der Zylinderfüllung betragende schädliche Raum; 2. die Kondensation des Dampfes an den Zylinderwänden. Es ergibt sich die Notwendigkeit, den Zylinder entweder mit einem Dampfmantel oder mit einem anderen Wärmeschutzmittel zu umgeben. Die Undichtigkeiten des Kolbens und der Steuerung können durch sorgfältige Ausführung fast auf 0 reduziert werden.

Wenn schließlich noch berücksichtigt wird, daß durchschnittlich nur $\frac{3}{4}$ des Brennmaterials nutzbar gemacht wird, so verringert sich die Leistung noch um einige Bruchteile von Prozenten.

Die obigen durchgeführten Berechnungen gelten für Auspuffmaschinen ohne Kondensation und Expansion.

Kondensationsdampfmaschinen. Durch Kondensation des aus der Maschine austretenden Dampfes wird vor dem Kolben ein Vakuum

entstehen und der sonst durch den Gegendruck des atmosphärischen Luft verlorene Dampf nutzbar gemacht. Im obigen Beispiel würde diese Erhöhung der Arbeitsleistung $\frac{1}{6}$ betragen, vermindert um die Arbeit, welche für die Wasserpumpe nötig ist. Da also durch Kondensation die Leistung immer um etwa 1 Atm. erhöht wird, so fällt sie bei hohen Spannungen weniger ins Gewicht als bei niedrigen. Kondensation bedeutet mithin an und für sich eine Ersparnis. Ob eine solche in der Praxis auch eintreten wird, kann nur das Rechenexempel lehren, welches auch die Pumpenanlage und Amortisierung, ferner die Beschaffung des nötigen Kühlwassers zu berücksichtigen hat.

Expansionsdampfmaschinen. In der Expansionskraft des Dampfes von 6 Atm. liegt ebenfalls noch eine nutzbar zu machende Ersparnis. Zum bequemen Verständnis der Expansionswirkung und -größe diene das Diagramm der Fig. 69, welches eine vierfache Expansion darstellt. Die Abmessungen und Größen seien diejenigen des bisherigen Beispiels. *A* stelle den Zylinder und *B* dessen dreifache, vollkommen luftleer gedachte Verlängerung dar. Der Kolben wird von einem Druck von $6 \cdot 314 = 1884$ kg von 0 nach 1 geschoben. Dieser Volldruck sei

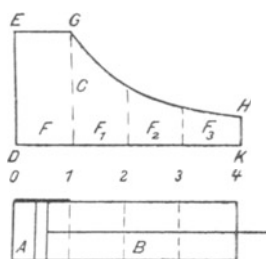


Fig. 69.

Wird nun die Dampfzufuhr abgestellt, so daß der in *A* vorhandene Dampf die seiner Tension entsprechende Druckkraft besitzt, so kann damit noch ein bestimmtes Quantum Arbeit geleistet werden. Der Kolben wird in die Verlängerung des Zylinders hineingedrückt, und zwar ist, wenn er bei 2 angekommen ist, der Druck gemäß dem Mariotteschen Gesetz nur noch halb so groß $= \frac{C}{2}$, in 3 wird er nur noch $\frac{C}{3}$, in 4 $\frac{C}{4}$ usw. sein. Die Fläche *F* stellt somit die Volldruckarbeit und die Summe der Flächen *F*₁, *F*₂, *F*₃ die Expansionsarbeit ΣF der Maschine dar.

Das Größenverhältnis beider Arten von Arbeit $\frac{F}{\Sigma F}$ ist daraus zu berechnen und stellt sich — bei vollkommener Kondensation — in Zahlen ausgedrückt folgendermaßen dar:

Expansion	Füllung	Füllungsgrad	$\frac{F}{\Sigma F}$
1 fach	oder $\frac{1}{1}$ ¹⁾ oder 1	1	= 1:0
2 „	„ $\frac{1}{2}$ „	0,5	= 1:0,693
3 „	„ $\frac{1}{3}$ „	0,33	= 1:1,099
4 „	„ $\frac{1}{4}$ „	0,25	= 1:1,386
5 „	„ $\frac{1}{5}$ „	0,20	= 1:1,609

1) D. h. der Dampfeintritt hört auf, nachdem der Kolben $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ usw. seines Weges zurückgelegt hat.

Expansion	Füllung	Füllungsgrad	$\frac{R}{\sum R}$
6 fach	oder $\frac{1}{6}$	oder	0,166 = 1:1,792
7 „	„ $\frac{1}{7}$	„	0,143 = 1:1,946
8 „	„ $\frac{1}{8}$	„	0,125 = 1:2,079
9 „	„ $\frac{1}{9}$	„	0,111 = 1:2,197
10 „	„ $\frac{1}{10}$	„	0,100 = 1:2,303

Die ganze vom Dampfe geleistete Arbeit bei vierfacher Expansion und Kondensation wäre also $1 + 1,386 = 2,386$ mal so groß wie die Arbeit, die ein gleiches Dampfquantum in einer Volldruckmaschine mit Kondensation leisten würde.

Betrachten wir die Maschine des obigen Beispiels unter der Voraussetzung, daß sie mit vierfacher Expansion und Kondensation arbeite, so wird zuerst durch die Kondensation bei angenommenem absoluten Vakuum der Dampf mit 1 Atm. mehr, also mit 6 Atm. Überdruck zur Wirkung gelangen. Die Dampfmenge dagegen ist nur ein Viertel der für das erste Beispiel angenommenen.

Es ist also der Druck auf die Kolbenfläche:

$$6 \pi r^2 = 6 \cdot 3,14 \cdot 10^2 = 1884 \text{ kg.}$$

Dieser Druck bleibt für einen Kolbenweg von 12,5 cm bestehen. Die später bis zum Schluß des Hubweges geleistete Arbeit ist 1,386 mal so groß, wie die Volldruckarbeit, die Gesamtarbeit also bei einem Hube:

$$1884 \cdot 0,125 \cdot 2,386 = 561,9 \text{ kg/m.}$$

Die Geschwindigkeit des Kolbens und damit die Zahl der Hube ist bei einer Viertelfüllung natürlich dem geringeren Durchschnittsdruck entsprechend geringer, als bei Volldruck. Der einer Viertelfüllung entsprechende Durchschnittsdruck, der Expansionskoeffizient unseres Beispiels, ist $\frac{2,386}{4} = \sim 0,6$. Da der Dampf aber anstatt mit 5 mit 6 Atm. Überdruck arbeitet, erhöht sich dieser Koeffizient auf $\sim 0,7$. Demnach ist die Zahl der Hube $4 \cdot 0,7 = 2,8$, und die Maschine leistet in der Sekunde:

$$2,8 \cdot 561,9 = 1573,3 \text{ kg/m} = \text{rund } 21 \text{ PS.}$$

Für diese 21 indizierten Pferdekräfte braucht sie aber nur den vierten Teil des Dampfes, wie die oben beschriebene Volldruckmaschine für ihre 42 indizierten Pferdekräfte. Der durch die Expansion erzielte Wirkungsgrad ist daher $21,4:42 = 2$ mal so groß.

Bei 21 indizierten Pferdestärken ist die Nutzleistung etwa 16 PS. und der Dampfverbrauch pro Hub $\frac{0,0512}{4} = 0,0128 \text{ kg}$. In analoger Weise, wie in obigem Beispiel läßt sich berechnen, daß für die 0,0128 kg Dampf pro Hub 8,4 Wärmeeinheiten verbraucht werden. Die geleistete Arbeit ist 561,9 kg/m, also entspricht einer Wärmeeinheit 66,9 kg/m

= 15,8% der Theorie, wovon der oben erwähnte unvermeidliche Dampfverlust in Abrechnung zu bringen ist.

Der für die PS.-Stunde verbrauchte Dampf ergibt sich aus der Anzahl der Hube und ist gleich $\frac{0,7 \cdot 0,0128 \cdot 14\,400}{16} = 8,06 \text{ kg.}$

Da nun die Kondensation niemals eine vollständige ist und der für die Pumpe erforderliche Dampf sich noch zu dem anderen Dampfverlust addiert, von dem schon im obigen Beispiel die Rede war, so stellt sich der Bruttodampfverbrauch bei einer 16 pferdigen Maschine mit 4facher Expansion pro Stunde auf etwa 20 kg.

Wenn die Expansion ohne Kondensation vor sich geht, so leistet sie wesentlich Geringeres, wie aus Fig. 70 ersichtlich ist, in welcher durch die rechts von der punktierten Linie gelegene Fläche die durch Überwindung des atmosphärischen Gegendruckes verlorene Arbeit ausgedrückt wird; das Verhältnis gestaltet sich ungünstiger mit zunehmender Expansion.

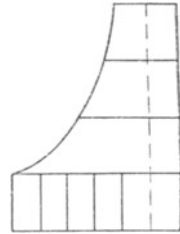


Fig. 70.

Der Dampfverbrauch der Maschine selbst stellt sich mit der Zunahme der Pferdestärken günstiger. Für eine 10 pferdige Expansionsmaschine ohne Kondensation kann man 20—25 kg Dampf pro gebremste Pferdestärke rechnen, für 2—5 pferdige Maschinen dagegen etwa 30 kg.

Für Kondensationsmaschinen rechnet man das 25—30fache des Dampfgewichtes an Kühlwasser, wodurch eine Dampfersparnis von 20—35% erreicht wird.

Einzyklindrische Kondensationsmaschinen von über 50 PS. gebrauchen 10 kg und stark expandierende Auspuffmaschinen 12—16 kg Dampf pro PS.

Ist das Material und die sonstige Bauart der Maschinenzylinder derart, daß überhitzter Dampf verwendet werden kann, so erreicht man damit eine beträchtliche Dampfersparnis. Liefert z. B. der meist in den Feuerzügen eingebaute Überhitzer einen auf 300° überhitzten Dampf, so ermöglicht er eine Dampfersparnis bis zu 20% gegenüber derselben mit gesättigtem Dampf betriebenen Maschine.

Bestimmung des Maschinendampfes in der Praxis. Für kleinere Auspuffmaschinen kann der Dampfverbrauch ohne theoretische Berechnungen, welche überdies niemals genaue Resultate liefern, ermittelt werden, indem der abgehende Maschinendampf während einer gewissen Arbeitszeit entweder durch einen entsprechend großen Kühler oder durch Einleiten in eine bestimmte Menge Wasser kondensiert und gewogen wird. Bei größeren Dampfmaschinen muß die während der Versuchszeit im Kessel verdampfte Wassermenge bestimmt werden, indem die Menge Speisewasser ermittelt wird, welche zur Wiederherstellung des vor dem Versuch vorhandenen Wasserstandes nötig ist. Bei diesen Versuchen wird natürlich das vor dem Eintritt in die Maschine schon kondensierte Wasser der Dampfleitung mitgemessen,

das, wenn es auch nicht dem Maschinenverbrauch hinzugerechnet werden darf, doch zu den Unkosten beiträgt, da es auch unter Aufwand einer bestimmten Kohlenmenge hat verdampft werden müssen. Der u. U. für die Speisepumpe benötigte Dampf ist dagegen, wenn er aus demselben Kessel kommt, in Abzug zu bringen. Während des Versuchsstadiums müssen sich Maschine und Kessel bei möglichst gleichmäßiger Beanspruchung dauernd im Beharrungszustande befinden.

Zudem stört das aus dem Kessel vom Dampf mitgerissene Wasser. Zu dessen Bestimmung gibt es verschiedene Methoden und Apparate, von denen nur das sehr sichere Resultate gebende chemische Verfahren genannt sein soll. In den Kessel bringt man z. B. eine gewisse Menge Natriumsulfat. Während der Verdampfung entnimmt man nun aus einer in Frage kommenden Stelle der Dampfleitung und aus dem Kesselinnern, am einfachsten durch den Wasserstandshahn, Proben des genügend kondensierten Dampfes ab und bestimmt in beiden Fällen seinen Schwefelsäuregehalt, der einen direkten Schluß auf den Prozentgehalt an mitgerissenem Wasser gestattet.

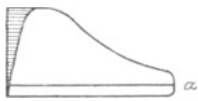
Der Indikator. — Die bisherigen Berechnungen von Leistung und Dampfverbrauch setzen voraus, daß Anlage und Bauart der einzelnen Maschinenteile richtig sind, daß die Maschine also an sich einwandfrei arbeitete. Ob dem auch wirklich so ist, ob die Wirkung des Dampfes voll zur Geltung kommt und ob die Dampfverhältnisse im Zylinder den Annahmen entsprechen, das kann mit Hilfe des Indikator-diagrammes ermittelt werden.

Der Indikator ist im Prinzip ein mit dem Dampfzylinder in Verbindung stehendes Manometer, das den jeweiligen Zustand der einseitigen Dampfspannung im Zylinder im Laufe einer Kolbenbewegung graphisch auf einer Fläche aufzeichnet. Diese Papierfläche selbst wird gleichzeitig im Sinne der Kolbenbewegung horizontal verschoben, während der Manometerstift die vertikalen Bewegungen ausführt. Unter dem Einfluß dieser zwei Bewegungsrichtungen wird dann, wenn die wirklichen Spannungsverhältnisse den theoretischen entsprechen, eine der Fig. 69 ziemlich ähnliche in der Richtung *D E G H K D* entstehen, welche das Indikator-diagramm genannt wird. Die auf den beiden Zylinderseiten genommenen Diagramme sind Spiegelbilder.

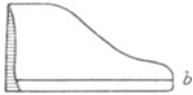
Die Abszissen der Diagramme entsprechen den verschiedenen Kolbenstellungen, die Ordinaten den jeweilig herrschenden Drucken. Sehr empfehlenswert sind diejenigen Indikatoren, bei denen als Ordinaten gleich die Differenzen der auf beiden Seiten des Kolbens herrschenden Drucke, d. h. die tatsächlich wirksamen Überdrucke verzeichnet werden.

Aus dem Vergleich der während einer normalen Belastung der Maschine von dem Stifte gezeichneten Linienform mit der theoretisch konstruierten lassen sich dann mit großer Sicherheit die inneren Vorgänge im Zylinder und in der Steuerung ermitteln und danach die nötigen Abänderungen bestimmen.

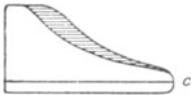
Einige fehlerhafte Diagramme (Fig. 71) mögen dies näher veranschaulichen; die schraffierten Flächen lassen den Arbeitsverlust erkennen.



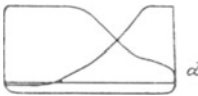
a) Der Dampfeintritt erfolgt zu langsam.



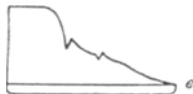
b) Die Dampfeinströmung erfolgt zu zeitig.



c) Infolge des undichten Schiebers strömt Dampf während der Expansion nach.



d) Die beiden Zylinderseiten werden verschieden stark gefüllt, was einen unregelmäßigen Gang und überflüssigen Dampfverbrauch zur Folge hat.



e) Der Registrierapparat funktioniert nicht ordentlich; der mit dem Stift verbundene Indikator Kolben klemmt sich fest.

Fig. 71.

Mit Hilfe solcher Indikatoren läßt sich also die indizierte Leistung einer Maschine genau bestimmen.

Das Bremsdynamometer. — Zur sicheren Ermittlung der effektiven oder nutzbaren Leistung und demnach auch des Verhältnisses zwischen effektiver und indizierter Leistung der Maschine an irgend einem Teile der Welle dient das Bremsdynamometer, mit dem kurzweg die „gebremste Pferdestärke“ einer Maschine festgestellt werden kann.

Das häufig gebrauchte Pronysche Bremsdynamometer, auch Pronyscher Zaun genannt (Fig. 72), besteht aus 2 Bremsbacken a , welche die Scheibe s einer Welle umfassen. Die obere Bremsbacke hat als Verlängerung einen Hebel h , an dessen Ende eine Wagschale zur Aufnahme der Last P hängt. Werden nun die Bremsbacken mit Hilfe der Flügelschrauben so gegen die Scheibe gepreßt, daß der Hebel nicht mit herumgeschleudert wird, sondern bei entsprechender Belastung der Wagschale horizontal schwebt, dann wird die Reibung der

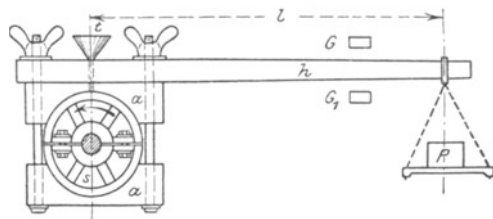


Fig. 72.

Bremse gleich der Arbeit der Maschine an dieser Stelle sein. Die von der Reibung absorbierte Arbeit A , in Pferdekraften und Sekunden ausgedrückt, ist dann:

$$A = \frac{\pi \cdot l}{75 \cdot 30} P \cdot n,$$

worin l den Abstand der Wagschale von dem Mittelpunkt der Welle und n die Anzahl der Umdrehungen derselben in der Minute bedeutet.

Da nun der Wert $\frac{\pi \cdot l}{75 \cdot 30}$ für jeden Apparat konstant ist, so hat man diesen für die Versuche nur mit P und n zu multiplizieren.

Bei der Ausführung des Versuches ist darauf zu achten, daß die Reibung der Bremsbacken auf der Scheibe nicht zu groß wird. Zu dem Zwecke wähle man letztere nicht zu klein. Zur Milderung der durch die Reibung entwickelten Hitze läßt man mittels des Trichters t auf der oberen Bremsbacke Seifenwasser auf die Scheibe fließen. Um die durch das Einstellen der Flügelschrauben bedingten Schwankungen des Hebels zu begrenzen, ist eine Arretierungsvorrichtung $G G_1$ anzubringen. Sobald das Gleichgewicht durch wechselndes Anziehen und Lockern der Schrauben und richtiges Belasten der Wagschale erreicht ist, stelle man die Umdrehungen in der Minute fest und der Versuch ist beendet.

Um die von einer Arbeitsmaschine gebrauchte Pferdekraft zu bestimmen, bremst man zuerst die leere Transmission und ermittelt dann, wieviel von der Bremsbelastung nach Einschaltung der Arbeitsmaschine wegzunehmen ist. Die der Gewichtsverringerung entsprechende Arbeit ist dann die von der Arbeitsmaschine verbrauchte.

Anschaffung einer neuen Maschine. Dabei sind eine Reihe von Fragen zu berücksichtigen, die man am besten mit einem Ingenieur durchspricht, damit die Anlage nachher nicht als verfehlt bezeichnet werden kann.

Der Preis des Brennmaterials, also des Dampfes, das zur Verfügung stehende Kühlwasser, die Betriebsdauer und der gewünschte Gleichförmigkeitsgrad und die Geschwindigkeit sind zu erwägen. Billiges reines Kühlwasser empfiehlt Kondensation, teure Kohlen lassen die Expansion günstig erscheinen, die für nicht ganz kleine Betriebe wohl immer zu wählen ist.

Dann ist die Maschinenstärke festzustellen, was bei einer Neuanlage durchaus nicht so einfach ist, da man hier sehr auf Schätzungen angewiesen bleibt. Um den veränderlichen Anforderungen an die Maschine am besten nachzukommen, ist die Ausführung am geeignetsten, deren Leistungsfähigkeit durch späteres Zufügen eines zweiten Zylinders, eines weiteren Expansionszylinders oder einer Kondensationsanlage erhöht werden kann. Im allgemeinen wählt man die Maschine eher reichlich groß, als zu klein.

Der Raum, in dem die Maschine aufgestellt werden soll, richtet sich teils nach der Lage dieser zu dem Dampfkessel, teils nach der Transmission, welche die Kraft auf die einzelnen Arbeitsmaschinen

überträgt. Einerseits sollen die Rohrverbindungen vom Kessel zur Maschine nicht unnötig lang sein, andererseits soll die Maschine auch in möglichster Nähe der am meisten Kraft verbrauchenden Arbeitsmaschinen liegen. Es muß zum allgemeinen Grundsatz gemacht werden, jeden unnötigen Kraftverbrauch durch umständliche Übertragung [dauernde Verlustquelle] zu vermeiden.

Bei dem Kauf sind in dem Lieferungsvertrag nach „Scholl, Führer der Maschinisten“ namentlich folgende Vereinbarungen vorzusehen:

1. System der Maschine und Steuerung, Dampfdruck im Kessel.
2. Größe der mittleren und maximalen Arbeit (Bremsleistung).
3. Kolbendurchmesser, Hub und Tourenzahl in der Minute.
4. Material der verschiedenen Hauptteile.
5. Dampfverbrauch für effektive Pferdestärke, bestimmte Garantien für Innehaltung dieser Zahlen und Angabe, wie der Dampf gemessen werden soll.
6. Ungleichförmigkeitsgrad.
7. Lieferungstermin, (wenn nötig, Konventionalstrafe).
8. Preis. Hierbei ist genau festzustellen, ob die Rohrleitungen, das Schwungrad, Armaturen, Werkzeuge und ähnliche zweifelhafte Teile im Preise eingeschlossen sind und ob die Aufstellung und der Transport der Maschine darin mit inbegriffen ist. Das Schwungrad richtet sich hinsichtlich seiner Größe nach der Art des Betriebes und wird deshalb häufig besonders berechnet.
9. Garantiezeit. Diese dauert in der Regel 6 Monate. Während dieser Zeit hat der Lieferant alle durch ihn verschuldeten Fehler und Schäden, die sich etwa herausstellen sollten, auf seine Kosten zu beseitigen. Für Zeitverluste und Betriebsstörungen wird er aber seinerseits die Verantwortlichkeit kontraktlich ablehnen. Für den Garantiewärter sind Pflichten und Lohn genau festzulegen.
10. Verfahren bei Differenzen zwischen Besteller und Lieferant. Meist werden als Schiedsrichter zwei Sachverständige und ein Obmann gewählt.
11. Eine Fundamentzeichnung muß zu bestimmter Zeit geliefert werden; eine Zeichnung der Maschine selbst wird nicht immer verlangt.

Um eine Vorstellung über den Wert einer Maschinenanlage und die Kosten eines Maschinenbetriebes zu erhalten, seien folgende Zahlen gegeben, wie sie in der Vorkriegszeit Gültigkeit hatten:

Eine liegende 1-Zylinderdampfmaschine mit Kondensation von 20 bis 60 PS. kostete jährlich an 300–200 M. pro 1 PS.

Die jährlichen Betriebskosten einer 25 pferdigen Auspuffmaschine setzen sich z. B. aus folgenden Einzelsummen zusammen bei 300 Arbeitstagen zu 10 Betriebsstunden:

1. Kohlenverbrauch, stündlich für jede effektive Pferdestärke 2 kg, beträgt jährlich $2 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 300 = 150\,000$ kg; pro 100 kg M. 1,80	2700 M.
2. Verbrauch an Speisewasser das 6–7fache an Kohlen, rund 1000 cbm; 1 cbm M. 0,10	100 „
3. Schmieröl, Putzwolle, Verpackungsmaterial u. a.	330 „
4. Feuerversicherung	200 „
5. Amortisierung der Dampfmaschinenanlage mit rund 6% von 12000 M.	720 „
6. Amortisierung des auf 5000 M. veranschlagten Maschinen- und Kesselhauses mit 2%	100 „
7. Verzinsung des ganzen Anlagekapitals von 17000 M. mit 5%	850 „
8. Lohn für Maschinisten und Heizer	2500 „
	7500 M.

Demnach kostete damals eine gebremste Pferdestärke jährlich
 $\frac{7500}{25} = 300$ M. und stündlich 10 Pf.

Bei kleinen Maschinen stiegen die Jahreskosten bis über 350 M. und bei größeren mit Kondensation und überhitztem Dampf arbeiten- den fallen sie auf unter 200 M. jährlich. Heute ist mindestens mit einem Teuerungsindex von 10–12 zu rechnen.

Hinsichtlich der Wartung der Dampfmaschine, die mit der des Dampfkessels Hand in Hand geht, spielt die Persönlichkeit des Maschinisten eine sehr große Rolle. Einer guten Gesundheit sollen sich Behendigkeit und vor allem Ausdauer und Zähigkeit zugesellen. Mit solchen Eigenschaften ausgerüstete Leute werden in ihrem Dienste auch das notwendige Maß von Umsicht, Kaltblütigkeit und Gewandtheit bekunden, das sie zur verständnisvollen Überwachung eines Apparates befähigt, an dem alles in Bewegung ist und dessen ordentliches Arbeiten von vielen Einzelfaktoren abhängt.

Zur Ausführung kleiner, oft eintretender Reparaturen ist es vorteilhaft, wenn der Maschinenwärter gelernter Schlosser oder Schmied ist. Ferner ist es von Nutzen, wenn der Maschinist bei der Aufstellung der Maschine mitgeholfen hat. Dadurch hatte er die beste Gelegenheit, sich über die vielen Einzelheiten und Kleinigkeiten zu unterrichten, die nachher das Ganze ausmachen. Seine Aufmerksamkeit soll beständig auf den ordnungsmäßigen Zustand aller Einzelheiten gerichtet sein, so daß ihm die geringsten Unregelmäßigkeiten und Fehler sofort auffallen.

Reinlichkeit und Ordnungsliebe erhalten wach und tätig und sind die besten Garantien für die gute Erhaltung des Maschinenwerkes. Ein einziger Blick auf die Maschine muß für den Wärter genügen, um sich zu überzeugen, daß alles in vollkommener Ordnung ist.

Ein Wärter, der die Führung des Maschinenbetriebes in dieser verlangten Weise unterhält, muß auch in seiner Stellung unterstützt werden. Im anderen Falle werden die willigsten Leute unlustig und

können indirekte Schäden verursachen, ohne daß man ihnen gerade Pflichtvergessenheit vorhalten könnte.

Sein Verhältnis zu den übrigen Arbeitern soll das eines verträglichen Zusammenarbeitens sein, denn wenn dies nicht der Fall ist, dürften oft die unliebsamsten Zwischenfälle entstehen. Außer seinen bestimmt bezeichneten Vorgesetzten — deren er so wenig wie möglich haben sollte — ist der Maschinist niemandem Rechenschaft schuldig. Es ist undenkbar, daß er Jedermanns Wünsche befriedigen kann.

Dem Betriebsleiter ist aber zu empfehlen, selbst wenn er von der Zuverlässigkeit des Personals überzeugt ist, Maschinen- und Kesselhaus täglich zu besuchen und sich persönlich von dem guten Zustande aller Teile und der vorhandenen Ordnung zu überzeugen. Auch halte er darauf, daß die von dem Personal zu führenden Bücher stets in Ordnung sind.

Dampfturbinen.

Die Dampfturbinen ähneln im Prinzip den Wasserturbinen (s. S. 165), denen sie konstruktiv unter der Berücksichtigung des Umstandes nachgebildet sind, daß der treibende Dampf im Gegensatz zum Wasser elastisch ist. Vor den Kolbendampfmaschinen haben die Dampfturbinen folgende Vorzüge: billiger Preis, geringes Gewicht, geringer Raumbedarf, einfache Bedienung und absolute Betriebssicherheit. Wirtschaftlich können sie von 300 PS. an aufwärts mit den Dampfmaschinen konkurrieren. Die ihnen eigene sehr hohe Umlaufzahl setzt ihrer Verwendbarkeit bestimmte Schranken und macht sie besonders geeignet zum Betrieb von Dynamomaschinen. Die Fabrikbetriebsmaschine mit ihren mannigfaltigen Verwendungszwecken kann die Turbine nicht ersetzen und auf keinen Fall darf sie Verwendung finden, wenn der Maschinenabampf zu Heizzwecken Verwendung finden soll, da Kondensation bei der Turbine unbedingt erforderlich ist.

Auf die verschiedenen Arten der Dampfturbinen kann nicht näher eingegangen werden. Die Lavalturbine ist eine axiale Druckturbine mit wagerechter Achse. Sie macht 20000 und mehr Umdrehungen und wird in Größen von 5—300 PS. gebaut.

Die Parsonsturbine ist eine axiale Überdruckturbine mit liegender Welle und hat 20—60 Turbinenräder, die der Dampf wie bei den Expansionsmaschinen nacheinander in mehreren Laufrädergruppen und in fortschreitender Expansion durchströmt. Ihre Tourenzahl beträgt 3500—700. Sie ist zum direkten Antrieb von Dynamomaschinen besonders geeignet.

Neuere Typen sind die Turbinen von Rateau, Riedler, Stumpf und Zölly.

Der Dampfverbrauch der Turbinen ist um so geringer, je trockner der Dampf und je höher sein Druck ist. Daher ist die Verwendung überhitzten Dampfes geboten und dies um so mehr, als damit keinerlei Übelstände konstruktiver Art hinsichtlich des Materials und der Schmierung noch solche für den Betrieb verbunden sind.

Explosionsmotore.

Kraftmotore werden in den chemischen Betrieben wohl nur in Ausnahmefällen, zur Bedienung eines Kranes, Dynamos oder einer Arbeitsmaschine gebraucht, deren Betrieb auch dann möglich gemacht werden muß, wenn Kessel oder Maschine nicht arbeiten.

Zum Antrieb solcher Explosionsmotore dient hauptsächlich Leuchtgas, Kraftgas, Petroleum und Benzin. Jeder Explosionsmotor muß oder sollte mit einer Vorrichtung zur gefahrlosen Ingangsetzung versehen sein.

Von den Gasmotoren sei der Motor von Otto als eine weit verbreitete Type beschrieben, der in den Größen von $\frac{1}{3}$ — 100 PS. und noch größer gebaut wird und von dem die anderen Arten nur in den Konstruktionseinzelheiten abweichen. Aus Betriebssicherheitsgründen ist eine leicht zugängliche Abstellung der Gasleitung außerhalb des Motorraumes vorzusehen.

Der Ottosche Motor ist eine einseitig wirkende Kolbenmaschine, in der ein Gemisch von Gas und Luft im Viertakt zur Explosion gebracht wird. Bei dem ersten Hingang des Kolbens wird der Zylinder zur Hälfte mit Luft und dann mit einem Gemisch von Gas und Luft gefüllt. Bei dem darauffolgenden Rückgang wird dieses Gemisch komprimiert. Der zweite Hingang des Kolbens wird durch die im Totpunkte einsetzende Explosion — mittels einer Flamme — bewirkt und im zweiten Rückgang werden die Verbrennungsgase bis auf einen geringen verbleibenden Rest aus dem Zylinder hinausbefördert. Daraus geht hervor, daß der Steuerungsapparat nur halb soviel Umdrehungen macht, als das Schwungrad und daß die Explosions- oder Arbeitsperiode zwei Umdrehungen des Schwungrades zustandebringen muß. Die Regulierung des Ganges ist bei den Gasmotoren ebenso genau, wie bei den Dampfmaschinen.

Augenblickliche Ingangsetzung, vollkommen gefahrloser Betrieb ohne besondere Wartung seitens eines geschulten Personals und keine Konzeptionserfordernis für die Aufstellung infolge Wegfalles des genehmigungspflichtigen Dampfkessels: das sind die Hauptvorteile des Gasmotors und der nachfolgenden Motore.

Bei voller Belastung verbraucht eine Pferdekraftstunde eines 8 bis 10 pferdigen Motors an 0,8 cbm Gas, bei geringerer Belastung jedoch mehr. Der relative Gasverbrauch nimmt mit steigender Leistung ab, so daß ein 2pferdiger Motor etwa 1,8 und ein 30 — 50pferdiger gegen 0,5 cbm für die Pferdekraftstunde nötig hat.

Die Petroleum- und Benzinmotore unterscheiden sich konstruktiv nicht von den Gasmotoren. Sie besitzen nur noch einen Vergaser, in dem das Heizmaterial vergast wird. Vor den Gasmotoren haben sie den Vorzug, daß sie nicht an eine Gasleitung gebunden sind und sich daher mit großer Bequemlichkeit überall aufstellen lassen.

Außer diesen Heizmitteln werden noch Spiritus-, Öl-, Kraft- und Gasgeneratorgas verwendet.

Bei den Sauggasmotoren, deren sparsamer Betrieb eine Hauptursache ihrer Verbreitung ist, wird Verschmutzung der Generatorventile durch die von den Brennmaterialien stammenden unreinen Gase möglich. Dieser Umstand ist bei der Anschaffung zu berücksichtigen.

Bei dem Heißluftmotor dient als Betriebsmittel die atmosphärische Luft. Sie wird in einem geschlossenen Raume erhitzt und treibt durch die damit verbundene Drucksteigerung den Kolben im Zylinder vorwärts. Hierbei expandiert die heiße Luft, kühlt sich ab und verläßt am Ende des Kolbenhubes den Zylinder. Als Kleinmotor kann der Heißluftmotor mit der Dampfmaschine vorteilhaft konkurrieren, als Ersatz für größere Aggregate jedoch nicht aufkommen.

Die Pferdekraftstunde verlangt 8–3 kg Kohle, mit steigender Leistung wird der Verbrauch noch geringer.

Sehr wichtig sind die Dieselmotore, die mit Roh- oder Teeröl betrieben werden und die sich sinngemäß den Petroleummotoren usw. anschließen.

Wasserkraftmotore.

Die Kraftausnützung des fließenden und fallenden Wassers findet immer mehr Verbreitung, besonders in Verbindung mit elektrischer Kraftübertragung. Die dazu verwandten Motore sind die stets vertikal stehenden Wasserräder und die Turbinen mit meist horizontalem Rade.

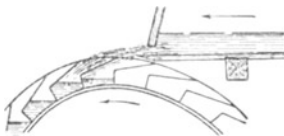


Fig. 73.

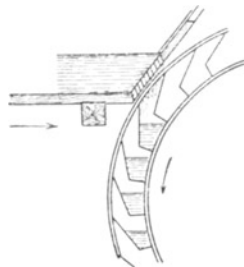


Fig. 74.

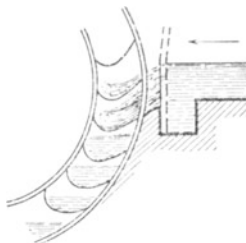


Fig. 75.

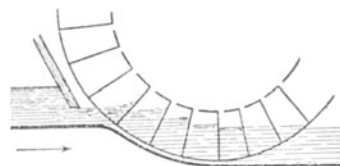


Fig. 76.

Die Größe der absoluten Wasserkraft, welche für die Abmessungen der in Frage kommenden Motore maßgebend ist, wird gefunden, wenn die Wassermenge pro Sekunde mit dem Gefälle multipliziert wird (75 kg pro Sekunde und Meter sind 1 PS.). Unter Gefälle ist dabei der ver-

tikale Abstand der Wasserspiegel vor und hinter dem Motor, d. h. zwischen Obergraben und Untergraben zu verstehen.

Von dem absoluten Effekt ist der in PS. ausgedrückte Nutzeffekt zu unterscheiden. Nutzeffekt ist derjenige Teil des absoluten Effektes, der von dem Rade aufgenommen, von der Welle fortgeleitet und mit dem Bremsdynamometer gemessen wird.

Das Verhältnis der nützlichen zur absoluten Arbeit stellt den Wirkungsgrad des Motors dar, welcher je nach der Konstruktionsvollkommenheit 30—80%, bei gutem Bau meist 70—80% beträgt.

Die Wasserräder heißen oberflächig (Fig. 73), rückschlächtig (Fig. 74), mittelschlächtig (Fig. 75) und unterschlächtig (Fig. 76), je nachdem das Wasser auf der oberen oder auf der unteren Hälfte oder in der Mitte auf das Rad aufschlägt. Becher- oder Schaufelräder werden unterschieden, wenn das Wasser dem Rade in einem schmalen oder einem breiten Gerinne zugeführt wird. Endlich können die Schaufeln gekrümmt oder gerade sein. Wie sich aus den Figuren ergibt, ist bei den oberflächigen Rädern die Umdrehungsrichtung entgegengesetzt, wie bei den mittel- und unterschlächtigen.

Bei den oberflächigen Rädern wirkt das Wasser durch das Gewicht, bei den unterschlächtigen hauptsächlich durch die lebendige Kraft. Der Wirkungsgrad ist bei den oberflächigen Rädern im allgemeinen bedeutend günstiger, aber ihre Anlage ist teurer. Bei den mittelschlächtigen wirken beide Faktoren, Gewicht und Kraft. Je nach der Konstruktion tritt der eine oder der andere mehr in den Vordergrund. Zu den besten Wasserrädern gehören die von Sagebien mit einem Nutzeffekt von 80—90% und von Poncelet, die aber beide unterschlächtig sind.

Bei den Druckwasserrädern strömt das Wasser aus Rohren mit Druck gegen Räder mit eigentümlich geformten Schaufeln.

Wasserturbinen unterscheiden sich von den Wasserrädern in der Wirkungsweise dadurch, daß bei ihnen in erster Linie die lebendige Kraft des Wassers, sein Gefälle, ausgenützt wird, während bei den Wasserrädern, wie gesagt, hauptsächlich das Gewicht des Wassers die Kraft hervorbringt. In den Turbinen durchfließt — im Gegensatz zu den Wasserrädern — das Wasser stets das Rad, dessen Schaufelkonstruktionen genaue Berechnungen zugrunde liegen, um den Druck des Wassers möglichst stoßfrei aufzunehmen.

Alle neueren Wasserturbinen besitzen ein Leitrad, d. h. ein mit bestimmt geformten und abstellbaren Kanälen versehenes Rad, welches entweder seitlich um den Laufradkranz oder inner- bzw. außerhalb desselben angeordnet ist. Dieses Leitrad bezweckt, das Wasser in der richtigsten Weise auf die Schaufeln des Laufrades wirken zu lassen. Wird das Druckwasser den Turbinen in geschlossenen Röhren zugeführt, so wird das wirksame Gefälle durch ein Manometer angezeigt, das mit dem die Turbine einschließenden Gehäuse verbunden ist.

Nach der Durchgangsrichtung des Wassers durch das Turbinenrad unterscheidet man Axialturbinen und Radialturbinen, je nachdem das Wasser in der Richtung der Achse oder in der des Rad-

halbmessers hindurchströmt. Je nachdem das Leitrad innerhalb oder außerhalb des Laufrades liegt, spricht man von innerer oder äußerer „Beaufschlagung“ der Turbine.

Eine andere Unterscheidung liegt in der Wasserpressung, mit der das Wasser in das Laufrad einströmt. Tritt es mit einer seinem ganzen Gefälle entsprechenden Geschwindigkeit ein, so entstehen die Aktions-, Druck- oder Freistrahlturbinen. Bei den Reaktions- oder Überdruckturbinen entspricht die Eintrittsgeschwindigkeit nur einem Teil des Wassergefälles, während der andere Teil desselben zur Vermehrung des Druckes gegen die Schaufeln verwendet wird. Bei den Aktionsturbinen muß das Laufrad stets über dem Unterwasserspiegel liegen wegen der erforderlichen Gegenwart der Luft, bei den Reaktionsturbinen kann es auch im Unterwasserspiegel liegen.

Bei den Vollturbinen wird das Wasser immer durch alle Kanäle der Turbine geleitet, während in den Partialturbinen das Wasser einen verstellbaren Teil des Turbinenkranzes trifft. Man spricht daher hier auch von „vollbeaufschlagten“ und „teilweise beaufschlagten“ Turbinen.

Die älteren Reaktionsturbinen arbeiten nur bei annähernd gleichbleibendem Wasserzufluß gut und sind deshalb von den neueren Ak-

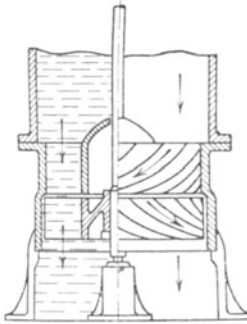


Fig. 77.

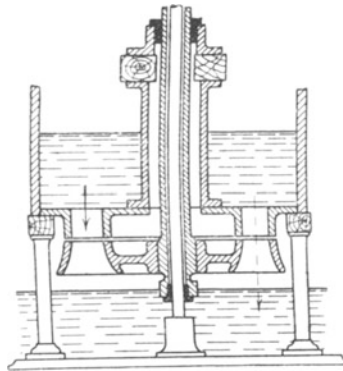


Fig. 78.

tionsturbinen stark verdrängt worden, weil diese infolge ihrer besonderen Schaufel- und Kranzform auch bei wechselndem Wasserzufluß einen guten Nutzeffekt haben.

Eine axiale Überdruckturbine ist z. B. die von Jonval (Fig. 77), während die von Girard eine axiale Druckturbine (Fig. 78) und

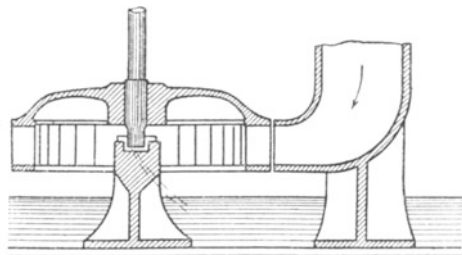


Fig. 79.

die von Poncelet eine radiale Druckturbine (Fig. 79) darstellt. Es gibt zahlreiche moderne Konstruktionsformen von Turbinen.

Ein Vergleich der Wasserräder mit den Turbinen ergibt:

Die Wasserräder drehen sich langsam und verlangen daher ein schwer gebautes Getriebe. Für große Wassermenge und hohes Gefälle verlangen sie große Abmessungen und nehmen einen großen Raum ein. Ihr Wirkungsgrad ist bei einem großen Gefälle relativ günstiger, als bei einem niedrigeren und nimmt ferner bei kleiner werdendem Wasserzufluß nur wenig ab.

Die Wasserturbinen haben schnellen Gang, bedürfen daher auch nur einer leichteren Transmission und nehmen geringen Raum ein. Sie haben für alle Gefälle eine nahezu gleichbleibende Nutzleistung, die aber nicht höher ist, als die von Wasserrädern mit einem Gefälle von über 5 m. Ihr Wirkungsgrad nimmt jedoch mit der Wassermenge ab.

Somit sind bei einem großen Gefälle (5—10 m) und bei stark wechselndem Wasserzufluß Wasserräder den Turbinen vorzuziehen.

Bei sehr großem Gefälle von über 10 m dagegen sind wieder die vertikalen Wasserräder nicht zu gebrauchen, während Turbinen für unbegrenzte Gefälle mit gutem Nutzeffekt konstruiert sind. Dann ist auch zu berücksichtigen, daß Reparaturen an Turbinen häufiger und gewöhnlich auch schwieriger sind, als an Wasserrädern.

Die Auswahl der geeignetsten Wasserkraftmaschinen bleibt in jedem Falle den fachkundigen Technikern überlassen, welche auch die zuweilen recht umfangreichen Flußregulierungen und Wasserbauten zur Sicherung des Wasserzuffusses auszuführen haben. Die damit verbundenen Arbeiten letzterer Art machen es auch unmöglich, allgemeine Zahlen für die Kosten einer Wasserkraft aufzustellen.

Die Wassersäulenmaschinen für kleineren Betrieb sind den Dampfmaschinen ähnlich (meist mit 2 PS.); in ihnen ruft an Stelle des Dampfes Druckwasser die Kolbenbewegungen hervor. Sie eignen sich zur Ausnützung der städtischen Druckwasserleitungen, sind aber selbst bei mäßigen Wasserpreisen von allen Kleinmotoren die teuersten, wie aus dem Vergleich der Betriebskosten (S. 169) verschiedener 2 pferdiger Motoren hervorgeht.

Kraftverbrauch und Betriebskosten verschiedener Motoren.

In den Dampfmaschinen werden höchstens 13% der Arbeit, welche der in der Kohle aufgespeicherten Wärme entspricht, nutzbar gemacht; die übrigen 87% gehen als Rauch, Wärme und Reibung verloren. Die Großgasmaschinen (50 PS.) sind theoretisch wirkungsvoller, da sie etwa 25% der im Leuchtgas enthaltenen Kalorien in mechanische Arbeit verwandeln. Die Petroleum-, Spiritus- und Benzinmotoren setzen aber nur an 12% der in ihnen enthaltenen Wärme in Arbeit um. Der Dieselmotor arbeitet mit 35% Ausnutzung.

Eine Pferdekraftstunde der verschiedenen Kraftmotoren verbraucht etwa an

mittlerem städtischen Leuchtgas:

1,0—0,5 cbm für bis 12pferdige Maschinen
 0,5—0,4 „ „ 16—1000 „ „

Petroleum:

0,5 kg für Motoren bis 4 PS.
 0,4 „ „ „ „ 10 „
 0,35 „ „ „ „ 25 „
 0,25 „ „ Dieselmotoren über 20 PS.

Benzin:

0,4—0,3 kg für Motoren von 0,5—30 PS.

Spiritus, 90 Vol.-Proz.:

0,6—0,4 kg für Motoren von 0,5—30 PS.

Gaskohle für die Heißluftmotoren:

8—3 kg für Motoren von 0,25—2 PS.

Wasser für Wassermotoren:

5 cbm für Motoren von 2 PS.

Die Betriebskosten der Kleinmotore, die den Preis des Kraftmittels, Reparaturkosten, Zinsen, Abschreibung, Bedienungskosten, Schmier- und Putzmaterial usw. umfassen, betragen bei 10stündiger Betriebszeit für die Pferdekraftstunde 1913—14 in Pfennigen:

	Pferdekräfte:				
	1/2	1	2	4	6
	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.
Dampfmotoren	—	30	22,4	17,2	15
Gasmotoren	37	24,5	20	17	15
Heißluftmotoren	34	23	18	—	—
Wassermotoren	82	76	72	—	—
Druckluftmotoren	30	28	20	18	17,5
Elektromotoren	55—90	46—83	46—75	35—70	30—60

Heute sind die Preise dieser und die der folgenden Tabelle mit dem Index 10—12 zu multiplizieren!

Die Heizmaterialpreise verschiedener Motoren, bezogen auf die Pferdekraftstunde, beliefen sich im Durchschnitt auf (1913—14):

bei Kleingasmaschinen (10 PS.)	8	Pf.
„ Großgasmaschinen	5—4	„
„ Großkraftgasmaschinen	0,8	„
„ Petroleummotoren (10 PS.)	11	„
„ Benzinmotoren	9	„

bei Spiritusmotoren	15—12 Pf.
„ kleinen Dampfmaschinen	9—6 „
„ mittleren „	4—2 „
„ großen „	1,4—0,9 „
„ Dampfturbinen	1,4—0,8 „
„ Elektromotoren	18 „

Hiernach sind für den Kleinbetrieb die Gasmotoren bis etwa 10 PS. die vorteilhaftesten. Im Großbetrieb können die verschiedenen Arten von Gaskraftmaschinen gut mit den Dampfmaschinen konkurrieren, sobald besondere Umstände nicht auch gleichzeitig Dampf für andere Zwecke erforderlich machen.

Bei kurzen Betriebszeiten arbeiten die Explosionsmaschinen ökonomischer, als die Dampfmaschinen, weil hier das zum Anheizen des Kessels nötige Brennmaterial als einschneidender Faktor wegfällt.

Außerordentlich wichtig ist die Wärmewirtschaft der Fabrikbetriebe. Es ist erstaunlich, wie viel gerade auf diesem Gebiete noch gesündigt wird. Dabei liegt der durch zweckmäßige Isolierung oder Abwärmeverwendung zu erzielende Effekt oft auf der Hand. In großen Werken sind zentrale „Wärmestellen“ mit besonderen „Wärmeingenieuren“ ins Leben gerufen worden. Auch der Chemiker des mittleren oder kleineren Betriebes sollte sich mehr, als es heute noch geschieht, über die Wärmeökonomie seiner Apparaturen und Prozesse Rechenschaft ablegen. Das Aufstellen einer Wärmebilanz zeigt in vielen Fällen, wie groß der Energiebetrag ist, der mit den Abgasen oder Abwässern verloren geht.

Elektrische Kraftquellen.

Wenngleich auch die Dynamos, die Elektromotore und die Leitungsnetze eigentlich in verschiedenen Kapiteln zu besprechen wären, so ist es dennoch praktischer, auf sie in ihrer Gesamtheit als elektrotechnische Betriebsanlagen gemeinsam mit einigen Worten einzugehen.

Der Zweck der Dynamomaschine ist die Verwandlung von kinetischer Energie in Elektrizität. Der Grundgedanke ihrer Konstruktion liegt in der altbekannten Erscheinung, daß in einem elektrischen Leiter Ströme entstehen, wenn er gegen einen Magneten in irgendeiner Weise bewegt wird. Diese Bewegung: das Nähern und Wiederentfernen des Anker genannten Leiters geschieht bei allen Strom erzeugenden Maschinen durch Rotation, sei es des Ankers, sei es des Magneten. Der Magnet der alten magnetelektrischen Maschinen wurde später durch einen Elektromagneten ersetzt, der nach dem Siemensschen Dynamoprinzip mit Hilfe des stets im Eisen zurückbleibenden — remanenten — Magnetismus seinen Strom selbst wiederzuerzeugen imstande ist. Dieser schwache remanente Magnetismus des Elektromagneten genügt nämlich, um in der Wicklung des Ankers einen Strom hervorzubringen, der seinerseits durch die Rotation in der Umwicklung des Magneten neuen Strom entstehen läßt, also den Elektro-

magneten verstärkt. Das Spiel setzt sich unter beständiger Steigerung der elektrischen Kraft fort, bis der Ankerstrom sein durch die Dimension der Maschine, Geschwindigkeit der Ankerdrehung usw. gegebenes Maximum erreicht hat. Von dem Anker wird der Strom zu dem mitrotierenden Kollektor geleitet und von diesem durch Schleifkontakte (Bürsten) entnommen.

Fig. 80 gibt eine schematische Darstellung einer zweipoligen Gleichstrom-Dynamomaschine. Bei mehrpoligen Gleichstrommaschinen ist die Anzahl der Abnahmestellen des Stromes gleich der Anzahl der Pole. Es bedeutet *A* den Anker, *EL* den induzierenden Elektromagneten, *K* die beiden Klemmen, an welche der äußere Stromkreis *S* angeschlossen ist, *C* den Kollektor, von dem vermittelt der Bürsten *B* der Strom entnommen wird. Bei der skizzierten Schaltung geht der Strom von der einen Bürste durch die Windungen des Elektromagneten zur Klemme *K*₁, von dort durch den äußeren

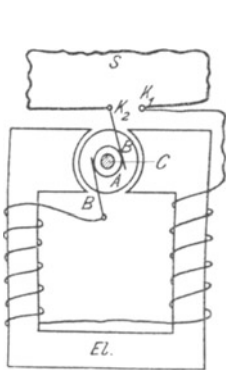


Fig. 80.

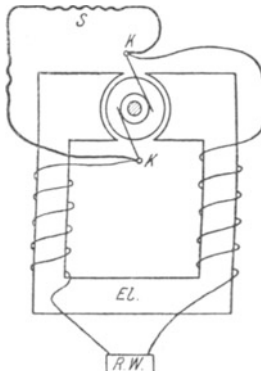


Fig. 81.

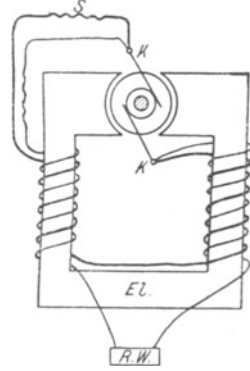


Fig. 82.

Stromkreis zur Klemme *K*₂ und von dieser durch die zweite Bürste zum Kollektor zurück. Die Skizze stellt einen Hauptschluß-Dynamo dar. Fig. 81 zeigt einen Nebenschluß-Dynamo, der dadurch charakterisiert ist, daß der Ankerstrom sich an den Klemmen teilt. Der Hauptstrom passiert den äußeren Stromkreis, während ein abgezwigter Teil die Wicklungen des Magneten durchläuft. Fig. 82 stellt eine Compound-Dynamomaschine dar, bei der sowohl der Hauptstrom, wie auch der Nebenstrom die Wicklungen des Magneten durchfließt. *RW* ist der stets in die Nebenschlußwicklung einzuschaltende Widerstand, der zur Regulierung der Klemmenspannung der Maschine dient.

Welche von diesen verschiedenen Gleichstrommaschinen im gegebenen Falle am geeignetsten ist, bzw. ob man besser Wechsel- oder Drehstrommaschinen verwendet, das überläßt man am besten der Firma, die man mit der Ausführung der elektrischen Anlage betrauen will.

Wechselstrom- und Drehstrommaschinen. Abgesehen von den elektrolytischen Arbeiten, für die sie natürlich ausgeschlossen sind, können sie zu allen Zwecken Verwendung finden. Sie kommen in erster Linie für die Erzeugung des heißen elektrischen Lichtbogens für chemische Zwecke (Karbid-, Aluminiumdarstellung) in Frage. Wechselströme sind auch da am Platze, wo es sich darum handelt, von einer Maschine Ströme verschiedener Spannung entnehmen zu können, da nur sie mit Leichtigkeit und ohne große Verluste transformiert werden können.

Auf Einzelheiten der Wechsel- und Drehstrommaschinen einzugehen, würde zu weit führen. Es genüge, darauf hinzuweisen, daß **Wechselströme** Ströme sind, die, von 0 ansteigend, eine bestimmte Stärke erreichen, dann wieder bis 0 abnehmen, ihre Richtung ändern und dieselbe Stärke in negativer Richtung erreichen, um darauf wieder bis 0 abzunehmen und dieselbe „Periode“ von neuem zu durchlaufen. Die Anzahl dieser Perioden ist eine sehr große. Sie hängt ebenso, wie das Maximum der Spannung von den Dimensionen (Anzahl der Pole) der Maschine und der Anzahl der Umdrehungen ab und beträgt bei einer Maschine mittlerer Dimension etwa 50—100 in der Sekunde.

Bei den Wechselstrommaschinen steht gewöhnlich der Anker fest, während die Elektromagnete gegen denselben bewegt werden. Da von einem remanenten Magnetismus hier natürlich nicht die Rede sein kann, muß dem Magneten der Strom von einer Hilfsmaschine — der Erregermaschine — zugeführt werden. Diese ist meist auf derselben Achse montiert, wie die Hauptmaschine selbst.

Drehströme sind Wechselstromkombinationen, bei denen die einzelnen Phasen — Nullpunkte, Maxima, Minima — infolge der eigenartigen Wicklung des Ankers räumlich und zeitlich zueinander verschoben sind. Wenn z. B. innerhalb einer Periode des einen Wechselstromes noch zwei andere in gleichen Intervallen den Nullpunkt passieren und der vierte endlich wieder mit dem ersten zusammenfällt, so hat man die viel verwendeten sog. Dreiphasenströme, zu deren Ableitung eine dreifache Leitung nötig ist.

Eine **Akkumulatorenanlage** wird in allen den Fällen eine notwendige Ergänzung der Dynamomaschine sein, in denen der Stromverbrauch hinsichtlich der Zeit und der Menge stark wechselt. Die Akkumulatoren sind Apparate, die imstande sind, einen in sie hineingeschickten Strom durch chemische Vorgänge in potentielle Energie umzuwandeln und diese nach beliebiger Zeit wieder in Form eines entgegengesetzt gerichteten — elektrischen Stromes abzugeben. Die Akkumulatorenbatterie besteht aus Elementen, Zellen in Form von Glas- oder anderen Kästen, in denen Bleiplatten in verdünnte Schwefelsäure tauchen. In einer Zelle befindet sich gewöhnlich eine ungerade Zahl von Platten. Die Platten 1, 3, 5 . . . sind die negativen, 2, 4, 6 . . . die positiven Platten. Die negativen und die positiven sind gegeneinander isoliert, unter sich aber verbunden. Beide sind mit Bleioxyden bedeckt.

Beim Laden schickt man den Strom der Dynamomaschine durch die positiven Platten, von denen er durch die Säure in die negativen geht, um dann die Batterie zu verlassen. Hierbei verändert sich die Masse der Platten chemisch, indem das Bleioxyd der positiven Platten zu Bleisuperoxyd oxydiert und das der negativen Platten zu schwammigem Blei reduziert wird. Nach einem gewissen Zeitraum sind die Zellen „geladen“, was man daran erkennt, daß sie zu „kochen“ anfangen, richtiger, daß die Bildung von Gasblasen erfolgt. Die Spannung der Zelle hat jetzt ungefähr 2,35 Volt erreicht. Wenn nun der Strom unterbrochen wird, so können durch Einschaltung der Batterie in einen äußeren Stromkreis die Zellen jederzeit unter Umkehrung des chemischen Prozesses Energie in Form eines dem Ladestrom entgegengesetzt gerichteten Endladestromes abgeben, so daß der Strom von den + Platten zunächst durch den äußeren Stromkreis in die - Platten geht und dann durch die Säure zu den + Platten zurückkehrt. Hierbei reduziert sich das Bleisuperoxyd zu Oxyd und das Blei wird oxydiert. Die Batterie ist praktisch erschöpft, wenn ihre Spannung je Element auf 1,8 Volt gesunken ist. Bei der Ladung, Entladung usw. sowie betreffs der Stärke und Reinheit der Schwefelsäure ist eine Reihe von Vorsichtsmaßregeln zu beobachten, über welche jede Akkumulatoren liefernde Firma ausführliche Anweisungen gibt. Alkalische Edisonakkumulatoren sind noch wenig in Gebrauch.

Soll der von der Dynamomaschine oder den Akkumulatoren gelieferte Strom für Kraftzwecke benutzt werden, so muß er von der positiven Klemme an die Verbrauchsstelle geführt, dort vermittels eines Elektromotors in kinetische Energie verwandelt und dann zur negativen Klemme der Maschine oder Batterie zurückgeleitet werden.

Der **Elektromotor** ist im allgemeinen nichts weiter, als eine Dynamomaschine. Jede Dynamomaschine kann als Motor betrachtet werden. Wenn die Dynamomaschine A_1 in Fig. 83, durch eine äußere Kraft in der Richtung des Pfeiles gedreht, einen Strom von K_1 über L_1 durch den Motor A_2 , diesem eine Rotation in der Richtung des Pfeiles erteilend, über L_2 nach K_2 sendet, so würde umgekehrt, wenn

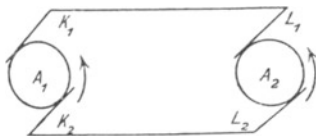


Fig. 83.

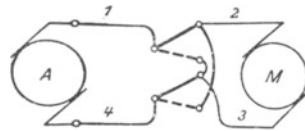


Fig. 84.

man A_2 als Dynamo und A_1 als Motor betrachtet und A_2 durch eine äußere Kraft in der Pfeilrichtung herumdreht, ein Strom entstehen, der, gegen den anderen gerichtet, jetzt A_1 eine Rotation in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung verleiht. Durch einfache, aus Fig. 84 ersichtliche Umschaltung kann man die Umdrehungsrichtung des Motors ändern. Wenn bei der voll linierten Schaltung der Strom

A12M34 den Motor *M* in der Richtung des Pfeiles der Fig. 83 herumdreht, so genügt die Umschaltung in die punktierte Stellung und der Strom *A13M24* erteilt dem Motor die entgegengesetzte Richtung. Der bei allen Elektromotoren zur langsamen Einführung des Stromes stets vorhandene Anlaßwiderstand ist in den Skizzen weggelassen.

Durch zu schnelles Anlassen entstehende Stromstöße sind den Elektromotoren sehr schädlich. Es muß deshalb auf ein langsames Einschalten besonderes Gewicht gelegt werden; auch sind u. U. Umkehranlaßwiderstände nötig.

Entsprechend dem vorhandenen Strome (Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom) gibt es auch verschiedene Motor Konstruktionen. Drehstrommotoren haben den Vorteil, keine schleifenden Kontakte zu besitzen und daher auch in dieser Hinsicht keiner Reparaturen zu bedürfen; auch ist ihre Anlage die billigste.

Um einen Anhalt für die Größe einer für die Beleuchtung nötigen Maschine oder Akkumulatorenbatterie zu bekommen, vergegenwärtige man sich, daß z. B. eine 16kerzige Glühbirne (Kohlenfaden) einen Energieverbrauch von 30—50 Watt, eine Bogenlampe von 300—500 Kerzen einen solchen von etwa 250—400 Watt hat. Die Glühlampen sind gewöhnlich für 110 Volt und die Bogenlampen für 50 Volt Spannung konstruiert. Daher werden letztere, wenn die Spannung des Stromes in dem Leitungsnetze 110 Volt beträgt, paarweise geschaltet. Moderne Glühlampen verbrauchen je Kerze nur noch $\frac{1}{2}$ —1 Watt.

Zur Abschätzung des Kraftverbrauches der Dynamomaschine sei daran erinnert, daß 1 Kilowatt = 1,36 PS. ist, und daß eine gute Dynamomaschine mit einem Nutzeffekt von etwa 80% arbeitet (einschließlich der Verluste durch Riemengleitung usw.).

Bei Bogenlampen für Fabrikhöfe rechnet man etwa 0,5 Kerzen pro 1 qm Bodenfläche, für Fabriksäle 3—5 Kerzen. Bei Glühlampen rechnet man für 10 qm Bodenfläche etwa eine 16kerzige Lampe.

Die Umwandlung der elektrischen Energie im Elektromotor hat einen Verlust von etwa 20% zur Folge.

Diese Angaben sind natürlich nur ganz allgemein gültig und können je nach der verlangten Abweichung in der Helligkeit erheblichen Schwankungen unterworfen sein.

Die Elektrifizierung der Betriebe hat in der neuesten Zeit außerordentliche Fortschritte zu verzeichnen. Der Elektromotor hat sich in den verschiedensten Ausführungsformen sehr gut den vielgestaltigsten Anforderungen anpassen können. Motore werden mit Kupfer- und Aluminiumwicklung gebaut.

Die Großhandlungen boten im Herbst 1920 neue Motore mit Kupferwicklung zu nachfolgenden Preisen an: Drehstrommotore mit Kurzschlußanker und Riemenscheibe: $\frac{1}{5}$ PS, 110 Volt, Preis 600 M.; $\frac{1}{5}$ PS, 110/220 Volt, Preis 800 M.; 1 PS, 220/380 Volt, Preis 1640 M.; 1 PS., 380/660 Volt, Preis 1640 M.; 1,5 PS., 380/660 Volt, Preis 2050 M.; 2 PS., 220/380 Volt, Preis 2400 M.; 2 PS., 380/660 Volt, Preis

2400 M.; 2,3 PS., 220/380 Volt, Preis 2500 M.; 3 PS., 380/660 Volt, Preis 2870 M.

Drehstrommotore mit Schleifringanker und Riemenscheibe: 1 PS., 220/380 Volt, Preis 2070 M.; 2,99 PS., 220/380 Volt, Preis 3800 M.; 4,08 PS., 220/380 Volt, Preis 4500 M.; 5 PS., 220/380 Volt, Preis 5100 M.; 5,1 PS., 220/380 Volt, Preis 5200 M.; 5,44 PS., 220/380 Volt, Preis 5500 M.; 6 PS., 220/380 Volt, Preis 5828 M.; 7,48 PS., 220/380 Volt, Preis 6450 M.; 15 PS., 220/380 Volt, Preis 10 200 M.

Gleichstrommotore mit Riemenscheibe: $\frac{1}{4}$ PS., 110 Volt, Preis 590 M.; 1 PS., 440 Volt, Preis 2170 M.; 1,02 PS., 220 Volt, Preis 2170 M.; 1,5 PS., 440 Volt, Preis 2800 M.; 1,5 PS., 220 Volt, Preis 2800 M.; 2 PS., 220 Volt, Preis 3320 M.; 2,04 PS., 220 Volt, Preis 3350 M.; 3 PS., 470 Volt, Preis 4500 M.; 3,6 PS., 470 Volt, Preis 4850 M.; 4,08 PS., 470 Volt, Preis 5200 M.; 5,03 PS., 470 Volt, Preis 5800 M.; 6 PS., 440 Volt, Preis 6400 M.; 7,2 PS., 440 Volt, Preis 7000 M.; 10 PS., 440 Volt, Preis 9050 M.; 21 PS., 110 Volt, Preis 19800 M.; 28 PS., 110 Volt, Preis 24 000 M.; 34 PS., 110 Volt, Preis 28 000 M.

Man unterscheidet in den Fabrikbetrieben elektrischen Einzel- und Gruppenantrieb. Bei ersterem hat jeder zu betreibende Apparat seinen Motor für sich, bei letzterem versorgt ein Motor durch Transmission und Riemen oder in sonst geeigneter Weise eine Anzahl von Apparaten. Die größere Anzahl von anzuschaffenden Motoren wird im ersten Fall durch vermehrte Betriebssicherheit aufgewogen. Flüssigkeits- und gasdicht gekapselte Motore finden vielfach Verwendung.

Von den Apparaten der Schwachstromtechnik, Alarm- und Signalvorrichtungen, Fernmeldern und Telephonen sollte ein moderner Betrieb stets so viel als möglich Gebrauch machen.

Die Stromleitung geschieht im Freien durch blanke Leitungen aus reinstem Kupfer oder Aluminium. Auf die Einzelheiten des Leitungsbaues einzugehen, ist hier nicht der Ort. Im Innern der Fabrikräume werden meist isolierte Leitungen zu verwenden sein. In Räumen, in denen die Leitungen dem Einflusse von Säuredämpfen ausgesetzt sind, müssen Bleikabel verwendet werden. Da, wo durch etwa überspringende Funken Feuergefahr eintreten kann, sind die Leitungsstellen gut zu verlöten und alle Einschaltkontakte u. dergl. zu vermeiden. Der Strom wird dann außerhalb der Räume eingeschaltet und unterbrochen. Die Verteilungsdosen der elektrischen Leitungen sind immer an solchen Stellen anzubringen, die stets, auch bei veränderter Ausnutzung der Räume, zugänglich bleiben. Ein Kabel- und Leitungsplan (Schaltungsschema) sollte stets zur Hand sein!

Von dem Verbande deutscher Elektrotechniker sind Sicherheitsvorschriften herausgegeben, die für den Bau und die Wartung elektrischer Anlagen schon den Versicherungsgesellschaften gegenüber zur Richtschnur zu nehmen sind.

Sollten, wie es in einer Fabrik bisweilen vorkommen kann, ohne Hilfe des Elektrotechnikers Abzweigungen oder Verlegungen am vorhandenen Leitungsnetze ausgeführt werden, so ist darauf zu achten, daß die Verbindung der Leitungsdrähte sehr sorgfältig geschieht. Die betreffenden zu verbindenden Drähte werden auf eine gewisse Länge ganz blank geputzt und fest gegeneinander gepreßt oder noch besser gelötet und dann gemeinschaftlich wieder mit Isoliermasse bewickelt. Oder man bedient sich sog. Verbindungs- oder Abzweigungsmuffen, die nach der Verbindung mit Isoliermasse ausgegossen werden. Bei fehlerhafter Ausführung können Funken und Brände entstehen, deshalb übertrage man solche Arbeiten, wenn die Möglichkeit einer besonderen Feuersgefahr besteht, immer gelernten Elektrotechnikern.

Der Stromverlust im Leitungsnetz wird sich bei der für die Lampen üblichen Spannung von 110 Volt und nicht zu großer Ausdehnung bei einigermaßen sachgemäßer Anlage in mäßigen Grenzen halten und 10—20% nicht übersteigen.

Elektrotechnische Maßeinheiten.

Volt: Die Einheit der Spannung (d. h. des Druckes), unter welchem der elektrische Strom den Leiter durchfließt, heißt das Volt (V.). 1 Volt ist ungefähr gleich der elektromotorischen Kraft eines Daniell-Elementes.

Ampère: Das Maß für die Stromstärke ist das Ampère (Amp.). 1 Amp. ist die Stärke desjenigen Stromes, der mit der Spannung 1 Volt einen Leiter vom Widerstande 1 Ohm durchfließt.

Ohm: Die Einheit des Widerstandes, den ein Leiter dem Stromdurchgange entgegengesetzt, heißt das Ohm (Ω). 1 Ω ist gleich dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 1,063 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0° C.

Watt: Die Leistung (Energie) eines elektrischen Stromes von 1 Amp. bei 1 Volt Spannung (= 1 Amp. \times 1 Volt) heißt das Volt-Ampère oder Watt. 1 Kilowatt = 1000 Watt. 736 Watt = 1 PS.

Wattstunde ist diejenige Arbeit, welche ein Strom von 1 Amp. Stärke bei 1 Volt Spannung in einer Stunde leistet.

Coulomb: Die Elektrizitätsmenge, welche von der Stromstärke 1 Amp. in einer Sekunde befördert wird, heißt 1 Coulomb.

Kapazität einer Akkumulatorenbatterie ist diejenige Elektrizitätsmenge, welche die geladene Batterie bei der Entladung abgibt. Die Kapazität wird gemessen nach Amp.-Stunden. 1 Amp.-Stunde = 3600 Coulomb.

Kraftübertragungen.

Die Übertragung der Kraft von dem Orte ihrer Erzeugung nach dem des Verbrauches geschieht außer durch Dampf, elektrische Fernleitungen usw. durch Transmissionen, Druckleitungen und durch Gas.

Transmissionen.

Die Transmission ist die verbreitetste Art der mechanischen Kraftübertragung in chemischen Betrieben. Die Triebwerke, welche die Kraft von den Motoren auf die Arbeitsmaschinen übertragen, heißen auch Zwischenmaschinen.

Zu einer Transmissionsanlage gehören die Wellen und deren Lagerungen, die Räder und die Scheiben. Nach der Kraftübertragungsart unterscheidet man Zahnräder- und Friktionsrädertriebe, Ketten- und Riementriebe und Hanf- und Seiltriebe.

Die Wellen sollen ebenso, wie die Scheiben, nicht schwerer sein, als es die Festigkeit verlangt, denn jedes Zuviel bedingt nutzlosen dauernden Kostenverbrauch. Als Material dient gewöhnlich Schmiedeeisen; für auf Verdrehung beanspruchte Wellen eignet sich besonders Walzeisen oder Stahl, für auf Biegung beanspruchte — durch 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. Der Wellendurchmesser d für N Pferdestärken und n Umdrehungen in der Minute kann nach der modifizierten Reuleauxschen Formel:

$$d = 120 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}$$

berechnet werden.

Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Wellendurchmesser gelten für schwere, unruhig arbeitende Wellen aus Schmiedeeisen. Für solche mit gleichmäßigem Widerstande genügt 0,75 der Werte. Gußeiserne Wellen erhalten die doppelte Stärke, aus Stahl hergestellte können um 20–30% schwächer sein, so daß z. B. eine Stahlwelle für gleichmäßigen ruhigen Gang bei 100 Umdrehungen in der Minute für 5 PS. nicht 60, sondern nur:

$$60 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} = 34 \text{ mm}$$

stark zu sein braucht.

Schneller laufende Wellen können bei gleicher Beanspruchung leichter gebaut werden, als langsamer laufende. Sie werden also billiger sein, dafür müssen sie und ihre Scheiben sorgfältiger montiert und ausbalanciert werden, denn alle Ungleichheiten erhöhen mit der Steigerung der Geschwindigkeit die Erschütterungen. 150 Umdrehungen in der Minute kommen häufig vor.

Bei langen Wellensträngen sind die Stärken der einzelnen Wellenstücke in dem Maße zu verringern, wie die Kraftabgabe bereits stattgefunden hat.

Der Abstand der Lager richtet sich nach der Beanspruchung und der Dicke der Wellen. Er beträgt für solche unter 50 mm Durchmesser rund 2 m, für 50–70 mm starke Wellen etwa 2,5 m und für stärkere 3 m.

Der in dem Lager sich drehende Wellenteil heißt der Wellenhals oder die Laufstelle, die niemals schwächer sein soll, als die Welle selbst. Die einzelnen 4—6, bei über 50 mm Durchmesser bis 8 m langen Wellenstücke laufen immer mindestens in zwei Lagern und werden miteinander durch in der Nähe der Lager befindliche Kupplungen verbunden, die fest, etwas beweglich oder durch Ausrückvorrichtungen lösbar sind. Feste Kupplungen haben meist die Form von Hülsen oder Scheiben (Fig. 85 und 86). Die beweglichen Kupplungen lassen eine kleine Bewegung der Wellenenden zueinander zu und werden als Ausdehnungs- und Gelenkkupplungen gebaut. Die Ausrückkupplungen bestehen aus zweiteiligen Hülsen, von denen die eine in der Wellenrichtung verschiebbar ist. Die Verbindung beider Teile geschieht durch Zähne (Klauenkupplung) oder einfach mit Hilfe der Reibung (Friktionskupplung).

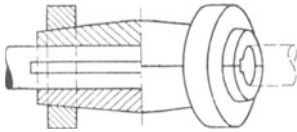


Fig. 85.

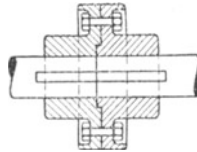


Fig. 86.

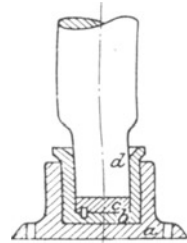


Fig. 87.

Je nach der vertikalen oder horizontalen Lagerung der Welle spricht man von Stützlagern oder Traglagern. Zu den ersteren gehört das Fußlager (Fig. 87), wenn es den Fuß einer stehenden Welle unterstützt. Es besteht im wesentlichen aus der Spurbuffe *a*, die ihrerseits die Spurbüchse *b* und die nicht drehbare, aus sehr festem Material hergestellte Spurplatte *c* enthält, von denen das Wellenende, der Spurzapfen *d*, getragen wird. Die Schmierung des Zapfens ist den Anforderungen entsprechend verschieden.

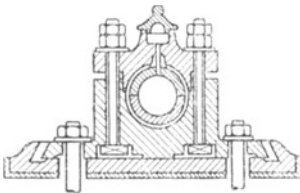


Fig. 88.

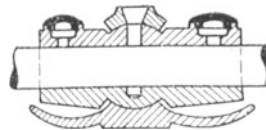


Fig. 89.

Die Traglager der horizontalen Wellen sind für die verlangten Befestigungsarten als Steh-, Hänge- und Wand- oder Konsollager ausgebildet; dementsprechend wird der Lagerkörper auf der Sohlplatte, dem Hängebock oder der Konsole befestigt. In dem Lagerkörper befinden sich zwei halbzyklindrische Lagerschalen, welche die Lager tragen (Fig. 88).

Durchmesser der Wellen in Millimeter.

PS.	Umdrehungen in der Minute:																	
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	400
1	60	50	45	40	40	40	40	35	35	34	35	35	30	30	30	30	30	30
2	70	60	55	50	45	45	45	40	40	40	40	40	40	35	35	35	35	35
3	75	65	60	55	50	50	50	45	45	45	45	40	40	40	40	40	40	40
4	85	70	65	60	55	55	50	50	50	45	45	45	45	45	45	45	45	40
5	85	75	65	60	60	55	55	55	50	50	50	45	45	45	45	45	45	45
6	90	75	70	65	60	60	55	55	55	50	50	50	50	50	45	45	45	45
7	95	80	70	70	65	65	60	55	55	55	55	55	50	50	50	50	50	45
8	100	85	75	70	65	65	60	60	60	55	55	55	50	50	50	50	50	45
9	100	85	75	70	70	65	60	60	60	60	55	55	55	55	50	50	50	50
10	105	90	80	75	70	65	65	65	60	60	60	55	55	55	55	55	55	50
11	105	90	80	75	70	70	65	65	60	60	60	60	55	55	55	55	55	50
12	110	90	85	75	75	70	70	65	65	60	60	60	60	55	55	55	55	50
13	110	95	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	60	60	60	55
14	110	95	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	60	60	60	55
15	115	95	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	60	60	60	55
20	125	105	95	85	85	80	75	75	70	70	70	65	65	65	65	65	65	60
25	130	110	100	90	85	85	80	80	75	75	70	70	70	70	65	65	65	60
30	135	115	105	95	90	85	85	80	80	75	75	75	70	70	70	70	65	60
35	140	120	105	100	95	90	85	85	80	80	80	75	75	75	75	75	70	70
40	145	120	110	105	100	95	90	85	85	85	80	80	80	75	75	75	70	70
45	150	125	115	105	100	95	95	90	85	85	85	80	80	80	75	75	75	70
50	155	130	115	110	105	100	95	90	90	85	85	85	80	80	80	80	75	75
60	160	135	125	115	110	105	100	95	95	90	90	85	85	85	85	85	80	75
70	165	140	125	120	110	105	105	100	95	95	95	90	90	85	85	85	80	80
80	170	145	130	125	115	110	105	100	100	100	95	95	90	90	90	90	85	85
90	175	150	135	125	120	115	110	105	105	100	100	95	95	95	90	90	85	85
100	180	155	140	130	125	115	115	110	105	105	100	100	95	95	95	95	90	85
125	190	160	145	135	130	125	120	115	110	110	105	105	105	100	100	95	90	90
150	200	170	155	145	135	130	125	120	115	115	110	110	105	105	105	100	95	90
175	210	175	160	150	140	135	130	125	120	120	115	115	110	110	105	105	105	105
200	220	180	165	155	145	140	135	130	125	125	120	115	115	115	110	105	105	105

Die Lager sollen der Welle eine möglichst große Auflagefläche bieten, um die Abnutzung und den Schmiermaterialverbrauch auf ein Minimum zu beschränken. Das Schmiermaterial soll der ganzen Lauffläche zugeführt und nach der Schmierung in geeigneten Behältern aufgefangen werden. Sein Eintritt in die Fundamente ist zu verhüten.

Endlich soll das Lager leicht zugänglich sein und sich leicht montieren bzw. auswechseln lassen. Seine günstigste Länge ist, wie die

Praxis lehrt, gleich dem vier- bis fünffachen des Wellendurchmessers.

Die Wellenlager weisen viele Spezialkonstruktionen auf. So hat das sehr verbreitete amerikanische oder Sellerslager (Fig. 89) infolge kugeligter Ansätze und entsprechender Höhlungen in dem Lagerkörper bewegliche Schalen, wodurch bei einer Durchbiegung eine Schrägstellung mit der Welle ermöglicht und eine einseitige Abnutzung vermieden wird. Das Zieglersche elastische Lager besitzt im Lagerkörper und in den Lagerschalen Rillen für die Aufnahme von Gummipuffern zur Abschwächung von Stößen und zur Beweglichmachung des Lagers; es ist z. B. für den Antrieb von Zerkleinerungsmaschinen und sonstigen mit Unregelmäßigkeit in der Bewegung verbundenen Getrieben recht zweckmäßig.

Die Ringschmierlager, auch Ölkammer- oder Sparlager genannt, sind für Dauerbetriebe unentbehrlich geworden. Die Schmierung dieser Lager erfolgt durch einmalige Auffüllung der an denselben befindlichen Ölkammern, aus welchen das Öl durch die um die Welle laufenden Ringe oder Kettenringe immer wieder auf die reibenden Flächen gebracht wird. Bei Verwendung von nicht harzendem Mineralöl können die eingelaufenen Lager ein halbes Jahr lang, ohne heiß zu werden, in Betrieb bleiben. Sie tropfen nicht.

Über die verschiedenartigen Schmiervorrichtungen zur Verminderung der Reibung zwischen Welle und Lager ist in dem Kapitel über die „Instandhaltung der Apparatur“ das Wichtigste gesagt. Zur Schmierung der Transmissionen dient zweckmäßig das gereinigte Abfallöl der Dampfmaschinen.

Zur Vermeidung der Verschiebung der Welle und der Scheiben in der Längsrichtung dienen die Stellringe. Stellringe sind genau auf die Welle passende Ringe aus Guß- oder Schmiedeeisen, die auf diesen meist mit versenkten Schrauben befestigt sind, sich gegen die Lager und Scheiben stützen und sie so in einer bestimmten Lage festhalten. Die meist aus einem geschlossenen Stück bestehenden Stellringe sind gleich bei der Anlage der Welle in der vorauszu- sehenden Anzahl auf dieselbe zu stecken. Nach Montierung der Welle verwendet man vorteilhaft die geteilten Stellringe, die aber 2—3 mal teurer sind, als die ungeteilten.

Fehler der Wellenleitung sind mit der Wasserwage und dem Lote zu erkennen; sie machen sich durch Warmlaufen trotz genügender Schmierung, durch Rücken der Kupplungen und durch Abspringen der Riemen bemerkbar; auch sieht man bei nicht zentralem Laufe die Welle schon mit bloßem Auge »atmen«. Die Fehler können in sorgloser Aufstellung, Verbiegung, schlechter Befestigung der Lager, einem Sinken der Fundamente und endlich einem Verschleiß der Zapfenlager und Lagerschalen begründet sein, die ihrerseits durch das Gewicht der Welle, die Art der Schmierung usw. abgenutzt werden können.

Der **Zahnradtrieb** besorgt die direkte Kraftübertragung durch Räder, die mit den an ihnen befindlichen Zähnen ineinander greifen.

Die Geschwindigkeitsübersetzung ist umgekehrt proportional dem Größenverhältnis der Räder und die Zahlen der Zähne beider Räder verhalten sich wie die Durchmesser.

Parallel laufende Wellen werden mit Stirnrädern verbunden, dagegen geschieht die Übertragung durch Kegelräder (Fig. 90), wenn die Wellen einen Winkel miteinander bilden, und schließlich mit Hyperbelrädern, wenn sie sich kreuzen. Die Zähne der Kreisräder sind, um das Übersetzungsverhältnis konstant zu halten, nach bestimmten Kurven geformt, aus denen sich die Zykloidenverzahnung und die Evolventenverzahnung ergeben. Die Zahnräder ersterer

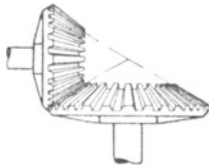


Fig. 90.

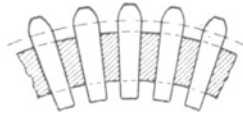


Fig. 91.

Art sind die verbreitetsten (z. B. beim Kranbau). Ihre Achsenentfernung ist unveränderlich und die Reibung in ihnen ist geringer, als in denen der letzteren Art, deren Achsenentfernung in kleinen Grenzen veränderlich ist.

Die exakte Ausführung der Zahnräder, die häufig ungleichmäßig und stoßweise beansprucht werden, ist für ihren ruhigen Gang von ausschlaggebender Wichtigkeit. Um das Geräusch bei schneller Umdrehung zu mäßigen, läßt man oft eiserne Zahnräder mit hölzernen zusammen arbeiten. Compoundräder haben eiserne Zähne, deren arbeitende Flächen mit Holzbacken versehen sind. Die hölzernen, Kämmen oder Kammern genannten Zähne der Kammräder (Fig. 91) können nach der Abnutzung leicht erneuert werden; es werden zu diesem Zwecke für die in Frage kommenden Räder Reservezahnsätze vorrätig gehalten. Für einen ruhigen, sanften Gang ist es absolut notwendig, die Zahnräder ordentlich zu schmieren; es geschieht das während des Ganges auf der auseinandergehenden Seite. Die andere Seite, wenn nicht das ganze Rad, soll aus Sicherheitsgründen eingekapselt sein. Die Notwendigkeit einer übermäßigen Schmierung ist ein sicheres Zeichen dafür, daß etwas an der Welle oder an der Aufstellung der Räder selbst nicht in Ordnung ist.

Wo es nur immer angeht, sollte der Zahnradantrieb durch Riemenantrieb ersetzt werden, denn er besitzt vor letzterem den Nachteil eines bedeutenden Kraftverlustes, schwerer, teurer für die Räder notwendigen Lagerkonstruktionen und eines beständigen, selbst von bestausgeführten Rädern verursachten Geräusches, das alle anderen übertönt, an denen sonst unter Umständen Undichtigkeiten der Apparatur und sonstige Betriebsunregelmäßigkeiten erkannt werden könnten.

Bei dem Zahnstangenantrieb greift ein Zahnrad in die mit Zähnen versehene, geradlinig geführte Stange; bei Arbeitsmaschinen

für die Bewegung von Stampfern und Krüken ist dieser Antrieb die geeignetste Form.

Die Friktions- und Reibungsräder reihen sich den Zahnrädern an. Sie sind hauptsächlich da im Gebrauch, wo außer einem sanften, geräuschlosen Gange eine gewisse Nachgiebigkeit und ein schnelles Ausrücken verlangt wird, wie bei Zentrifugen, Aufzügen, Wickelmaschinen, Bohrmaschinen, Stanzen usw. Besonders charakteristisch ist bei ihnen die Möglichkeit einer allmählichen Geschwindigkeitsänderung und einer Umkehrung der getriebenen Welle bei gleichbleibender Antriebswelle. Die Wellen dieser Friktionsräder stehen rechtwinklig zueinander und die getriebene Rolle ist auf der Welle verschiebbar.

Das Grissongetriebe ist für große Übersetzungen (1:5 bis 1:100) bestimmt und ersetzt doppelte bis dreifache Vorgelege. Es ist durch seine gedrungene Konstruktion ausgezeichnet, die aus der Fig. 92 verständlich wird. Zwei gleiche, um 180° versetzte, unrunde Scheiben

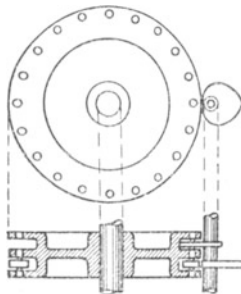


Fig. 92.

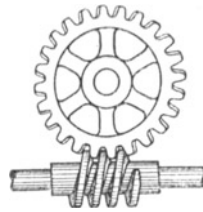


Fig. 93.

der schnell laufenden Welle greifen abwechselnd in die peripherisch gestellten Bolzen einer Scheibe der zweiten Welle ein. Das Verhältnis beider Wellengeschwindigkeiten ist 1 zu der halben Anzahl der Bolzen

Das Schneckenrad (Fig. 93) besteht aus einem Zahnrad, dessen Zähne in einer Schraubenlinie stehen, in welche eine dazu rechtwinklig liegende, gegen seitliche Verschiebung gesicherte Schraube eingreift. Abgesehen von dem Übelstande einer sehr großen Zahnreibung, ermöglicht dieses Getriebe eine sehr große Übersetzung vom schnellen zum langsamen Gang.

Der Riementrieb ist unter den gewöhnlichsten Betriebsverhältnissen der einfachste; er ist daher am verbreitetsten. Er dient sowohl zur Kraftübertragung vom Schwungrad auf die Hauptwelle, als auch von dieser auf andere und auf die Arbeitsmaschinen; mit Hilfe von Leitrollen und Riemenkreuzungen können schließlich Kräfte in jeder beliebigen Lage der Welle übertragen werden.

Für Riementriebe gilt als Hauptbedingung hinsichtlich des richtigen Laufs der Riemen, daß die Mittellinie des auflaufenden Riemens

stets in die Mittelebene der Scheibe fällt, der er zuläuft, gleichgültig ob der Riemen offen, geschränkt oder über Rollen geführt ist.

Der Anwendung des Riemetriebes sind nur Grenzen gezogen durch die Weite der Kraftübertragung, da dann Seiltrieb vorteilhafter wird. Als geringste Entfernung gilt bei horizontalem Trieb die Summe der beiden Scheibendurchmesser + 2 m, bei vertikalem Trieb etwa 2 m mehr. Zu kurz gespannte Riemen sind möglichst zu vermeiden, da das Riemengewicht dann nicht mehr zur Erzeugung der erforderlichen Spannung ausreicht und ein häufigeres Nachspannen nötig ist, wenn nicht eine Druck- oder Spannrolle angeordnet ist.

Die Montierung der Riemenscheiben muß natürlich ebenfalls sehr sorgfältig geschehen. Der Riemen darf nicht schlagen; schief aufgesetzte Scheiben lassen den Riemen abspringen. Als Material für die Riemenscheiben dient Guß- und Schmiedeeisen, auch Holz hat sich gut bewährt.

Den hölzernen Scheiben werden folgende Vorteile gegenüber den eisernen nachgerühmt: große Leichtigkeit und dadurch bedingte bessere Ökonomie, 15–20% größere Kraftübertragung infolge günstigerer Haftung der Riemen, eine bequeme Befestigung, da sie ein geringes Gewicht haben, zweiteilig sind und nur festgeklemmt zu werden brauchen, Vermeidung des Zerspringens, wie es bei gußeisernen Scheiben und ruckweisem Antriebe vorkommen kann, und schließlich ein um die Hälfte billigerer Preis. Genügende Festigkeit, verbunden mit großer Leichtigkeit, ist auch hier anzustreben. Riemenscheiben aus Holzstoff besitzen ebenfalls eine außerordentliche Festigkeit.

Die Riemenscheiben werden meist, ob sie aus Holz oder Eisen bestehen, der bequemen Montage halber in zwei durch Schrauben zu vereinigenden Hälften auf die Welle geklemmt. Größere Scheiben sind aber besser mit Keilen auf der Welle festzuhalten.

Die günstigste Übersetzung haben Scheiben in dem Größenverhältnis von 1:1 bis 1:2 und innerhalb eines Winkels von 45° , der aus der Verbindungslinie ihrer höchsten Punkte und der Horizontalen gebildet wird. Bei dem geringsten Achsenabstand der Scheiben sollte ein Verhältnis der Scheiben von 1:5 nicht überschritten werden. Muß dies aber dennoch geschehen, dann empfiehlt sich die Anbringung einer Leitrolle zur Vergrößerung des Reibungsweges auf der kleineren Scheibe (Fig. 94). Wenn man sich auch nicht immer nach diesen günstigsten Abmessungen der Scheiben wird richten können, so können sie immerhin zur Orientierung für die Gesamtaufstellung und für die Wahl hinsichtlich der Größe der zu beschaffenden Scheiben dienen.

Ein Verlust an Geschwindigkeit tritt durch Rutschen der Riemen auf der Scheibe ein und beträgt meist 2–5%. Um ihn möglichst zu verringern, muß die Scheibe glatt gedreht und poliert sein. Zuweilen tut ein Belegen der Scheibe mit Leder gute Dienste. Das Bestreuen der Riemen mit Kolophonium ist zwar vorübergehend sehr wirkungsvoll, der Haltbarkeit derselben auf die Dauer aber nachteilig.

Gutes Riemenwachs leistet dagegen wertvolle Dienste. Die Breite der Scheiben ist immer um etwa $\frac{1}{5}$ größer, als die des Riemens und der Durchmesser derselben sollte niemals weniger, als das Hundertfache der Riemenstärke betragen.

Die Riemenscheiben pflegen nach der Kranzmitte zu gewölbt, ballig, zu sein, weil diese Form den Riemen fester hält. Dies trifft natürlich nicht auf die Doppelscheiben zu, welche ja den Riemen bald auf der einen, bald auf der anderen Hälfte laufen lassen. Spurkränze werden nur im allernotwendigsten Falle an wagerechten Scheiben angebracht (Fig. 95), da sie oft weniger nützen können, als sie Schaden anrichten, wenn nämlich der Riemen auf dem Kranze läuft, dann zerrißt und abfällt.

Zur willkürlichen Mitbewegung der angetriebenen Welle und der Antriebswelle erhält letztere eine Scheibe von der doppelten Breite des Riemens, während die erstere zwei nebeneinandergestellte Scheiben

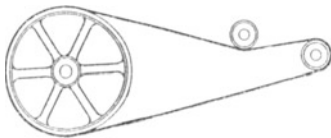


Fig. 94.

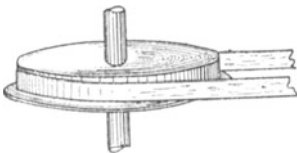


Fig. 95.

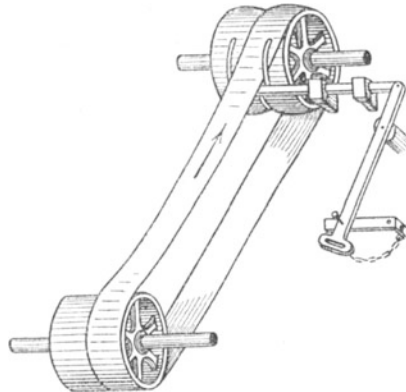


Fig. 96.

einfacher Breite trägt (Fig. 96), von denen die eine fest, die andere lose auf der Welle sitzt und die sog. Los- oder Leerscheibe bildet.

Mit Hilfe eines Riemenaustrückers kann nun der Riemen während des Ganges von der einen auf die andere Welle gedrückt und die Hinterwelle ein- und ausgeschaltet werden. Der Austrücker soll für den Betrieb, wie für den Leerlauf leicht und sicher feststellbar sowie bequem zu bedienen sein. Infolge schwer oder schlecht zugänglicher Riemenaustrücker sind schon manche verhängnisvollen Unglücksfälle vorgekommen.

Für die Treibriemen ist Leder, wenn auch das teuerste, so doch immer noch das gebräuchlichste Material, obgleich es in den aus Baumwolle, Kamelhaaren oder Gummi hergestellten Geweben nach und nach starke Konkurrenten erhalten hat. Von den zahlreichen Ersatzriemen der Kriegezeit haben sich nur Textil- bzw. Papiergeweberiemen für leichten Antrieb bis heute gehalten. Feuchtigkeit und hohe Temperatur sind den Lederriemen schädlich. Jene näßt sie und läßt sie auf den

Scheiben rutschen, durch letztere werden sie dagegen trocken und brüchig. Für feuchte und feuchtwarme Räume sind die Gummieriemen — Balatariemen — mit Leinwandeinlage, sowie die Baumwoll- und auch die Kamelhaarriemen wegen ihrer großen Festigkeit geeigneter. Diese gewebten Riemen müssen aber zur Abschwächung des verkürzenden Einflusses der Feuchtigkeit gut mit Fett imprägniert sein; auch lasse man nicht außer acht, daß die aus einem Gewebe angefertigten Riemen von den Führungsgabeln leichter beschädigt werden und ihr Ein- und Ausrücken deshalb langsamer geschehen muß. Bewährt haben sich die aus Streifen geschnittenen, nicht zum Diebstahl verlockenden Hochkantlederriemen.

Die Feststellung der Länge eines Transmissionsriemens geschieht in der Praxis am einfachsten durch Umlegen einer Schnur um die zu verbindenden Riemenscheiben oder sonst nach der Formel

$$\frac{(D_1 + D_2)}{2} \pi + 2 E,$$

worin D_1 und D_2 gleich den beiden Scheibendurchmessern und E gleich der gegenseitigen Entfernung der beiden Wellen ist.

Es ist vorteilhafter, sobald es die Umdrehungsrichtung nicht verbietet, dem unteren Teil des Riemens, den „unteren Trum“, den Zug aufnehmen zu lassen. Erstens hängt dieser dann nicht so sehr durch und gefährdet den unter der Transmission liegenden Raum weniger und zweitens erhöht der durchhängende obere Teil die Reibung auf den Scheiben, wie aus Fig. 96 ersichtlich ist.

Mit den Transmissionsriemen soll immer eine bestimmte Kraft übertragen werden. Von dieser Kraft hängt nun die Breite des Riemens, seine Dicke, die Größe der Riemenscheiben und die Tourenzahl der Welle ab. In den weitaus meisten Fällen wird bei gegebener Tourenzahl der Hauptwelle, ungefähre Geschwindigkeit und feststehendem Kraftverbrauch der Arbeitsmaschine die Frage auf Feststellung der Stärke bzw. der Breite des Riemens hinauslaufen.

Nach einer, wenn auch nicht ganz genauen, so doch für die Praxis genügenden Faustregel ist die Riemenbreite B in Zentimetern gleich der Zahl der zu übertragenden Pferdekräfte mal 30 000, dividiert durch den Scheibendurchmesser D in Zentimetern, mal den Umdrehungen U in einer Minute. So wird z. B. zur Übertragung von 5 PS. für eine Scheibe von 80 cm Durchmesser und 150 Umdrehungen ein Riemen

von $\frac{5 \cdot 30\,000}{80 \cdot 150} = 12,5$ cm Breite nötig sein. Aus dieser Gleichung

folgt, daß die Riemenbreite der Scheibengröße umgekehrt proportional ist. Bei derselben Breite vermögen schneller laufende Riemen eine wesentlich größere Kraft zu übertragen, als langsam laufende oder, was dasselbe sagt: sie können bei schnellerem Lauf für die gleiche Leistung schmaler werden, wie folgende Tabelle es zeigt:

Geschwindigkeit	2	4	8	15 PS.	
	werden übertragen von				
1	160	275	500	700	} mm Riemenbreite
4	50	90	160	250	
10	25	45	80	125	

Die Riemenstärke steht zu ihrer Breite in einem ungefähren Verhältnis, so daß bei einer Breite

	von 25—60	60—100	100—200	200—400	über 400 mm
eine Stärke von	4	4—5	5	5—6	7 „

gebräuchlich ist. Natürlich kommen Abweichungen vor. Naß gereckte Lederriemen strecken sich im Gebrauch nicht so stark, wie trocken gereckte, daher ist es vorteilhafter, solche zu kaufen, weil sie von vornherein etwas dünner genommen werden können und deshalb billiger sind.

Das Verstärken der Lederriemen durch Zusammenkitten oder -nähen mehrerer Lagen wird bisweilen vorgenommen, ist aber nicht empfehlenswert. Ein einfacher Riemen ist immer haltbarer und die Leistung wird z. B. durch eine Verdoppelung nur um ein Drittel erhöht. Wenn die Umstände es verbieten, den Riemen auf das notwendige Maß zu verbreitern, was immer das beste ist, dann ist es schließlich vorteilhafter, künstliche, gewebte Riemen zu nehmen, die in jeder Dicke leicht zu beschaffen oder herstellbar sind.

Der Umstand, daß jeder neue Riemen sich meist in der ersten Zeit des Gebrauches rekt und nach einiger Zeit kürzer gemacht werden muß, hat zur Folge, daß die erste Riemenverbindung keine definitive ist und in einfachster Weise durch Krallen oder Schlösser herzustellen ist. Die richtigste Verbindung ist nachher, den Riemen endlos zu machen, d. h. die Enden des geleimten Riemens zusammenzuleimen und die des genähten zusammenzunähen. Dieses ist für schnellen Lauf, für halbgekreuzten, Winkel- und Kegelscheibenbetrieb notwendig, für gewöhnlichen offenen und gekreuzten Lauf wünschenswert.

Für jede gute Riemenverbindung ist Bedingung, daß sie nicht dicker als der Riemen wird, weshalb die Riemenenden für eine Überschlagverbindung gut abzuschärfen sind. Verdickungen bedeuten immer eine Verkürzung des Riemens, die ihrerseits zu Stößen und auch zum Bruche des Riemens führen kann.

Die Harrissche Kralle (Fig. 97) ist für nicht zu schnell laufende und nicht zu breite Riemen ein sehr bequemer Riemenverbinder, da sie mit großer Leichtigkeit eingeschlagen werden kann. Bei einer Verbindung mit Riemenschrauben (Fig. 98) müssen die Riemen so übereinandergelegt sein, daß das untere abgeschrägte Riemenende zur Vermeidung der Stöße nicht auf die Scheibe auf-, sondern von ihr

abläuft. Das Nähen der Riemen geschieht entweder nach amerikanischer Art, indem beide Enden mit sehr festem Binderiemen und geraden Stichen stumpf aneinandergenäht und auf der Außenseite gebunden werden, oder man näht sie nach Abschärfung der Enden mit schrägen Stichen und ohne zu binden übereinander.

Der Riemenspanner dient zum Aufspannen stärkerer Riemen auf die Scheiben. Riemen gewöhnlicher Breite werden meist in der Weise aufgelegt, daß sie in der richtig abgepaßten Länge um die beiden Wellen gelegt und verbunden, dann zunächst auf die angetriebene Scheibe und darauf auf die langsam drehende Antriebscheibe gedrückt werden. Das Auflegen der Riemen während des Ganges zu verbieten, läßt sich in der Praxis bei größeren Riemen kaum durchführen, denn es ist meistens ein Ding der Unmöglichkeit, einen richtig gespannten Riemen auf zwei tote Scheiben zu drücken. Wohl aber kann man verlangen, daß diese Arbeit von darin erfahrenen Leuten und mit der nötigen Vorsicht besorgt wird, indem unter allen Umständen der Gang verlangsamt und eine sofortige und zuverlässige

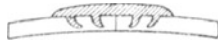


Fig. 97.

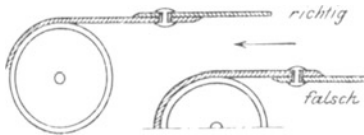


Fig. 98.

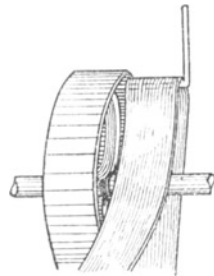


Fig. 99.

Verständigung mit dem Maschinisten ermöglicht wird. Das Aufdrücken auf die langsam drehende Antriebscheibe geschieht natürlich am richtigsten mit einem Riemenaufleger, wie es deren verschiedene im Handel gibt. Man findet aber trotzdem eine Reihe von Betrieben, die ein solches vom Standpunkt der Verantwortung eigentlich unentbehrliches Instrument nicht besitzen und in denen das Auflegen immer mit einer festen Stange oder auch mit der Hand besorgt wird. Wenn schon das letztere im Prinzip nicht zu billigen ist, so rate man wenigstens denjenigen, die davon nicht lassen können, daß der Riemen nur mit der flachen geschlossenen Hand und nicht etwa auch mit den gespreizten Fingern gehalten und auf die Scheibe gedrückt wird. Wenn man diese Vorsicht außer acht läßt, kann man nur zu leicht mit dem Daumen zwischen Riemen und Scheibe geraten.

Um zu verhindern, daß ein von der treibenden Scheibe abgerutschter Riemen auf der Welle scheuert oder sich gar um diese wickelt, bringt man neben der Scheibe einen Aufhänger in Form eines Winkelhakens (Fig. 99) an, in dem sich der Riemen aufhängt. Ferner ist es geboten, unter allen schweren Riemen und überall da, wo durch ein Reißen

des Riemens Unfälle oder Beschädigungen an der Apparatur eintreten können, Fangnetze oder ähnlich wirkende Sicherheitsvorrichtungen anzubringen.

Je länger die Riemen sind, um so weniger brauchen sie straff gespannt zu sein, da ihr eignes Gewicht sie auf der Scheibe festhält. Die Grenze der Wellenentfernung liegt für schmale Riemen — bis 100 mm — etwa bei 3 m und für breitere bei 10 m. Bei größeren Entfernungen sind zur Vermeidung des bei mäßig schnellem Gange auftretenden Schwingens und der daraus entstehenden Stöße Tragrollen nötig.

Die Anbringung von Leitrollen wird bei winkliger oder sonstwie komplizierter Übertragung notwendig.

Zur Erhaltung der Lederriemen und zur Verhinderung des Gleitens auf den Scheiben sollen sie von Zeit zu Zeit eingefettet werden, nachdem sie zu dem Zwecke u. a. vorher, wenn es genähte Riemen sind, mit warmem Wasser gut gereinigt und etwas getrocknet sind. Weiteres über die Behandlung der Riemen findet sich in dem Abschnitt über die Instandhaltung der Betriebseinrichtungen.

Die Preise der Lederriemen hängen von dem Geschlecht und der Rasse des Tieres, von der Gerbung, dem verwendeten Teile der Haut und von der Qualität ab.

Der **Hanfseiltrieb** ist geeignet, in vielen Fällen den Riemetrieb zu ersetzen, besonders in geschlossenen Räumen und zur Übertragung auf große Entfernungen bis 30 m. Er ist besonders charakterisiert durch den Vorteil, daß die gleichzeitig das Schwungrad bildende Seilscheibe mit einer Anzahl Rillen versehen ist, die bei zunehmendem Kraftbedarf nach und nach mit weiteren Seilen belegt werden können, und daß ferner von einem solchen Schwungrade aus nach mehreren Transmissionen Kraft übertragen werden kann. Sind der Zahl der Rillen entsprechend viele unabhängige Seile vorhanden, so ist das ein englischer Trieb, ein Trieb mit Dehnungsspannung. Amerikanisch aber heißt ein Seiltrieb mit Belastungsspannung, wenn ein einziges endloses Seil alle Rillen beider Scheiben umschlingt. Bei einer großen Anzahl von Seilen hat der englische Trieb den Nachteil, daß infolge der ungleichmäßigen Spannung in den einzelnen Seilen große Kraftverluste entstehen können, dagegen ist das Reißen eines Seiles nicht von besonderer Bedeutung. Im amerikanischen Trieb ist die Kraftverteilung sehr ausgeglichen, aber dafür bringt der Bruch des Seiles das ganze Werk zum Stillstand.

Der Abstand der Seilscheiben betrage mindestens 10—12 m und ihr Durchmesser wenigstens das 30 fache der Seildicke (25—50 mm). Die beste Übertragung wird bei einer Geschwindigkeit von 10—20 m in der Sekunde erreicht; als äußerste Grenze sind 30 m zu bezeichnen, darüber hinaus wirkt die Zentrifugalkraft nachteilig auf die Leistung.

Bei der Anlegung von Seiltrieben achte man darauf, daß unter den Seilen genügend Raum für die Durchhängung vorhanden ist, um ein Aufschleifen und eine Beschädigung der Seile zu vermeiden.

Im Freien laufende Seile sind mit einer geeigneten Schmiere zu sättigen, um den verkürzenden und folglich nachteiligen Einfluß der Feuchtigkeit abzuhalten.

Als Material für die Hanfseile eignet sich badischer Schleißhanf besser als Manilahanf, der zwar größere Tragkraft besitzt, aber zu spröde wird, leicht bricht, stark längt und daher auch größere Seilscheiben verlangt. Baumwollseile haben den Vorzug großer Geschmeidigkeit, Elastizität und Biegsamkeit, sind aber teurer, als die anderen. Sie eignen sich besonders für kleine Scheibendurchmesser, geringen Achsenabstand sowie für gekreuzten, sehr steilen und mit starken Stößen verbundenen Seiltrieb.

Drahtseiltriebe sind für Übertragungen im Freien und auf sehr große Entfernungen — von mindestens 25 bis zu 2000 m — unter Anwendung von Zwischenscheiben zu empfehlen, vorausgesetzt, daß die Scheiben genau in derselben vertikalen und ihre Achsen möglichst in derselben horizontalen Ebene liegen, daß ferner das untere Seil zieht und die Geschwindigkeit groß genug ist, um das Seil möglichst dünn machen zu können. Der Seilscheibendurchmesser soll in der Regel das 150fache der Drahtseildicke betragen. Zur Verringerung der Abnutzung sind die Rillen oder Seilscheiben meist mit Hirnleder gefüttert.

Die Verbindung der Draht- und der Hanfseile sollte nicht durch Seilschlösser, sondern durch sorgfältiges Zusammenspleißen geschehen, zwecks Vermeidung der Stöße und dadurch hervorgerufener Schwankungen in der Kraftübertragung.

Für die Seilbetriebe wählt man im allgemeinen 6—8fache Sicherheit.

Druckluft und Druckwasser.

In chemischen Betrieben wird die Druckluft hauptsächlich zur Fortleitung von Flüssigkeiten, dann zur Bewegung, zum Durchrühren und auch als Durchlüftungsmittel, mitunter aber auch als in den chemischen Prozeß eingreifendes Agens verwendet. Die Luft wird in Kompressionsmaschinen verdichtet, in Akkumulatoren — auf einen bestimmten Druck geprüfte eiserne Kessel — aufgespeichert und in eisernen Leitungen nach den Orten des Verbrauchs geführt. An diesen letzteren befinden sich zur Anzeige der Druckhöhe Manometer und mitunter auch vorgeschaltete Zwischengefäße, um die Möglichkeit einer Verunreinigung der Flüssigkeiten durch mitgerissenen Eisenrost, Verpackungsreste, Öl u. dgl. auszuschließen. Die druckluftaufnehmenden Montejus usw. müssen auf die Spannung der Druckluftleitung geprüft oder mit einem entsprechenden Abblasventil versehen sein.

Über die Kompressionsmaschinen ist zu bemerken, daß es stets vorteilhaft ist, den Druckzylinder mit einem Kühlmantel für fließendes Wasser zu umgeben, da die Luft durch den Druck stark erhitzt wird, indem gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der Kompressoren aus verschiedenen Gründen zurückgeht.

Eine weitere Verwertung der Druckluft findet in den Druckluftmaschinen statt, die im Prinzip den Dampfmaschinen gleich gebaut sind, nur daß sie mit Druckluft getrieben werden. Da bei der Ausdehnung komprimierter Luft Kälte erzeugt wird, kann die Luft zur Erhöhung des Effektes vorher angewärmt werden. Man kann andererseits auch die Kälte nebenbei zu Kühlzwecken nutzbar machen.

Die Ausnützung von Druckluft zum Betriebe von Kleinmotoren ist, sofern die Verluste innerhalb der notwendigen Grenzen bleiben, deshalb wirtschaftlich, weil es feststeht, daß die kleinen Dampfmaschinen selbst bei bester Ausführung für jede Pferdestärke das 2—3fache an Dampf gebrauchen, wie die großen; zudem zeichnet sich der Luftmotor dadurch aus, daß er an jedem Platze aufgestellt und auch von nicht sachkundiger Hand bedient werden kann.

Druckluft kann in pneumatischen Anlagen auch zum Fördern von festen, pulverigen oder kleinstückigen Körpern dienen. Oft werden derartige pneumatische Fördereinrichtungen auch für Saugluftbetrieb ausgeführt.

Das Druckwasser wird mit Hilfe von Pumpen auf den geforderten Druck gebracht und vom Akkumulator aus in den Druckleitungen verteilt. Es wird hauptsächlich für die Bewegung von Kranen und Aufzügen in Lagerräumen, für den Betrieb von Wassersäulenmaschinen, hydraulischen Pressen, Rührwerken und zu anderen Spezialzwecken verwendet, wo die örtlichen und fabrikatorischen Verhältnisse seine Benutzung angezeigt machen.

Transporteinrichtungen.

Die Transportfrage kann, wie eingangs erwähnt, für die Rentabilität, ja für die ganze Existenz einer Fabrikanlage von ausschlaggebender Bedeutung werden. Das natürliche Vorkommen der Rohprodukte zwingt eine Reihe von Fabrikbetrieben geradezu, sich in deren nächster Nähe niederzulassen. Treten dann noch weitere Faktoren auf, wie die Anfuhr von Kohle und anderer wichtiger Hilfsmaterialien, der Abtransport der Fabrikate usw., die alle die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens wesentlich beeinflussen, so müssen die Gestehungskosten vorher genau durchkalkuliert werden, denn ein Fehler könnte möglicherweise das Gelingen des Ganzen von Hause aus in Frage stellen.

Die zunächst in Betracht kommenden Transportmittel sind die Eisenbahnen, die Schifffahrtswege, die Chausseen und die Landstraßen. Zu den Transportvorrichtungen von lokaler Wichtigkeit gehören die Schmalspur-, Feld-, Seil- und Hängebahnen. Dann spielt das Fuhrwerk in sehr vielen Fabriken eine wichtige Rolle. Zur Materialbeförderung nach den verschiedenen Arbeitsplätzen innerhalb der Fabrikanlage dienen die Transportvorrichtungen im engeren Sinne des Wortes, so die Transportbänder, -riemen, -schnecken, Förderrinnen und Becherwerke, sodann die Aufzüge, Flaschenzüge, Winden, Krane, endlich die vielen Pumpengattungen, Gebläse, Ventilatoren, Injektoren u. dgl.

Schon an anderer Stelle wurde darauf hingewiesen, daß es für die Einschränkung der Gesteungskosten und die glatte Abwicklung der Fabrikation von großer Wichtigkeit ist, die Betriebsapparatur, soweit es sich mit den sonstigen örtlichen und baulichen Umständen vereinbaren läßt, so aufzustellen, daß sich der Materialdurchgang möglichst auf ein Mindestmaß beschränkt und sich nicht in einer störenden Zickzacklinie abwickelt¹⁾. Auch dürfen sich die verschiedenen Transportvorrichtungen nicht gegenseitig behindern.

Transportmittel für feste und flüssige Stoffe.

Bezüglich der Eisenbahnen ist die Zweckmäßigkeit eines Anschlusses in Erwägung zu ziehen.

Zur weiteren Orientierung schlage man u. a. in dem Gesetz über die Kleinbahnen und Privatbahnanschlüsse in Preußen vom 28. Juli 1892 nach. Wird das Bahngleis in den Fabrikhof hineingebaut, was den Vorzug hat, das Umladen zu vermeiden, so berücksichtige man, daß das Aufstellen und Stehenlassen der Wagen den Verkehr auf dem Fabrikhofe nicht beeinträchtige, und daß die genügend langen und festen Drehscheiben an die richtigen Plätze gebaut werden. Bequem sind feuerlose und elektrische Lokomotiven für den internen Werksverkehr. Großen Werken ist die Anschaffung eigener Wagen sehr zu empfehlen.

Die transportablen Eisenbahnen von ausschließlich lokaler Bedeutung gehören zu den Kleinbahnen, deren Anlage und Betrieb durch das obengenannte Gesetz geregelt wird, sobald sie das private Fabrikterrain verlassen und auf öffentlichen Grund und Boden übergehen.

Den wechselnden Ansprüchen folgend, sind diese Eisenbahnen in den Gleisen und Wagen verschiedenartig gebaut. Die Industrie- und Feldbahnen haben transportable Gleisjoche von etwa 3 m Länge, die auf die dazu leicht herzurichtende Erdoberfläche gelegt und durch verschraubbare Laschen miteinander verbunden werden. Sie besitzen den Anforderungen gemäß Kurven, Weichen, Kreuzungen, Wendepfannen, Drehscheiben u. dgl. Das Transportgut wird in vielen Fällen in Kippwagen befördert, die ein schnelles Entleeren durch Umkippen des Wagenoberteiles gestatten, ohne daß das Rädergestell sich aus den Schienen hebt. Bei doppelgleisigen Anlagen ist es zweckmäßig, den Gleisen ein, wenn auch nur ganz mäßiges, Gefälle in der Fahrtrichtung zu geben, wodurch z. B. die durch Hand zu bewegendende Transportierung recht erleichtert wird.

Die Fortbewegung der Wagen geschieht durch Hand, Zugtiere, Dampf, elektrische Lokomotiven oder durch Seilbetrieb.

Der Seilbetrieb, der auch für das Rangieren von Vollbahnwagen Verwendung findet, ist bei größeren Entfernungen und regelmäßigem Verkehr seines sparsamen Betriebes wegen recht verbreitet. Die Wagen

1) Vgl. C. Michenfelder, Die Materialbewegung in chemischen Betrieben. Leipzig 1915.

werden an das über oder unter denselben hergehende, in beständiger Bewegung befindliche Zugseil gekuppelt und an dem Orte der Entladung — auch automatisch — abgelöst. Läßt sich schon dieser Seilbetrieb für starkes Gefälle mit Vorteil ausnützen, so sind die schwebenden Drahtseilbahnen von dem zu überschreitenden Terrain, wie auch von den Witterungsverhältnissen, Schnee, Glatteis usw., ganz unabhängig. Andere als geradlinige Trassen sind bei ihnen aber wegen der sonst notwendig werdenden teuren Anlagen der Brechpunkte, Winkel- und Kurvenstationen wenig zu empfehlen.

Die ein- oder zweigleisigen Drahtseilbahnen sind als Einseil- oder Zweiseilssystem je nach der Betriebsart verschieden. Bei dem ersteren befindet sich das Trageil zugleich als Zugseil in beständiger Bewegung. Bei dem zweiten besteht das Trageil bisweilen aus zusammengeschweißten Rundeisenstäben, meist aber und auch wegen der größeren Betriebssicherheit und der zu erreichenden Spannweite aus Stahldrahttau. Die Seile werden an der einen Endstation befestigt und an der anderen durch eine selbsttätig wirkende Spannvorrichtung gespannt gehalten. Bei zweigleisigen Bahnen ist die Seilstärke für beladene Wagen 25—40 mm, für die Leerwagen 18—28 mm bei einer Unterstützung in Abständen von 50—100 m. Das 10 bis 25 mm starke Zugseil bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 1—3 m in der Sekunde unterhalb des Trageils.

Die Seilbahnwagen sind durch das Gehänge mit dem Laufwerk verbunden, während der Kuppelungsapparat die in jedem Augenblick lösbare Verbindung mit dem Zugseile herstellt. An den Endstationen gehen die Drahtseilbahnen häufig in Hängebahnen über, die das Material ihrerseits in die Betriebsräume bis zum Orte des Verbrauchs befördern. Solche Hängebahnen mit einer durchschnittlich 2 m über dem Fußboden liegenden Tragschiene sind überall da am Platze, wo ebenerdige Gleise stören würden und der Raum frei bleiben soll.

Für die ökonomische Beurteilung dieser Transportmittel kann eine 10—15jährige Brauchbarkeit in Anrechnung gebracht werden. Außer einer Abschreibung von 10% betragen die jährlichen Unterhaltungskosten erfahrungsgemäß 1%, und nach vollkommener Amortisierung bleibt immer noch der Wert des Materials.

Wenn eine regelmäßige Beförderung durch Fuhrwerk notwendig ist, so schließen viele Fabriken mit einem Fuhrherrn ab, der das Pferdmaterial stellt, während der Wagenpark von ihnen selbst unterhalten wird. Dieser Modus hat den Vorteil, daß man des Risikos in der Unterhaltung des Pferdebestandes enthoben ist. Wird aber die Anzahl der geleisteten Fuhren als Maßstab für die Abrechnung herangezogen, dann ist auch darauf zu achten, daß die Wagen auch immer das volle Ladegewicht aufnehmen.

Zur Abschätzung der Leistungen und Kosten dieser Transportart können folgende Angaben dienen. Bei einer 8stündigen Tagesleistung vermag ein Lastfuhrwerk in der Stunde rund 3 km zurückzulegen. Das Gewicht eines leeren Einspanners beträgt etwa 600 kg, eines Zweispanners an 1000 kg und eines Vierspanners etwa 1500 kg. Das

Ladegewicht eines zweispännigen Fuhrwerks beträgt je nach der Güte der Straße bei horizontalem Wege 1000—3000 kg und ist bei zunehmender Steigung von 1:100 auf die Hälfte herabzusetzen.

Auf die mannigfachen Entladevorrichtungen, wie Waggonkipper, Boden- und Seitenentleerer, Einspeicherungsapparate, Greifbagger usw. kann hier nur hingewiesen werden. Auch hinsichtlich der Verladung ist man bestrebt durch Einbau von Kranen, Schurren, Absackvorrichtungen, Verladeschnecken usw. Handarbeit möglichst auszuschalten. Wo diese nicht zu umgehen ist, da ist sie durch Bau geeigneter Rampen und Benutzung zweckdienlicher Karren usw. möglichst rationell auszubilden.

Die zur Materialbeförderung auf kürzere Entfernung dienenden Transportmittel können je nach der Förderrichtung in solche für Vertikal-, Horizontal- oder Schrägtransport (oder nach der Art des Materials in solche für feste Körper und Flüssigkeiten) eingeteilt werden. Für den Vertikaltransport kommen die Aufzüge und Hebeapparate in Betracht. Die Aufzüge bestehen im wesentlichen aus einer Plattform, dem Fahrstuhl, der sich in einer Führung, dem Schachte, auf und nieder bewegt. Die Bewegung erfolgt durch Handbetrieb, durch Dampf, durch elektrischen und durch hydraulischen Betrieb. Einrichtungen zur Einleitung und Abstellung der Bewegung sowie Sicherungen gegen das Herabstürzen des Fahrstuhls sind notwendig.

Bei der Anlage von Fahrstühlen sollte nie verabsäumt werden, dieselben nach unten bis zum Keller und nach oben bis zum Boden zu führen, da die dadurch erreichten Annehmlichkeiten die geringen Mehrkosten sehr bald aufwiegen.

Mit Handaufzügen können Lasten bis zu 500 kg gehoben werden. Bei über 200 kg stellt sich auf die Dauer eine mechanische Kraftquelle bereits billiger.

In Fabriken sind der vorhandenen Transmissionen wegen Transmissionsaufzüge mit beständig laufender Welle allgemein im Gebrauch. Damit sich besondere Dampfmaschinen oder Kraftmotore zur Bedienung der Fahrstühle bezahlt machen sollen, muß es sich schon um regelmäßige Beförderung größerer Lasten handeln.

Die elektrisch betriebenen Aufzüge besitzen alle diejenigen Vorzüge, die den elektrischen Triebwerken eigen sind; sie haben sich daher sehr schnell verbreitet.

Die hydraulischen Aufzüge können in verschiedener Weise bewegt werden. Hochstehende Reservoirs, die Wasserleitung oder Akkumulatoren, die durch Pumpen auf die erforderliche Spannung gebracht sind, liefern das Druckwasser, dessen Wirkung eine direkte oder indirekte sein kann. Bei den direkt wirkenden Plungeraufzügen besitzt der unter dem Fahrstuhl in einem entsprechend tiefen Schacht befindliche Treibzylinder die gleiche Länge wie die Steighöhe des Fahrstuhles oder der Treibzylinder ist teleskopierbar, so daß die einzelnen Rohre des Zylinders ineinanderstecken und mit Stopfbüchsen gegenseitig abgedichtet sind. Infolgedessen hat bei letzterer Bauart der ganze Schaft nur die Länge eines Bruchteils des ganzen Hubes und

auch der im anderen Falle tiefe Schacht verkürzt sich auf diese Länge. Bei den indirekt wirkenden hydraulischen Aufzügen wird die Kraft von der relativ kurzen Kolbenbewegung mittels einer Zahnstange auf Seilscheiben übertragen, die zur Führung der die Plattform tragenden Drahtseile dienen.

Die bei den Aufzugsbetrieben sehr notwendigen Sicherungen bestehen in selbsttätig wirkenden Vorrichtungen: Sperrklinken bei Aufzügen mit Handkurbelbetrieb, Fallbremsen und Fangvorrichtungen, die den Fahrstuhl bei einem Seil- oder Kettenbruch vor dem Hinabstürzen in die Tiefe sichern, sowie in Einrichtungen, die den Zugang zum Fahrstuhl von dem Stande des letzteren abhängig machen, derart, daß z. B. die Türen von dem Triebwerke so lange geschlossen gehalten werden, bis der Fahrstuhl vor der Türe steht, und daß andererseits eine Bewegung des Fahrstuhles bei geöffneter Türe unmöglich ist. Eine Bedachung des Fahrstuhles empfiehlt sich, wenn die Möglichkeit einer Beschädigung des Fördergutes durch Wasser aus Undichtigkeiten u. dgl. vorhanden ist. Alle rollenden Gegenstände sind auf dem Fahrstuhle festzulegen, am besten durch einen angeketteten Klotz.

Die Sicherungen des Fahrstuhlbetriebes sowie die maximale Belastung unterstehen der baupolizeilichen Kontrolle.

Die Geschwindigkeit der verschiedenen Fahrstuhlssysteme beträgt pro Sekunde:

bei Handbetrieb	5—11	cm
„ Riemenbetrieb	20—30	„
„ direktem hydraul. Betrieb	70—80	„
„ indir. hydraul. und elektr. Betrieb	50—150	„

Die Anlagekosten sind abhängig von der Hubhöhe und der zu befördernden Nutzlast.

Flaschenzüge. Die gewöhnlichsten und auch einfachsten Apparate zur Hebung und Bewegung von Lasten sind die Flaschenzüge. Sie bilden in der einfachsten Form ein System einer festen und einer beweglichen Rolle. Die anzuwendende Kraft ist dann gleich der halben Last. Zur vorteilhafteren Ausgestaltung dieses Verhältnisses von Kraft und Last werden mehrere lose untereinander zu Kloben oder Flaschen verbundene Rollen *a* vereinigt (Fig. 100). Hier berechnet sich das Verhältnis von Kraft zu Last, welches natürlich umgekehrt proportional ist den zurückgelegten Wegen, direkt aus der Zahl der beteiligten Seile.

Der Differentialflaschenzug besteht aus einer unteren beweglichen, zum Aufhängen der Last geeignet gemachten Rolle und zwei oberen verschiedenen großen, aber aus einem Stück hergestellten, um eine Achse drehbaren Rollen. Eine endlose Kette läuft, ohne zu gleiten, in dem aus Fig. 101 ersichtlichen Sinne über diese Rollen, so daß ein Heben der Last durch Ziehen bei *a* und ein Senken durch Ziehen bei *b* stattfindet. Aus dem gewöhnlich $\frac{1}{10}$ betragenden Durchmesserunterschiede des oberen Rollenpaares ergibt sich das Kraft- und Lastverhältnis.

Der Schraubenflaschenzug hat den eben beschriebenen ziemlich verdrängt. Mit ihm kann eine Person bequem außergewöhnliche Lasten bis 10 000 kg heben und ein Herabrollen der Last in der Ruhelage ist dabei ausgeschlossen. Er unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, daß der Unterschied des oberen fest verbundenen Rollenpaares größer ist, daß die kleinere Rolle, Kettenmuß genannt, allein die den

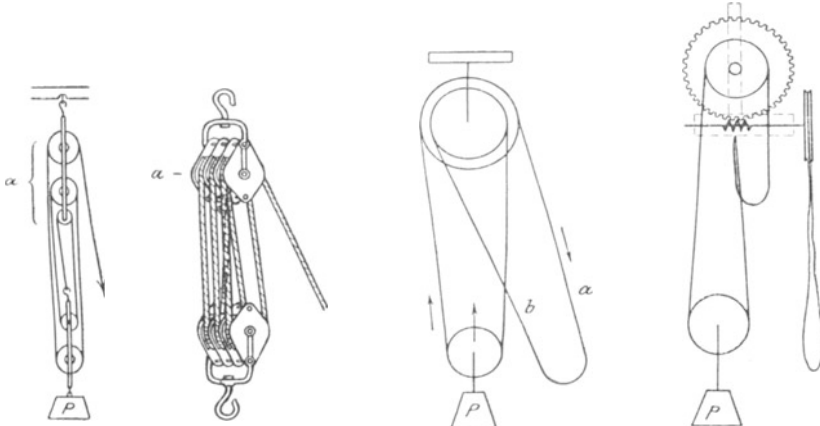


Fig. 100.

Fig. 101.

Fig. 102.

Kettengliedern entsprechenden Vertiefungen trägt und die größere Rolle einen Schneckenantrieb besitzt, der durch ein Kurbelrad aus geeigneter Entfernung mittels einer Kette bedient wird. Die Anordnung der Lastkette und die Wirkungsweise des Flaschenzuges geht aus Fig. 102 hervor.

Daß die Flaschenzüge nicht bis zu ihrer maximalen Tragfähigkeit beansprucht werden, ist im Interesse der Betriebssicherheit zu empfehlen.

Die Winden werden als direkt und indirekt wirkende gebaut. Erstere, als Zahnstangen-, Schrauben- und hydraulische Winden, leisten nur einen kleinen Hub von 0,5—1 m, können aber durch eine Manneskraft bis 20 000 kg heben und sind sehr massiv gebaut. Die bekannten Wagen- oder Bockwinden, auch Daumenkraft genannt, gehören zu diesen.

Eine Bockwinde kostete etwa (Vorkriegspreise):

für eine Tragfähigkeit von . . .	2000	6000	10000	20000	kg
als Schraubenwinde gebaut . . .	100	120	160	300	M.
als Zahnstangenwinde gebaut . . .	50	70	100	150	„

Die indirekt wirkenden Winden gestatten das Heben auf größere Höhen durch Seile, Gurten und Ketten. Das Gestell derselben dient als Lager einer Welle, die ihrerseits zur Aufnahme des Seiles zu einer Trommel verdickt ist. Die Trommel selbst wird entweder direkt oder

indirekt durch Zahnrädertrieb mittels einer Kurbel oder Transmission in Bewegung gesetzt. Verschiedenartige Brems- und Umschaltvorrichtungen für das Auf- und Abwickeln des Seiles vervollständigen den Apparat.

Steht eine solche Trommelwinde auf einer Schiebep Bühne, so bildet sie mit dieser zusammen einen Laufkran, der demnach horizontale und vertikale Bewegungen vereinigen kann.

Von diesen Laufkränen sind die Drehkräne verschieden, die im wesentlichen um eine vertikale Säule drehbare Richtebäume sind. Die durch eine Winde regulierbare Lastkette läuft über Rollen nach dem äußersten Teile des Auslegers, um von dort aus die Last zu heben.

Die Schiebep Bühnen sind mit Rädern versehene Plattformen, die auf Gleisen laufen und als bewegliche Basis für die verschiedenartigsten Gegenstände, z. B. Eisenbahnwaggon, dienen. Auch können auf ihnen ganze Apparaturen Ortsänderungen erfahren, ohne an sich die geringste Änderung zu erleiden.

Für den horizontalen und schrägen Transport dienen die Transportschnecken, die im Prinzip so arbeiten, daß in einer halb offenen oder geschlossenen Rinne das Fördergut durch die Drehung einer zentral liegenden Schnecke schraubenförmig vorwärts getrieben wird.

Die Förderrinne wippt in ihrer ganzen Länge, so daß das darin befindliche Material, gleichgültig von welcher Beschaffenheit es sei, ruckweise und auch in mäßiger Steigung fortgeschneelt wird.

Auf den Transportbändern, die als endlose Riemen auf Rollen laufen, wird mit großer Einfachheit das zerkleinerte Gut auf große Entfernungen befördert.

Für aufsteigende und vertikale Transporte werden die Becherwerke und Elevatoren benutzt, die auch Paternosterwerke heißen. Eine Reihe von Bechern ist an einer endlosen Kette (oder einem solchen Riemen) befestigt, die über zwei Führungsrollen läuft, von denen die eine den Antrieb liefert. Die Becher bewegen sich entweder im Freien oder in einer Röhre, dem sogenannten Elevator-schlauch.

Transportmaschinen für Flüssigkeiten.

Diese Vorrichtungen werden entweder selbst durch motorische Kräfte betätigt und sind dann in ihrer Gesamtheit mit dem Gattungsnamen „Pumpen“ zu bezeichnen, oder sie wirken direkt ohne Anwendung eines Kraftmotors mittels Dampf, Luft oder Wasser und sind in diesen Formen als Montejus, Pulsometer, Injektoren u. a. bekannt.

Das Material, aus dem diese verschiedenen Transportvorrichtungen hergestellt sind, wird in den chemischen Betrieben eine Hauptrolle spielen und zum Teil für die Wahl des Systems bestimmend sein; da nun für diese Apparate wohl jedes auch sonst für die übrige Apparatur benutzbare Material verwendet werden kann und verwendet wird, so wird man niemals in Verlegenheit kommen, solange man die

Art und Form der Transportvorrichtung selbst von dem Material abhängig sein lassen oder, mit anderen Worten, sich mit jeder Ausführungsform behelfen kann.

Pumpen. Die Förderhöhe einer jeden Pumpe setzt sich aus der Saughöhe und der Druckhöhe zusammen, d. h. der Höhen von der Oberfläche der zu fördernden Flüssigkeit bis zur Pumpe und von dieser bis zum höchsten geförderten Punkt. Ihre Wirkungsweise ist ebenso verschiedenartig, wie die Art ihres Antriebes. Von dem ersten Gesichtspunkte aus erhalten wir die Kolben-, Membran-, Rotations- und Zentrifugalpumpen, von dem zweiten die Motor-, Dampf-, Transmissions- und Handpumpen.

Bezüglich der Aufstellung der Pumpen ist zu bemerken, daß die liegende Form die stabilste und daher die normale Anordnung bildet, während die freistehende zwar am wenigsten stabil ist, jedoch wenig Platz verlangt und sehr gut verankert sein muß. Die Wandpumpen können wegen der Aufstellungsart nicht sehr groß sein und dürfen nur wenig Raum einnehmen.

Was von den Reserveteilen der Apparaturen gesagt ist, trifft speziell für die Pumpen zu. Es ist sehr ratsam, von den Ventildeckeln, -sitzen und sonstigen leichter zerstörbaren Armaturteilen der Pumpen Ersatzteile in Reserve zu halten sowie die häufig dafür benutzten Spezialschlüssel bei der Lieferung mitzufordern. Das Ersetzen wird infolge eines meist während des Betriebes eintretenden Bruches nötig sein und da sich in den seltensten Fällen gerade der Lieferant am Orte befinden wird, so kann das Fehlen eines an sich unbedeutenden Gegenstandes den ganzen Betrieb für einen oder mehrere Tage aufhalten. Angesichts solcher Störungen könnte eine Unterlassung dieser Vorsicht kaum mit Sparsamkeitsgründen entschuldigt werden.

Von den Saug- und Druckleitungen gilt zunächst dasselbe, was von den Leitungen im allgemeinen gesagt wurde. Ihre Weite stehe zu den Abmessungen der Pumpen in einem bestimmten, berechneten Verhältnis. Sie ist aus den an dem Pumpengehäuse befindlichen Stutzenweiten für die Rohranschlüsse zu ersehen. Scharfe Krümmungen und Querschnittsverengungen sind zu vermeiden, da sie einen Mehrverbrauch von Kraft bedingen oder, mit anderen Worten, die Pumpenleistung beeinträchtigen. Längere Leitungen werden mit Rücksicht auf die erhöhte Reibung etwas weiter gewählt. Heiße Flüssigkeiten fließen der Pumpe am vorteilhaftesten zu. Die Saughöhe soll, wenn irgend angängig, 7 m nicht übersteigen und die Leitung selbst eine sanfte Steigung nach der Pumpe erhalten, damit die Luft nach dieser entweichen kann. Bei längeren Saugleitungen bringt man außer dem Saugventil am Ende der Leitung auch ein Fußventil an, welches in dem Fußkorb sitzt und die Wirkung geringer Undichtigkeiten abschwächt. Der Fußkorb bildet das bauchig erweiterte, siebartig durchlöchernde Ende der Saugleitung und soll die Zurückhaltung größerer Fremdkörper bewirken.

Die Wassergeschwindigkeit soll in der Saugleitung etwa 1 m und in der Druckleitung nicht über 2 m betragen.

Zur Vermeidung der stoßweisen Bewegung der Flüssigkeiten in den Saug- und Druckrohren und der dadurch verursachten Wasserstöße auf die Ventilkappen werden in die Saug- und Druckleitungen nahe am Pumpenkörper Windkessel eingeschaltet. Ihre Größe muß den Rohrlängen und -weiten angepaßt sein, damit sie ihren Zweck auch erfüllen. Saugwindkessel fassen gewöhnlich das 5—7 fache und bei längeren Leitungen das 15 fache des Pumpenvolumens, während die Druckwindkessel das 2—3 fache bzw. das 3—6 fache desselben fassen.

Bei Bestellungen von Pumpenanlagen sind zur richtigen Auswahl der geeignetsten Modelle folgende Angaben zu machen: Art des Antriebes, ob durch Hand, Transmission mit der Tourenzahl, Dampf oder Motor, die Art der Aufstellung, ob stehend oder liegend, ferner die Leistung in der Minute, das zu pumpende Material, die Saug- und Druckhöhen sowie -längen und auch die etwaige Verwendung zu Feuerlöschzwecken.

Bei den Kolbenpumpen bewegt sich im Zylinder ein Kolben hin und her, welcher die Flüssigkeit ansaugt und fortdrückt. Wenn der Kolben beim Hingang nur saugt und beim Hergang nur drückt, also abwechselnd arbeitet, nennt man die Pumpe eine einfach wirkende. Wird aber bei jedem Gange des Kolbens gleichzeitig auf der einen Seite gesaugt und auf der anderen gedrückt, so ist die Pumpe doppeltwirkend. Demnach haben die einfach wirkenden Pumpen stets zwei Ventile: das Saugventil für den Eintritt der angesaugten und das Druckventil für den Auslaß der fortgedrückten Flüssigkeit; die doppeltwirkenden Pumpen besitzen dagegen zwei Saug- und zwei Druckventile.

Der Wirkungsweise nach sind die Kolbenpumpen einzuteilen in Saugpumpen, Druckpumpen und in kombinierte Saug- und Druckpumpen. Saugpumpen haben eine größere Saughöhe, als Hubpumpen, können aber mit Rücksicht auf die nicht vollkommen zu erreichende

Luftleere das Wasser nur bis zu einer Höhe von 7—8 m saugen. Das Druckventil befindet sich im Kolben dieser Pumpen, während das Saugventil an der Stelle liegt, wo das Saugrohr in den Zylinder übergeht.

Die Membranpumpen sind den vorigen in der Bewegungsart gleich, schützen aber den Kolben und Zylinder vor der zu fördernden Flüssigkeit durch eine zwischengeschaltete elastische Membran, welche den Zylinder von dem Ventilgehäuse zwar trennt, aber durch ihre den Kolben-

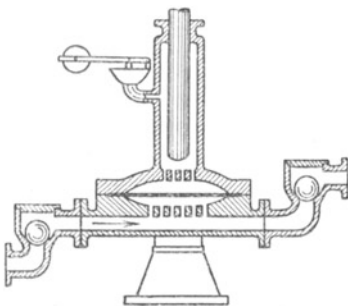


Fig. 103.

stößen folgenden Ausbauchungen die pulsierende Bewegung der Flüssigkeit hervorruft, sie abwechselnd ansaugt und fortdrückt (Fig. 103). Diese Membranpumpen, welche aus sehr verschiedenem Material hergestellt werden, eignen sich ganz besonders zur Förderung von Säuren

und sandigen, körnigen und allen nicht homogenen Massen. Für Schlamm-Massen sind die Mammut-Pumpen die geeignetsten.

Bei den kolbenlosen Membranpumpen wird die Membran durch Dampf bewegt, der sie abwechselnd gegen die Flüssigkeit drückt und wieder zurückzieht, indem er durch einspritzendes Kühlwasser kondensiert wird.

Die Rotationspumpen fördern die Flüssigkeit in der Weise, daß der Kolben anstatt der geradlinigen eine rotierende Bewegung macht. Ihrer Konstruktion nach sind sie einachsig. In ihrem Zylinder ist eine Walze exzentrisch gelagert, die mehrere in Ausschnitten bewegliche Scheidewände trägt, welche ihrerseits durch Federn beständig gegen die Zylinderwand gedrückt werden. Die Wirkungsweise dieser Pumpen ergibt sich aus Fig. 104. Zu den Rotationspumpen mit mehreren Achsen gehören die Kapselräder (Fig. 105). In luftdicht

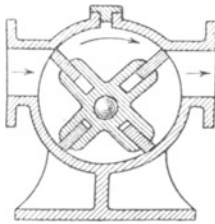


Fig. 104.

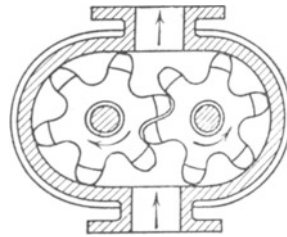


Fig. 105.

schließenden Kapseln kreisen mittels äußeren Stirnradantriebes paarweise Zahnräder oder vielmehr gezahnte Walzen, die genau nach den Regeln des Zahnrades konstruiert sind. Das Ineinandergreifen der Zähne erzeugt in dem einen Teile der Kapsel ein Vakuum, das eingesaugte Wasser wird von den mit der Gehäusewand in beständiger Berührung bleibenden Zähnen mitgenommen und auf der anderen Seite herausgedrückt. Alle Rotationspumpen bedürfen einer sehr hohen Tourenzahl.

Eine andere Form stellt die Flügelpumpe (Fig. 106) dar, die bequem transportabel und bei Handbetrieb für viele gelegentliche Zwecke recht verwendbar ist. Die Flügel sind mit den zwei Druckventilen versehen und der Boden des scheibenförmigen Gehäuses trägt die beiden entsprechenden Saugventile, so daß durch die schwingenden Bewegungen des Druckventilpaares die Flüssigkeit einseitig gesaugt bzw. gedrückt wird.

Bei den Zentrifugalpumpen wird die Flüssigkeit dadurch gefördert, daß sie in der Achsengegend eingesaugt und durch die Schaufeln des Flügelrades gegen die Gehäusewand und von da in das Ausflußrohr geschleudert wird (Fig. 107). Die Bewegungsart der Zentrifugalpumpen, die natürlich weder Klappen noch Ventile haben, bewirkt, daß die Flüssigkeiten mit einer viel größeren Geschwindigkeit vorwärts bewegt werden und daß plötzliche Druckunterschiede und

Stöße in den Leitungen nicht eintreten können. Deshalb können auch die Windkessel in den Leitungen fehlen und letztere selbst während des Betriebes ohne Gefahr durch Schieber oder Ventile abgestellt werden, ohne daß ein Rohrbruch zu befürchten wäre, wie er bei allen anderen Pumpen infolge der dann augenblicklichen Zunahme des hydraulischen Druckes unfehlbar eintreten würde. Diesem Vorteil

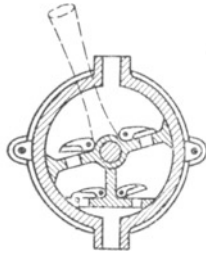


Fig. 106.

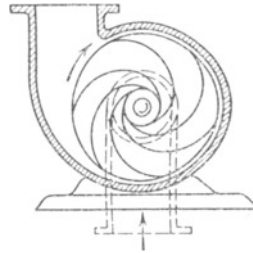


Fig. 107.

der Zentrifugalpumpen steht der Nachteil gegenüber, daß sie, sobald eine Saughöhe zu überwinden ist, zur Inbetriebsetzung angefüllt werden müssen, wenn nicht mit Hilfe eines Injektors die Saugleitung vollgesogen werden kann. Für das Angießen ist natürlich das Ende der Leitung mit einem Fußventil zu versehen, wie andererseits bei großer Druckhöhe ein Ventil zur Druckentlastung angebracht ist.

Es würde zu weit führen, die verschiedenen Spezialkonstruktionen zu schildern, wie Plunger-, Worthington-, Mammut-, Riedler-Expresßpumpen u. a., die alle ihre charakteristischen Eigenschaften besitzen.

Die Antriebsart dieser verschiedenen Pumpenformen ist zum Teil durch diese selbst bedingt. Die Flügelpumpe ist speziell für den Handbetrieb gebaut; ebenso sind auch diejenigen Hub- und Saugpumpen dafür eingerichtet, deren Kolben das Druckventil enthält und die infolge dieser Konstruktion auch nur diskontinuierlichen Kraftverbrauch, nämlich beim Heben des Kolbens oder beim Niederdrücken des Pumpenschwengels haben, während in der anderen Richtung keine Arbeit geleistet wird. Solche Pumpen sind die Baupumpe zur Entleerung von Baugruben und die Preß- und Probierpumpe zum Betriebe hydraulischer Pressen sowie für die Druckprobe von Kesseln und Leitungen.

Die Handpumpen sind natürlich nur für gelegentliche Zwecke geeignet, da für eine häufigere und anhaltende Pumpenarbeit die maschinelle Kraft billiger ist. Als Tagesleistung einer durch einen Mann bedienten Handpumpe kann man rund 4 cbm Wasser bei 5 m Steighöhe rechnen. Die Dampfpumpen erhalten den Dampf entweder aus der Leitung und sind, soweit die letztere ohne Schwierigkeit verlegt werden kann, ebenso unabhängig im Aufstellungsort, wie wenn sie direkt an einen Kraftmotor gekuppelt wären. Infolge dieser Betriebs-

art läßt sich das Arbeitstempo den veränderlichen Anforderungen entsprechend beliebig ändern, auch kann die Pumpe selbst als Kraftmotor für sonstige Zwecke verwendet werden, sobald sie mit einem Schwungrad bzw. einer rotierenden Welle versehen ist. Die Worthington-Pumpe stellt einen besonderen Typ dieser Gattung dar. Bei ihr liegen Dampf- und Pumpenzylinder in einer Achse, und die Kolben werden durch eine gemeinsame Kolbenstange bewegt. Durch die beiden sich nebeneinander befindenden Dampfzylinder wird die Stellung der Schieber so geregelt, daß kein toter Punkt vorhanden ist, daß die Pumpe in jeder Stellung anläuft und daß sie mit jeder geforderten Geschwindigkeit arbeitet. Da jeder Pumpenkolben doppelwirkend ist und mithin 4 Ventile arbeiten, so stellt sie eine Duplexpumpe dar, die mit geringen Abweichungen auch in anderen Ausführungen gebaut wird und die trotz ihres gedrungenen Baues eine sehr hohe Leistung aufweist.

Die Transmissionspumpen sind in ihrer Anlage zwar billiger, aber auch in ihrer Aufstellung abhängig von einer Transmission und meist ohne Veränderlichkeit ihrer Leistung. Nichtsdestoweniger sind sie für sehr viele Betriebszwecke, wie zur Bedienung von Filterpressen, im Gebrauch.

Außerordentlich bequem sind Zentrifugal- oder auch sonstige geeignete Pumpen mit elektrischem Einzelantrieb. Hat z. B. in einer größeren Gruppe von Lagerkesseln jede Einheit ihre Pumpe mit direkt gekuppeltem Elektromotor, ihren gesonderten Anlasser usw. und sind diese Pumpen durch ein Rohrleitungssystem derartig miteinander gekuppelt, daß sie auf beliebige Kessel arbeiten können, so ist die denkbar größte Sicherheit bei Betriebsstörungen an einer Pumpe gegeben. Es ist falsch, die Elektrisierung einer Anlage so weit zu treiben, daß nur elektrisch betriebene Pumpen vorhanden sind. Für Fälle ernster Stromstörungen sollten für wichtige Betriebsteile Dampfpumpen in Bereitschaft stehen.

Zu der zweiten Gruppe der Transportvorrichtungen, die ohne motorische Kräfte arbeiten, gehört zunächst das Pulsometer, das eine kolbenlose Zweikammerpumpe darstellt, in der durch Kondensation des Betriebsdampfes in der einen Kammer das Wasser angesaugt und in der anderen durch den vollen Dampfdruck in die Druckleitung getrieben wird (Fig. 108). Zwei nebeneinanderliegende flaschenartige Kammern verjüngen sich so zu einem das gemeinsame Dampfeintrittsventil tragenden Rohrteil, daß eine im Scheitelpunkte gegenüber dem Dampfeintritt stehende Klappe die Kammern abwechselnd für den Dampfeintritt freigibt und schließt. Der untere Teil der Kammern kommuniziert mit den durch Saug- und Druckventile abgeschlossenen Saug- und Druckleitungen. Je nach der Lage der Klappe

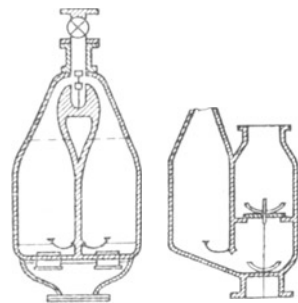


Fig. 108.

tritt der Dampf in eine der Kammern ein und drückt die Flüssigkeit durch das Druckventil und die Leitung bis zu einem tiefsten Stande in derjenigen Kammer, in der dann der Wasserrest in wirbelnde Bewegung versetzt wird und der Dampf sich kondensiert. Hierbei wird ein Vakuum erzeugt, das die Klappe ansaugt und folglich auch den Dampf in die andere Kammer leitet. Das Vakuum der ersten Kammer saugt nun das Wasser aus der Saugleitung an und füllt diese; während dieser Zeit wiederholt sich dasselbe Spiel in der anderen Kammer und so fort. Zur Inangsetzung werden zunächst die Kammern mit Wasser gefüllt, dann öffnet man das Dampfventil.

Die Pulsometer eignen sich zur intermittierenden Beförderung großer Mengen von kalten, bis 80° warmen, dünnen und dickflüssigen, sandigen und schlammigen, sowie sauren und ätzenden Massen und werden aus dem verschiedenartigsten Material hergestellt. Sie brauchen sehr viel Dampf, haben aber den Vorteil, daß sie weder ein Fundament nötig haben, noch einer Wartung oder Schmierung bedürfen.

Die Aquapulte oder kolbenlosen Einkammerdampfpumpen gleichen in ihrer Wirkungsweise den Pulsometern und unterscheiden sich von ihnen nur dadurch, daß sie nur eine Kammer besitzen.

Die Injektoren wirken in der Weise, daß der aus einer oder mehreren Düsen strömende Dampf über dem zu hebenden Wasser ein Vakuum erzeugt, infolgedessen das Wasser angesaugt und nach dem Orte des Verbrauchs hindrückt. Ihrer Konstruktion nach werden sie unterschieden in saugende, nicht saugende, selbsttätig wieder ansaugende Injektoren und in solche, die mit frischem Kesseldampf oder mit Abdampf arbeiten. Zum Inbetriebsetzen der saugenden Injektoren ist es nötig, die Spindel abwechselnd und langsam heraus- und wieder hineinzudrehen, bis die Einstellung getroffen und das regelrechte Arbeiten an dem eigentümlichen Geräusch wahrnehmbar ist.

Bei dem Körtingschen Universal- oder Doppelinjektor genügt die Bewegung eines Hebels, um ihn in Gang zu setzen. Bei der Vereinigung zweier Injektoren in demselben Gehäuse wird eine bessere Ausnutzung des Dampfes dadurch erreicht, daß der eine Injektor das Wasser ansaugt und es dem anderen zuführt, der es dann weiterdrückt.

Die Leistung der Injektoren ist je nach ihren Abmessungen und der Konstruktion sehr verschieden. Ihre größte Saughöhe beträgt 6,5 m und die höchste Temperatur des zu fördernden Wassers 70° .

Die Injektoren hören bei Eintritt von Luft in die Saugleitung oder bei Veränderung des Dampfdruckes auf zu arbeiten und müssen dann wieder von neuem eingestellt werden. Der Restartinginjektor behebt diesen Übelstand, indem er in solchen Fällen selbsttätig wieder ansaugt und weiter arbeitet.

Bezüglich der Abmessungen der an die Injektoren anzuschließenden Rohrleitungen gilt das, was von den Pumpenleitungen gesagt wurde; scharfe Krümmungen der Leitungen sind zu vermeiden.

Die Montejus, auch Druckfässer oder Druckbirnen genannt, sind zylindrische oder kugelförmige Gefäße aus den verschiedenartigsten Materialien, die außer dem bis auf den Gefäßboden reichenden Druck-

rohr Anschlußstutzen für die Zufuß-, Druck- und Saugleitungen haben und überdies mit einem Manometer bzw. Vakuummesser versehen sind. Größere Montejus besitzen außerdem häufig ein Mannloch.

Die Flüssigkeit — welcher Art sie auch sei — läuft dem Montejus zu oder wird mit Hilfe der Vakuumleitung angesaugt und nach Umstellung der Ventile und Hähne unter Berücksichtigung des für die Festigkeit des Druckgefäßes erlaubten Druckes nach dem Orte des Verbrauchs gedrückt.

D. Instandhaltung der Apparatur und Betriebseinrichtung.

Jede konstruktive Einrichtung nutzt sich durch den Gebrauch ab. Soweit die Abnutzung normal bleibt und nur eine Folge der regelmäßigen Beanspruchung ist, läßt sich dagegen nichts tun; der Abnutzungsfaktor wird in der Amortisierung des Apparatewertes zum Ausdruck gebracht. Außer dieser natürlichen Abnutzung können die Gebrauchsgegenstände aber auch eine Entwertung infolge Vernachlässigung in der Behandlung erfahren.

Die gute Instandhaltung der Apparatur ist für ihre Erhaltung ausschlaggebend und bedeutet eine Verlängerung ihrer Lebensdauer sowie ihrer Leistungsfähigkeit. In diesem Sinne bewirkt sie eine Ersparnis an wirtschaftlichem Kapital. Indirekt übt eine gute und sorgsame Wartung die gleiche Wirkung aus, indem sie die Brauchbarkeit der Apparatur und damit ihre Leistungsfähigkeit möglichst vollkommen erhält; außerdem wirkt der Zwang der Instandhaltung auf die damit Beauftragten erziehend, denn sie fördert den Sinn für Ordnung, Sparsamkeit und Aufmerksamkeit.

Die Sorge für die Betriebseinrichtungen ist deshalb eine absolute Notwendigkeit; sie muß in jeder Fabrik verlangt werden. Bis zu welchem Grade sich diese Wartung durchführen läßt, das kann allgemein nicht gesagt werden, mindestens muß aber durch sie die Apparatur ihre relativ beste Leistungsfähigkeit behalten; wie weit darüber hinausgegangen werden kann, hängt von persönlichen Auffassungen und nicht zum wenigsten von den dafür verfügbaren Mitteln ab.

Die Pflege besteht hauptsächlich in der Reinigung, dem Putzen, der Gangbarerhaltung der beweglichen Teile, also dem Schmieren, der Überwachung und der Wiederherstellung des ordnungsmäßigen Zustandes aller arbeitenden und bewegten Teile.

Die **Reinigung** erstreckt sich, abgesehen vom Fabrikhof, auf die Betriebsräume und das ganze Inventar. Für die Besorgung dieser Arbeit müssen sich in den Betrieben ganz bestimmte Gewohnheiten herausbilden, die von der Art der Betriebe und von der am besten dazu verwendbaren Zeit abhängen werden. Die gewohnheitsmäßig besorgten Reinigungen pflegen die Fabrikation am wenigsten zu stören und aufzuhalten, während sie leicht unliebsame Pausen verursachen, sobald sie erst dann vorgenommen werden, wenn Unordnung und Un-

sauberkeit ihren Höhepunkt erreicht haben. Das dazu benutzte Gerät muß sich stets in vollständigem, ordentlichem und gebrauchsfähigem Zustande befinden. Ein knappes Zuteilen dieser Sachen ist eine falsch angebrachte Sparsamkeit. Um andererseits einem Verschwenden vorzubeugen, brauchen die Ersatzstücke ja immer nur gegen Rückgabe der aufgebrauchten verabfolgt zu werden.

Die Folge von vernachlässigter Reinigung ist allgemeine Verschmutzung, die auch schließlich die Fabrikation in Mitleidenschaft zieht und schlechte Fabrikate liefert. Es verlieren sich dabei auch nur zu leicht die kleineren Gebrauchsgegenstände und Werkzeuge; statt ihrer werden andere, meist ungeeignete genommen, mit denen die Arbeit nur oberflächlich besorgt werden kann. Endlich gewöhnt sich der Arbeiter in einer unsauberen Anlage auch bald an verschwenderisches Umgehen mit den Betriebs- und Fabrikmaterialien. Das Herumliegenlassen von Eßgeschirr, Trinkflaschen, Schuhzeug, Kleidungsstücken, Arbeitsabfall, wie gebrauchten Korken, Etiketten, Glasrohrstücken u. dgl. mehr ist unstatthaft. Ein in solchem Zustand befindlicher Betrieb sieht immer unordentlich aus.

Nicht zum wenigsten wirkt die Reinigung der Arbeitsräume und der Betriebseinrichtungen auch gesundheitsfördernd; sie ist deshalb in solchen Betrieben, die besonders schädlich sind, mit doppelter Gründlichkeit und nach speziellen Verfahren zu besorgen.

Besondere Aufmerksamkeit ist der dauernden und völlig regelmäßigen Reinigung der Arbeiteraufenthaltsräume, kleiner Betriebswerkstätten oder -laboratorien und der Vorratsräume bzw. Lagerschuppen zu schenken. Erfahrungsgemäß häuft sich hier und in seltener betretenen Räumen besonders leicht allerlei Abfall an. Ein einigermaßen umfangreicher Betrieb sollte stets einen Mann mit der Sauberhaltung dieser Fabrikabteilungen beschäftigen.

Der Trieb zu putzen, der an sich und sachlich vielleicht hier und da entbehrlich wäre, entspringt dem bei jedem ordnungsliebenden Menschen vorhandenen Verlangen nach möglichst hoher Reinlichkeit. Das Putzen ist daher als Steigerung der allgemeinen Reinhaltung eine Art Garantie für letztere. Es hat deshalb auch in allen Arbeitsstätten seine Berechtigung. Etwaige schadhafte Stellen werden zudem an einem geputzten Apparate, einem Apparateteil oder einem Leitungsstück leichter aufgefunden, als an einem verschmutzten.

Geputzte Kessel- und Maschinenarmaturen, blank gehaltene Bleche und Gefäße sind, ganz abgesehen von ihrem gebrauchsfähigeren Zustande, immer ein äußeres Zeichen von vorhandenem — wenn bisweilen auch erst mühsam beigebrachtem — Interesse an gut gepflegter Apparatur. Zur gründlichen Verrichtung dieser Arbeit ist erforderlich, daß die beweglichen und die eine geputzte Stelle umgebenden Teile nicht durch das Putzmittel verschmiert werden, wie dies wohl bei Schildern zu finden ist, bei denen der entfernte Schmutz wie zur Erhöhung des Glanzes das blankgeputzte Schild umrahmt.

Die im Gebrauche meist mit Öl getränkten Putzwollen und -tücher sind vorschriftsmäßig in feuersicheren, nicht gelöteten (Blech-) Kästen

aufzubewahren. Ein Herumliegenlassen derselben in Ecken, Winkeln und auf den Fensterbrettern ist unzulässig. Ob die verbrauchten Putzmaterialien verbrannt oder zwecks Wiederverwendung entfettet und gereinigt werden, ist eine Frage des Kostenpunktes. Die Reinigung kommt wohl nur für Betriebe in Betracht, die einen sehr großen Verbrauch darin haben. Neuerdings gibt es auch Papierputzmassen.

Werg eignet sich mehr zur Aufnahme von wässrigen Flüssigkeiten, als von öligen, mit denen es rasch verschmiert.

Die aus Lumpen aller möglichen Herkunft bestehenden Putzlappen sollten vor ihrem Gebrauch stets einer gründlichen Desinfektion unterworfen werden, da sie außer Ungeziefer nicht selten ansteckende Stoffe enthalten und häufiger Krankheiten übertragen haben.

Das ordentliche **Schmieren** aller beweglichen Teile ist von großer Wichtigkeit. Es bezweckt die Reibungsverminderung der gelagerten Teile und bedeutet somit eine Verminderung des Kraftverbrauchs. Nach Gadolin beträgt der durch die Reibung entstehende Arbeitsverlust durchschnittlich 25% der vom Motor erzeugten Arbeit. Nicht geschmierte Lager verschlingen demnach ganz bedeutende Energiemengen und können infolge Heißlaufens das Getriebe sogar vollkommen bremsen. Hinsichtlich der Instandhaltung eines Maschinenbetriebes ist demnach das Schmieren Hauptaufgabe; die Schmiermittel als solche und die Schmiervorrichtungen sind daher einer eingehenden Beachtung zu unterziehen.

Die als Schmiermittel verwendeten Öle, die ein spez. Gewicht von 0,890—0,925 besitzen, sollen frei von Wasser, Säure, Harz und mechanischen Verunreinigungen sein. Je geringer ihre innere Reibung ist, desto mehr wächst die „Schmierfähigkeit“, d. h. die die Reibung verhindernde Kraft. Vor den vegetabilischen und animalischen Schmierölen haben die mineralischen den Vorzug, daß sie weder verharzen, noch durch Ranzigwerden säurehaltig werden können. Aus diesen gewichtigen Gründen haben die Mineralschmieröle die anderen fast ganz verdrängt und sollten auch immer verwendet werden. Sie werden aus den schwer siedenden Fraktionen der Petroleumrektifizierung gewonnen und sind demnach Kohlenwasserstoffe verschiedener Konsistenz, die nicht verharzen und auch nicht sauer reagieren können.

Die Konsistenz, welche die Tragfähigkeit der Öle ausmacht, muß der Belastung der zu schmierenden Teile angepaßt sein. So würden leichtgehende Spindeln durch zu dickflüssiges, zu tragfähiges Öl eher gebremst als geschmiert werden, wohingegen belastete Lager bei der Ölung mit zu dünnem Schmieröl sicher warm laufen würden. Durch passende Zusammensetzung lassen sich alle verlangten Konsistenzarten herstellen.

Starre Öle sind für solche Lager und Zylinder nötig, die im Laufe der Arbeit einen bestimmten Wärmegrad erreichen. Die den eigentlichen Fetten, also den vegetabilischen und animalischen Ölen eigene hohe Tragfähigkeit selbst bei höheren Temperaturen veranlaßt ihre Verwendung in Mischung mit Mineralölen zur Schmierung heißlaufender Maschinenteile.

Der Einkauf der Schmieröle ist zum großen Teil eine Vertrauenssache, sofern man sie nicht jedesmal auf ihren Wert hin besonders untersuchen will. Deshalb begegne man den gelegentlichen billigen Offerten mit Mißtrauen, da sie oft Produkte betreffen, die in geschickter Weise mit minderwertigen Materialien gestreckt sind. Ein gutes, wenn auch teures Schmieröl ist im Gebrauch viel ausgiebiger und daher billiger als solche Surrogate, die sich nicht nur sehr schnell aufbrauchen, sondern die auch die Metallflächen stark angreifen können.

100 kg Mineralmaschinenöl kosteten in der Vorkriegszeit je nach Güte, Viskosität und Farbe 30—60 M., Zylinderöle für die Zylinder der Dampfmaschinen und anderer warmlaufender Teile 50—70 oder 100 M. Im Oktober 1920 kosteten beispielsweise 100 kg folgender Schmiermaterialien usw.:

	Mark		Mark
Vaselinöl, gelb, als Streckungsmittel für Betriebsstoffe, als Fußbodenöl	650	Wagenfett, geringste Qualität	250
Vaselinöl, wasserhell, für Brennzwecke	800	Riemenfett, Tropfpunkt 80° C	550
Autoöl (Halbraffinät)	850	Rostschutzfett (Benzol und Kumaronharz)	450
Transformatoröl, amerikanische, Ia Qual., Flammpunkt 180° C, Viskosität 5 bei 20° C	950	Kompressorenfett (Schmelzprodukt)	775
Bohröl, beste Qualität	1250	Hydrantenfett, Tropfpunkt 75° C, Kältepunkt 22° C	650
Bohröl, II. Ware	1090	Heizöl, dünnflüssig, I. Qualität, 10000 Kalorien	700
Maschinen- und Staufferfett, unbeschwert, dunkelbraun	925	desgl., II. Ware	550
Maschinenfett, hellgelb, unbeschwert, Tropfpunkt 75° C	1200	Wagenöl	450
Kalypsolfett, ohne Graphitzusatz, unbeschwert, Tropfpunkt 125—150° C	1400	Technisches Rüböl, beste Ware	1300
Rohwollfett	1250	Leinöl, gekocht	2300
Wagenfett, I. Qualität, unbeschwert, Tropfpunkt 60° C	800	Terpentinöl	2600
Wagenfett, II. Qualität, 10% Talkum	600	Terpentinölersatz	850
		Vaseline, gelb	1400
		Vaseline, braun	1050
		Montanwachs	850
		Tafelparaffin, weiß, 50/52	1400
		Tafelparaffin, 54/60	1500
		Zeresin, naturgelb, 56/58	1550
		Karnaubawachs	4100
		Stearin, rein weiß	2800

Außer einem den wechselnden Anforderungen entsprechendem Schmiermaterial ist für den Effekt des Schmierens auch noch die Vorrichtung von Wichtigkeit, mit welcher dasselbe — zum Teil automatisch — besorgt wird. Die Schmierapparate sollen das Öl in genau einstellbaren Mengen den reibenden Flächen zuführen, denn ein Zuviel bedeutet Materialverschwendung und ein Zuwenig unnötigen Kraftverbrauch.

Die Schmiergefäße sind als Teile entweder konstruktiv mit den zu schmierenden Flächen vereinigt, wie bei den Zapfen- und Ringschmierlagern oder sie werden als besondere Apparate aufgeschraubt oder sonstwie mit den zu schmierenden Teilen verbunden.

Von den Selbstölern sind die Nadelschmierbüchsen recht verbreitet. Sie stellen ein umgestülpt stehendes Glasgefäß (Fig. 109) dar, in dessen engröhriger Ausflußöffnung ein dünner, nur wenig Spielraum lassender Drahtstift steckt, der auf der drehenden Welle steht. Die geringen erschütternden Bewegungen der letzteren übertragen sich auf den Drahtstift und fördern dabei ein geringes Ölquantum aus dem Gefäß heraus. Die Stärke des Ölausflusses richtet sich nach der Dicke des Drahtstiftes in dem Röhrchen.

Die Dochtschmiergefäße (Fig. 110) enthalten eine Röhre, die vom obersten Teil des Ölbehälters bis dicht über die Welle reicht. In dem Öle hängt ein Docht, der in die Röhre hineinragt, das Öl aufsaugt und es vermöge der Kapillarität der Welle zuführt. Die



Fig. 109.

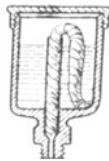


Fig. 110.

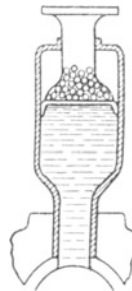


Fig. 111.

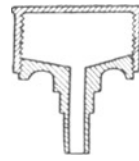


Fig. 112.

Regulierung der schmierenden Ölmenge liegt in der Wahl der Dochtstärke.

Die Nadelschmierbüchsen ölen nur während des Ganges der Welle, während die Dochtöler den Nachteil haben, beständig zu schmieren, sofern sie nicht mit Abstellvorrichtung versehen sind.

Die Öltropfapparate, welche den Zufuß des Öles sichtbar machen, haben erstens den Vorteil, daß man den Ölverbrauch sehr gut kontrollieren kann und zweitens den, daß eine mögliche Verstopfung des dünnen Zuleitungsröhrchens sofort bemerkt wird.

Zum Schmieren mit starren Ölen sind Apparate im Gebrauch, die in der Form einem Zylinder ähneln, der mit dem Fett gefüllt ist. Während des Ganges wird die in dem Zylinder befindliche, auf der Welle lastende Fettstange an der untersten Schicht durch die Reibung der drehenden Welle abgeschmolzen und durch einen verschieden beschwerbaren Kolben weiter in den Zylinder hinein und gegen die Welle gepreßt. Solche Tovoteschen Apparate (Fig. 111), System Tovote und Kötter, enthalten für mehrere Monate reichendes Schmieröl.

Die ebenfalls für steifes Öl bestimmte, sehr verbreitete Staufferbüchse (Fig. 112) besteht aus einer äußeren, mit Fett zu füllenden Kapsel mit Innengewinde, welche auf die mit der Welle durch ein Rohr verbundene innere Kapsel derart niedergeschraubt werden kann, daß dadurch das Fett unter starkem Druck der Reibungsfläche zugeführt wird.

Zur Schmiéierung der Maschinenzylinder dienen meist die mechanischen Dampfölungsvorrichtungen, die teils als Pumpen, teils als Pressen gebaut sind. Sie sollen eine beständige Ölabgabe während des Betriebes ebenso sichern, wie sie die Möglichkeit verhindern sollen, daß bei einem Stillstande der Maschine infolge der im Dampftraume eintretenden Luftverdünnung der Inhalt des Ölbehälters eingesaugt wird.

Die Apparate sind im Prinzip so konstruiert, daß ein von der Dampfmaschine betätigter schwingender Hebel, der mit einer Sperrklinke versehen ist, ein Zahnrädchen antreibt. Die Bewegung desselben wird meist mittels eines Schneckentriebes auf einen Kolben übertragen, der das Öl vorwärts drückt. Bei anderen Apparaten wird das Öl durch den Dampfdruck direkt zur Verbrauchsstelle gefördert.

Zur Schmierung von Heißdampfmaschinen und solchen, die mit überhitztem Dampfe getrieben werden, ist das gewöhnliche Zylinderöl nicht brauchbar, sondern muß durch ein für diesen Zweck besonders zubereitetes Öl ersetzt werden.

Das von den geschmierten Lagern abtropfende Öl ist nicht wertlos, sondern wird in den Ölfängern aufgefangen und durch Reinigung wieder brauchbar gemacht. Die Reinigung besteht je nach dem Zustande und der Art des gebrauchten Öles meist in einer einfachen Filtration, wenn das betreffende Öl mineralischen Ursprungs ist, also Kohlenwasserstoffe enthält, bei denen eine Verseifung nicht in Frage kommen kann. Tierische und Pflanzenöle, die durch den Gebrauch ranzig geworden sind, müssen vor der Filtration mit Kalkwasser gewaschen und getrocknet werden.

Die für diese Arbeiten erforderlichen Apparate kommen gebrauchsfertig und mit allen erforderlichen Anweisungen versehen in den Handel; es erübrigt sich daher, des näheren auf sie einzugehen.

Das auf solche Weise gereinigte und wieder brauchbar gemachte Öl wird, mit gleichen Mengen frischen Öles gemischt, zum Schmieren von Transmissionswellen u. a. weniger belasteten Teilen benutzt, während für die Maschinenzylinder und empfindlichere Lager stets neues Öl zu verwenden ist.

Die Treibriemen bedürfen zu ihrer Erhaltung auch des Fettes, und zwar muß besonders die Außenseite wegen ihrer größeren Ausdehnung und der daher stärkeren Beanspruchung geschmeidig und biegsam erhalten werden. Eine gute Riemenschmiere ist Vaseline oder Fischtran; eine warm aufzutragende Schmiere besteht aus je einem Teil Talg, Kolophonium und Holzteer sowie 4 Teilen Fischtran.

In feuchten Räumen müssen die Riemen immer gut, jedoch auch nicht übermäßig gefettet sein. Das Einfetten, das alle 2—3 Monate besorgt werden sollte, geschieht vorteilhaft in der Weise, daß der

Riemen, sofern er nicht geleimt ist, am Abend gut abgebürstet und mit warmem Wasser abgewaschen und am anderen Morgen mit der Riemenschmiere, am besten reinem Rindstalg, kräftig eingerieben wird.

Das Einfetten der Innenseite der Riemen behufs besseren Anhaftens auf den Scheiben sollte man tunlichst vermeiden, weil sich unter dem Einfluß des Staubes bald eine Kruste bildet, die häufig abgekratzt werden muß, damit sie nicht das Rutschen auf den Scheiben noch verstärkt. Läßt sich das Schmieren der Innenfläche nicht umgehen, so nehme man gutes Talg- oder ein Adhäsionsfett, unterlasse aber das Aufstreuen von Harz und Kolophonium, das den Riemen auf die Dauer äußerst schädlich ist.

Drahtseile werden am besten mit gekochtem Leinöl geschmiert; eine Mischung von Teer und Pech ist nicht so gut.

Eine sachgemäße Behandlung der Schläuche, insonderheit der Metall- und Gummischläuche, die in vielen Betrieben ansehnliche Ausgaben verursachen, ist ebenfalls zu empfehlen, um ihre an und für sich kurze Lebensdauer zu verlängern. Dazu gehört, daß sie nach ihrem Gebrauche nötigenfalls gut nachgespült und über halbkreisförmigen Bügeln von nicht zu kleinem Durchmesser hängend aufbewahrt werden. Alle Knicke in den Schläuchen sind ebenso zu vermeiden, wie das Entlangschleifen auf dem Fußboden der Arbeitsräume.

Die Apparate und Gefäße sind, wenn sie nicht aus einem durch Putzen und Einfetten blank zu haltenden Metalle bestehen mit einem Anstrich zu versehen, der den Betriebsverhältnissen und, in zweiter Linie, dem Geschmacke am besten zusagt.

Dem schädlichen Einfluß saurer Dämpfe und feuchter Dünste auf Metall ist durch einen passenden, schützenden Anstrich vorzubeugen, ebenso sind die Holzteile der Betriebseinrichtungen mit einem Öl-anstrich zu versehen. Die Farbe und die Zusammensetzung der Anstrichmittel soll mit Rücksicht auf die bei der Fabrikation unvermeidliche Verschmutzung so gewählt werden, daß letztere möglichst wenig auffällt und daß durch sie der Anstrich nicht gelöst wird.

Absolut sichere Rostschutzanstriche gibt es nicht: trotzdem leisten zahlreiche der im Handel befindlichen Mittel recht gute Dienste. Als Farbtöne für Apparaturanstriche empfiehlt sich ein mittleres Grau für die Behälter usw. sowie Schwarz für Rohrleitungen (u. U. mit Streifen und Abzeichen in den Rohrnormalfarben). Man merke sich, daß schwarz geteerte Flächen keine Wandtafeln sind und lasse bzw. verbiete das Skizzieren mit Kreide auf denselben! Alle Holzkonstruktionen, die unter dem Einflusse der Feuchtigkeit zu leiden haben, müssen so aufgestellt werden, daß die Luft möglichst unbehindert sämtliche Teile umspülen kann und daß die Fußbodenfeuchtigkeit tunlichst abgehalten wird. Außerdem ist ein von Zeit zu Zeit zu wiederholendes gründliches Teeren angebracht; die Teile, zu denen man nach der endgültigen Aufstellung nicht mehr gelangen kann, sind vor dem Einbau gründlich mit Teer oder einem anderen fäulnishemmenden Mittel anzustreichen. Imprägnierte Hölzer sind stets empfehlenswert.

Im Anschluß hieran sei auch darauf hingewiesen, daß die Pappdächer der Fabrikgebäude zur Erhaltung ihrer Geschmeidigkeit und Verhinderung des Brüchigwerdens vielleicht alle 2—3 Jahre geteert werden müssen.

Die allgemeine Erhaltung des ordnungsmäßigen Zustandes der Betriebe verlangt eine beständige Überwachung, die allerdings nicht in dem Sinne zu verstehen ist, daß man sich in immerwährender Sorge um ihren Zustand befinden solle. Die Kontrolle darüber hat neben der Verrichtung der anderen Arbeiten einherzugehen, dennoch soll sie gründlich geschehen. Schrauben an beweglichen Teilen können sich nach und nach lockern; Wellen in Lagern und Stopfbüchsen laufen dann und wann heiß. An versteckteren Stellen treten mitunter Undichtigkeiten auf, die erst nach größerer Ausdehnung wahrgenommen werden. Zur Verbindung von Rohren dienende Schlauchstücke reißen zuweilen ganz allmählich auf. Ein Gefäßinhalt kann durch undicht gewordene, in dem Gefäße befindliche Heizschlangen mit dem Kondenswasser abgeführt werden und verloren gehen. Und so gibt es eine Fülle von Kleinigkeiten, die, beizeiten entdeckt, mit geringen Umständlichkeiten in Ordnung zu bringen sind. Bei unaufmerksamer Beobachtung können sie empfindliche und meist mit Materialverlust verbundene Störungen verursachen.

In größeren Betrieben sind mit der Instandhaltung der verschiedenen Einrichtungen bestimmte Arbeiter betraut. So liegt den Maschinisten meist die Kontrolle über die Maschinen und Transmissionen ob. Die Wartung der Riemen und Seiltriebe, dann jene der verschiedenen Leitungen (Wasser, Dampf, Preßluft usw.), die Aufsicht über vorhandene Transportvorrichtungen sind wieder anderen Leuten, meist Schlossern, übertragen. Diese Verteilung bietet eine Gewähr, daß alle Einrichtungen in bestimmten Zeiten untersucht werden, während es sonst vorkommen könnte, daß dieses oder jenes vernachlässigt wird.

Für den Betriebsleiter aber, zu dessen Obliegenheiten die Gesamtaufsicht über den ordnungsmäßigen Zustand der Betriebseinrichtungen gehört, ist es wichtig, alles zu sehen und von Zeit zu Zeit auch durch kleine Bemerkungen zu dokumentieren, daß er alles sieht. Um so eher kann er dann darauf rechnen, daß alles und auch das gründlich besorgt wird, was seiner Beachtung vielleicht im Augenblick entgeht.

Zweite Abteilung.

Bauliche Anlagen.

Allgemeines. Trotzdem die baulichen Anlagen entsprechend den verschiedenen Zweigen der chemischen Industrie sehr mannigfach gestaltet sind und sein müssen, gibt es immerhin eine Anzahl von Gesichtspunkten usw., die als allgemein zweckentsprechend und praktisch bei allen Fabrikbauten mit dieser oder jener Veränderung beachtet werden müssen und die deshalb einer zusammenfassenden Besprechung wert sind.

Um sich über die Wahl des Ortes schlüssig zu werden, ist zunächst folgendes in Erwägung zu ziehen: das Vorkommen wichtiger Roh- und Hilfsstoffe, Terrain- und Transportverhältnisse für die Zu- und Abfuhr der Materialien und Fabrikate (Landstraßen, Eisenbahnen, Wasserwege), die Wasserversorgung, die etwaige Ausnutzung von Wasserkraft und die Entwässerungsverhältnisse, der Platz für die Lagerung von Nebenprodukten und Abfallstoffen, die Arbeiterverhältnisse, d. h. namentlich, ob genügend geschulte Arbeitskräfte vorhanden sind, günstige Lage für vielleicht notwendig werdende Genehmigungspflicht, Erweiterungen usw.

In zweiter Linie erst können die Wohnungs- und Schulverhältnisse in Frage kommen, wenn sie auch an sich sehr wichtig sind.

Ist die Ortswahl erledigt, so sind für den Erwerb eines geeigneten Grundstückes noch einige Fragen zu beantworten, wie die Möglichkeit einer Erweiterung, die Beziehungen zur Nachbarschaft, die Art des Baugrundes und auch der Stand des Grundwassers.

Die für die Besitznahme in Betracht kommenden Eigentums- und Nutzungsübertragungen sind in den §§ 873ff. des B. G.-B. geregelt. Bei einem Kauf wird außerdem Abmessung durch einen vereidigten Geometer und Eintragung in das Grundbuch nötig.

Überdies gehören chemische Fabriken aller Art nach § 16 der Gew.-Ord. zu denjenigen Anlagen, für deren Errichtung eine besondere Genehmigung erforderlich ist. Welche Anlagen unter den Begriff „chemische Fabriken aller Art“ fallen, ist für Preußen von dem Minister für Handel und Gewerbe durch Rekursbescheid vom 16. April 1883 festgelegt worden, nämlich:

daß unter chemischen Fabriken im Sinne der § 16 der Gew.-Ord. nur solche Anlagen zu verstehen sind, die auf chemischem Wege durch Zusatz von fremden Substanzen, z. B. von freien Säuren und Alkalien, aus Rohsalzen und aus anderen Stoffen neue Fabrikate (chemische Produkte) herstellen, d. h. solche Fabrikate, die andere Eigenschaften und eine andere Zusammensetzung als die in dem Rohmaterial vorhandenen Stoffe haben, daß aber Anlagen, in denen zwar chemische Prozesse vorgenommen werden, eine Umbildung des Rohstoffes durch Zuführung fremder Stoffe aber nicht erfolgt, unter den Begriff der chemischen Fabriken nicht fallen.

Die nach § 17 der Gew.-Ord. verlangte Erläuterung des Genehmigungsantrages durch Zeichnung und Beschreibung betrifft ebenso wie der § 16 die Fabrikanlage — Betriebs- und Kesselanlage —, während die Ausführung der Gebäude der baupolizeilichen Genehmigung allein bedarf.

Die für den Fabrikbau in Betracht kommenden gesetzlichen Vorschriften sind teils in den Unfallverhütungsvorschriften enthalten (s. d.), teils in der Gew.-Ord., teils in den Baupolizeiverordnungen. Nach dem Str.-G.-B. § 367 wird die Bauvornahme ohne polizeiliche Genehmigung bestraft. Nach § 330 des Str.-G.-B. wird bestraft, wer bei Leitung

oder Ausführung eines Baues wider die Regeln der Baukunst derart handelt, daß daraus für andere Gefahr entsteht.

Die baupolizeilichen Ortsvorschriften betreffen die Bausicherheit, die Feuersicherheit, die Straßenflucht und die Bauabstände.

Der § 120 Abs. a, b und d der Gew.-Ord. fordert eine Reihe von Rücksichten im Interesse der Arbeiterwohlfahrt. Die von den Gewerbeinspektionen aufgestellten Vorschriften für die Einrichtungen gewerblicher Anlagen sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Findet man vorhandene Räume vor, in die ein an und für sich durchgebildeter Betrieb verlegt, also hineingebaut werden soll, so wird man den Einbau natürlich den Räumen anpassen. Als Eigentümer besitzt man die Freiheit, erforderliche Veränderungen nach Maßgabe des zu Schaffenden unbehindert vorzunehmen, als Mieter dagegen wird man solche in dem für den besonderen Fall notwendigen beschränkten Maße ausführen, indem man sich hütet, die durch den Mietsvertrag festgelegten Rechte zu überschreiten, sofern man Differenzen mit dem Besitzer vermeiden will.

Anders aber liegt der Fall, wenn die Räume dazu selbst hergerichtet oder gar das ganze Fabrikgebäude aufgebaut werden soll. Auch das kann in verschiedener Absicht geschehen. Will man anderswo bereits bestehende Betriebe in der Neuanlage unterbringen, so hat man unter Berücksichtigung aller gemachten Erfahrungen die Einrichtung danach zu erstellen. In den meisten Fällen wird man jedoch bei solcher Gelegenheit auch gleich eine Betriebsvergrößerung oder deren Möglichkeit vorsehen.

Der vorsichtige Anfänger wird jeden Luxus vermeiden; er halte sich aber gleich entfernt von übertriebener Sparsamkeit, denn nachheriges Ergänzen und Vergrößern ist verhältnismäßig teurer und in den meisten Fällen störend für den Betrieb. Um das Richtige zu treffen, kann nur der freilich leichter zu gebende als zu befolgende Rat erteilt werden, die künftigen Betriebe und alle begleitenden Umstände mit Hilfe orientierender Zeichnungen bis in die letzten Einzelheiten reiflich zu durchdenken und sich mit guten und bewährten Konstruktionsbureaus in Verbindung zu setzen.

Es ist nicht überflüssig, auf die alte Tatsache hinzuweisen, daß die Gesamtkosten eines jeden Fabrikbaues in den weitaus meisten Fällen den Kostenanschlag noch immer ansehnlich überschritten haben und daß ferner die Höhe des erforderlichen Betriebskapitals häufig unterschätzt wird. Um das Schicksal mancher neuen Unternehmungen würde es besser bestellt sein, wenn in diesen Punkten nicht so optimistisch und mit größeren Reserven vorgegangen worden wäre.

Handelt es sich um die Errichtung neuer Gebäude eines schon bestehenden Unternehmens, so wird die für den Neubau ausgeworfene Summe den Grad der Vollkommenheit bestimmen.

Bei Neuanlagen findet sich hin und wieder unebenes Terrain, das teilweise oder gleich ganz bis zur Normalhöhe aufgefüllt zu werden pflegt. In solchen Fällen sollte jedoch mit größerer Überlegung gehandelt werden; nur zu oft kommt es vor, daß die spätere Beseitigung von Ab-

fällen auf unangenehme Schwierigkeiten stößt, während man jenen verfügbaren Platz, der seinerzeit mit Unkosten aufgehört wurde, nunmehr sehr wohl dafür verwenden könnte. Es gibt chemische Fabriken, die von ihren Abfallprodukten wie mit einem Walle umgeben und auch schließlich dieserhalb gezwungen worden sind, ihren Betrieb einzustellen oder zu verlegen.

Für die Entscheidung der Frage, ob die Fabrikanlage aus einem Gebäude bestehen soll oder in mehrere Bauten zu zerlegen ist, ferner, ob das oder die Gebäude ein- oder mehrstöckig auszuführen sind, bestehen von Anfang an in den meisten Fällen, so viele Gründe, daß man darüber kaum im Zweifel sein wird. Sollte dies aber dennoch der Fall sein, so wäge man das Für und Wider beider Ausführungsformen ab und vergleiche auch die verschiedenen Kostenanschläge miteinander.

Die Zusammenfassung einer Anzahl von Arbeitsräumen zu einem Gebäude hat vor der anderen Bauart den Vorteil geringerer Kosten für den Bau und die allgemeinen Betriebsanlagen, wie Kraft, Dampf, Wasserleitungen usw. voraus. Sie erhöht ferner die gute Ausnutzung des Baugrundes, erleichtert die Übersichtlichkeit und Überwachung der Betriebe und kann auch unter Umständen die Warenbewegung auf ein Minimum beschränken.

Die Trennung der Betriebe in verschiedene Gebäude verringert dagegen die Feuersgefahr, hält die Fabrikationszweige mit ihrem unter Umständen reichlichen Material und auch die Arbeiter mehr auseinander.

Für ein mehrstöckiges Gebäude sprechen teurer Grund und Boden, eine durch mehrere Stockwerke hindurchgehende Apparatur und die Einteilung in eine größere Anzahl kleinerer Arbeitsräume; wohingegen billiger Baugrund, die Bewältigung großer Massen und schwerer Materialien und geräumige, hohe Arbeitsräume Parterregebäude mit Seiten- oder Oberlicht empfehlen.

Soweit in diesen Punkten nicht schon gesetzliche Vorschriften bestimmend wirken, lasse man sich nicht in erster Linie von dem Geschmacke, dem besseren Aussehen der Fabrikanlage oder gar von Prinzipien, sondern von sachlichen Zweckmäßigkeitsgründen leiten. Diejenige Bauart wird in jedem Falle die richtigste sein, die bei den geringsten Kosten gleichzeitig die größte Betriebssicherheit gewährt, die Fabrikation mit den geringsten Unkosten und Umständen vor sich gehen läßt und möglichst auch für andere, als die ursprünglich geplanten Fabrikationszweige geeignet bleibt. Darüber hinaus kann man nach Maßgabe der zur Verfügung stehenden Mittel noch genug für das schöne Aussehen tun.

Besonderes. Man übersehe nicht, außer den für die einzelnen Betriebe bestimmten Räumen auch einen solchen zu schaffen, der zunächst keinem bestimmten Zwecke dient; denn nur zu bald stellt sich bei den meisten Neuanlagen das Bedürfnis nach einem solchen Raume zur Vornahme von nicht vorhergesehenen Nebenarbeiten, die sich in den eigentlichen Betriebsräumen nicht erledigen lassen, heraus.

Sodann soll der Anlage von hellen Kellerräumen das Wort geredet werden, vorausgesetzt, daß ihre Entwässerung keine Schwierigkeiten macht, weil solche außer als kühle Lagerräume auch sehr für Betriebsanlagen geeignet sind, die, sei es eine möglichst gleichmäßige, sei es eine kühle Temperatur verlangen.

Die Größe der Betriebsräume richtet sich beim Neubau nach der Größe der Betriebe. Daß zu kleine Räume für die glatte Abwicklung des Betriebes ungeeignet sind, ist einleuchtend; nicht so augenfällig aber ist es, daß in zu großen Räumen die Apparatur leicht auch zu weitläufig und sperrig aufgestellt wird, wodurch die Bedienung erschwert und das Arbeiten verlangsamt wird.

Wenn die Ausdehnung des Baues es nicht schon von selbst verbietet, sollte man Holzbauten vermeiden und den Stein- und Eisenkonstruktionen den Vorzug geben; denn, abgesehen von der größeren Feuergefährlichkeit ersterer, ist es meist schwierig, in ihnen größere Transmissionen und andere schwere Maschinen und Apparate dauerhaft aufzustellen bzw. anzubringen.

Die Wände selbst erhalten am besten keinen Putz, sondern einen für die Natur der Betriebe geeigneten Kalk-, Gips-, Öl- oder anderen Anstrich, und zwar nicht nur, weil jener überflüssig ist, sondern auch deshalb, weil die sichtbar bleibenden Mörtelfugen ein viel bequemeres Befestigen von Gegenständen an der Wand gestatten. Findet man Wandputz vor, so erinnere man sich, um ein unnötiges Putzabschlagen zu vermeiden, daß auf 1 m Mauerwerk 13 Steinschichten kommen, daß also die Fugen in einem Abstände von 77 mm liegen.

Die Zwischenwände bestehen am zweckmäßigsten aus mindestens einen halben, besser einen ganzen Stein starken Mauern, ebenfalls ohne Putz. Gips-, Luftziegel- und Fachwerkwände sollten vermieden werden. Fast immer ist es der Fall, daß, nachdem solche Wände selbst mehrere Jahre hindurch nur als Trennungswände zu dienen hatten, an ihnen doch eines Tages infolge Veränderungen — und in welchen Fabriken kommen keine Veränderungen vor! — Transmissionen oder dgl. befestigt werden sollen. Die dann notwendig werdenden Absteifungen und Verstärkungen kosten ebensoviel, wie die Mehrkosten einer Steinwand von Hause aus betragen haben würden, ganz abgesehen von den Betriebsstörungen und allen anderen Unzulänglichkeiten, mit denen man nun zu rechnen hat.

Die Aussparung einer oder mehrerer genügend großer Öffnungen in den Zwischenwänden zur sofortigen oder späteren Durchlegung der verschiedenen Leitungen bietet verschiedene Vorteile. Diese Öffnungen sollten nach erfolgter Leitungslegung nur so weit zugemauert werden, daß bei notwendig werdender Rohrauswechslung oder Ergänzung die Rohre mit Flansch hindurchgesteckt werden können, ohne daß das Mauerwerk wieder aufgeschlagen werden muß. Zur wirksamen Abdichtung dieser Öffnungen schmiert man den Zwischenraum mit Lehm aus oder verschließt sie mit einem, nötigenfalls in zwei sich deckende Hälften geteilten, starken Eisenbleche, in das die Rohrprofile hineingeschnitten sind. In ähnlicher Weise sollten alle durch Mauerwerk

hindurchgehenden Leitungen abgedichtet werden, damit jede durch eine feste Einmauerung verursachte Spannung aufgehoben wird, die bei einem Sichsetzen der Mauern oder bei einem Verschieben der Leitung zum Entstehen eines Bruches oder zu anderen Rohrdefekten führen kann.

Die Türen der einzelnen Räume lege man unter Beachtung der Größenverhältnisse der durch sie zu transportierenden Apparate in genügender Breite und am richtigen Platze an, indem man in bezug auf den Standort der Apparate den in den künftigen Betrieben sich entwickelnden Verkehr berücksichtigt. Im allgemeinen liegen die Türen nicht an der Fensterseite, damit dieser hellste Teil der Räume für die Fabrikationsarbeiten möglichst ausgenutzt werden kann. Sie haben vielmehr vorteilhaft ihren Platz unter der Transmissionswelle. Dieser Teil der Wände wird am ehesten frei bleiben, da des ungünstigen Durchzugs wegen vertikale Transmissionen kaum angelegt werden. Wenn häufig größere Lasten, wie Fässer, Kisten u. a., durch die Türen transportiert werden, schützt man die Mauerkanten der Türöffnungen mit Winkeleisen, z. B. nach Fig. 113. Sonst werden sie unvermeidlich abgestoßen werden und die Fassaden verunzieren.

Für ein schnelles und ungehindertes Verlassen der Räume schlagen die Türen entweder nach außen oder nach der Richtung des zunächst liegenden Treppenflores auf. Sie werden, wenn nicht etwa erhöhte Feuersicherheitsmaßregeln eine besondere Ausführungsform — z. B. Doppeltüren — verlangen, am besten ganz aus Eisen hergestellt. Wo aber Holztüren vorhanden sind, welche durch Beschlagung mit Eisenblech etwas feuersicherer gemacht werden können, sollten wenigstens kleinere Raumkomplexe mit selbstzufallenden eisernen Türen abgeschlossen werden können. Selbstverständlich müssen die Brandmauern immer feuersichere, selbstzufallende Türen haben.

In den Fällen, wo aufschlagende Türflügel den Raum oder den Durchgang behindern würden, sind Hänge- oder Schiebetüren am Platze. Außer diesen Verkehrstüren können unter Umständen auch später vielleicht erforderlich werdende Türen beim Aufmauern der Zwischenwände schon so weit vorgesehen werden, daß sie zu gewünschter Zeit durch einfaches Herausschlagen der Füllziegel geschaffen werden können.

Ob die Fußbodenflächen der einzelnen Arbeitsräume durch Türschwelen unterbrochen werden sollen oder nicht, ergibt sich aus den Zwecken, für welche die Räume bestimmt sind. Die Schwelen grundsätzlich wegzulassen wäre ebenso falsch, wie sie überall anzulegen. Deshalb tut man zunächst gut, die Türschwelen nicht als Teil der Zwischenwände zu bauen, sondern sie zuerst ganz fortzulassen, weil das für einen ungehinderten Verkehr und Materialtransport am besten ist. Wenn sie dann aus irgendeinem Grunde doch vorhanden sein



Fig. 113.

sollen, z. B. um das etwaige Ergießen von Flüssigkeiten auf einen Raum zu beschränken, so mauert man sie einfach in die Tür hinein, wenn Zementschwellen nicht schon genügen sollten.

Die Schlüssel zu den Türen erhalten diesen entsprechende Nummern oder sonstige Bezeichnungen. Sie werden im allgemeinen mit einem Metallschild, mitunter auch mit einem Holzkloben versehen, damit sie nicht so leicht verlegt oder gar in der Tasche herumgetragen werden können. Jeder soll wissen, an welchem Orte die betreffenden Schlüssel zu finden sind. Es wäre ganz ungehörig, dieselben bald hier, bald dort beiseite zu legen. An der Außenseite der Türen findet man in die Mauern versenkte kleine, mit Glasscheiben versehene Kästchen, in denen die mit der entsprechenden Türbezeichnung versehenen Reserveschlüssel für Feuers- und sonstige Gefahren liegen. Durch einfaches Zerschlagen der Scheibe sind die Schlüssel zugänglich.

Für auftretende Gefahren sind auch die Notausgänge als solche mit deutlicher Schrift kenntlich zu machen. Sie müssen sich stets in einem solchen Zustande befinden, daß sie zu jeder Zeit ihren Zweck erfüllen. Unglücksfälle, die sich aus ihren Mängeln herleiten, können für die haftbare Person sehr unangenehme Folgen haben.

Die Anlage der Fenster wird sich hinsichtlich der Form und Größe nach den gegebenen Räumen und Betrieben richten. Liegt die Transmissionswelle an der Fensterwand, so werden die Mauerpfeiler zwischen den Fenstern die Konsole für die Lager tragen, falls die Welle nicht aufgehängt ist. Damit nun die Lagerung nicht unrationell wird, müssen die Fensterabstände der von der Stärke und Belastung der Welle abhängenden Entfernung der Wellenlager entsprechen. Erleichtert wird die Bauarbeit bei der Einrichtung für elektrischen Einzel- und Gruppenantrieb, für den höchstens Zementsockel für die Antriebsmotore, Kabelkanäle und Schalttafeln vorzusehen sind. Ein kleines Format der Fensterscheiben ist mit Rücksicht auf Bruch natürlich ökonomischer, als ein großes. Bei der Wahl des Fenstermaterials, ob Holz, Guß- oder Schmiedeeisen, berücksichtige man, daß gußeiserne Fensterrahmen im Falle eines Brandes z. B. zwecks Verlassens der Räume oder der Hinausbeförderung von Gegenständen leicht zertrümmert werden können; andererseits haben diese aber auch häufig den Nachteil, daß die Flügel recht unvollkommen schließen und nur schlechten Schutz gegen Wind und Wetter bieten. Rettungsfenster, die zu Galerien oder Rettungsleitern führen, sind durch einige rote Scheiben kenntlich zu machen; sie öffnen sich in ihrer ganzen Größe. Ist es einerseits wünschenswert, die Fenster für schnelle und gründliche Durchlüftung der Räume ganz öffnen zu können, so erwäge man andererseits auch den Umstand, daß gerade die Fensterbretter und der Platz vor den Fenstern oft mit allerlei Dingen besetzt sind, die ein unbehindertes Öffnen derselben verhindern. Man baut daher die Fenster praktisch so, daß sie entweder nach außen aufschlagen, oder daß die Fensterflügel nicht bis zur Fenstersole herabreichen. Drahtglas-Metallfenster bürgern sich mehr und mehr ein.

In allen Fällen, in denen es sich mit der Helligkeit der Räume vereinigen läßt, verwende man wenigstens für die unteren Scheiben undurchsichtiges Glas, welches das Hinaus- und Hereinsehen unmöglich macht. Räume, in denen lichtempfindliche oder vom Lichte beeinflusste Fabrikate hergestellt werden, erhalten Fenster mit entsprechend gefärbten oder angestrichenen Scheiben. Fabrikräume mit Oberlicht haben den Vorteil, daß große Wandflächen für die Aufstellung der Apparatur zur Verfügung bleiben. Bei Anlage solcher Oberlichträume müssen die Dachfenster gegen Wind und Regen dicht genug sein. Sie dürfen möglichst wenig von Schnee zugeweht werden und sollen das direkte Sonnenlicht abhalten. Demnach sind Fenster im allgemeinen nicht nach der herrschenden Windrichtung noch nach Süden zu legen. Oberlicht durch Sheddächer oder dgl. ist immer empfehlenswert.

Daß in jeder Fabrik von Zeit zu Zeit Fensterscheiben zertrümmert werden, ist ganz unvermeidlich. Meistens werden in monatlichen oder sonstigen Zwischenzeiten alle zerbrochenen Scheiben mit einem Male ersetzt, sofern sie nicht aus diesen oder jenen Fabrikationsgründen sofort erneuert werden müssen. In Anbetracht des Umstandes, daß zerbrochene Fensterscheiben einen sehr häßlichen, vernachlässigten Eindruck machen, sollten sie immer sogleich entweder in der ganzen Scheibengröße sauber verklebt oder gänzlich herausgenommen werden. Lüftungsklappen sind wichtig!

Eine Verstärkung des Tageslichtes durch künstliche Beleuchtung ist den Augen sehr nachteilig. Man helfe sich notwendigenfalls auf andere Weise, z. B. durch Tageslichtreflektoren. Die Beleuchtungsanlage sehe man so vor, daß die Lampen auch von außen bedient und die bisweilen vor den Fenstern feuergefährlicher Betriebe angebrachten Beleuchtungskörper ebenso betriebssicher angezündet, wie ausgelöscht werden können. Solche Lampen (meist Gaslampen) sind schon leichtsinnigerweise vom Innern der feuergefährlichen Räume aus durch die geöffneten Fenster hindurch angezündet worden!

Dem elektrischen Licht ist im allgemeinen aus den verschiedensten Gründen der Vorzug zu geben. Es ist sauber und betriebssicher. Die Lichtleitungen sollen so verlegt werden, daß sie auf den ersten Blick von Kleinkraftleitungen und Telephonkabeln usw. unterschieden werden können. Unter Umständen empfiehlt sich die Anbringung bruchsicherer Lampenglocken und glas- bzw. flüssigkeitsdichter Einkapselung. In allen Fällen sollte man sich nie auf die elektrische Beleuchtung allein verlassen, sondern für Notbeleuchtung Sorge tragen. Zumindest sollen Akkumulatorenhandlampen oder Laternen irgendwelcher Konstruktion (z. B. für Azetylen) stets an einem bestimmten Ort vorrätig und stets gebrauchsfertig gehalten werden (z. B. in den „Meisterbuden“). Das Vorhandensein guter Kabelpläne und Schaltungsschemata erleichtert die Reparaturarbeiten.

Nach Professor Wedding beträgt die Lichtstärke in Normalkerzen:

	Lichtstärke Nk.
Auerlicht	52,3
Bogenlampe	400
gewöhnliche elektrische Glühlampe (Kohlenfaden)	32—25—16—10
Hydropreßgaslicht	214
Lukaslicht	411
Milleniumlicht	1060
Nernstlicht	113
Osmiumlicht	31,4
Petroleumlicht	13,2
Spiritusglühlicht	42,9
Metalldrahtglühlampe	meist 50—75—100

Zur Vermeidung der Zerstörung der Glühstrümpfe durch Erschütterung empfiehlt es sich, die in Frage kommenden Gasleitungen elastisch, d. h. mit Filzringen umwickelt, zu befestigen.

Als Grundmaß für die in den chemischen Fabriken nicht unwichtigen Ventilationsanlagen kann man ein Luftquantum von 25—35 cbm pro Kopf und Stunde und einen Mindestluftraum von 12 cbm für jeden Arbeiter annehmen — sofern man nicht in einzelnen Fällen auf die besonderen Vorschriften Rücksicht nehmen muß. Bei mäßiger Ventilation genügt die halbe Luftmenge. Die zur Förderung der Luft dienenden Kanäle bestehen meistens aus Ton-, seltener aus verzinkten Eisenröhren. Bei gemauerten Luftschächten müssen die Wände möglichst glatt sein, denn Kanäle mit rauhen Wänden und scharfe Biegungen beeinträchtigen die Luftströmung und schmälern die Wirkung.

Man findet bisweilen Ventilationsanlagen, bei denen sich die Luftschächte verschiedener Räume schon vor dem Austritt ins Freie vereinigen. Diese Einrichtung ist aber, wenn die Saugvorrichtung nicht sehr gut arbeitet, unzweckmäßig, da die abgehende Luft eines Raumes sich dann leicht, anstatt ins Freie zu gehen, in den anderen Raum verirren und dort sogar Verderben stiften kann. Es kann das recht üble Folgen haben, zumal die Ursache der Luftverschlechterung selten gleich gefunden wird. Die jetzt sehr eingebürgerten kleinen, handlichen und doch recht wirksamen Elektroventilatoren lassen sich bei vorhandener elektrischer Kraft sehr leicht in jedes Fenster einsetzen und lösen die Ventilationsfrage für viele Fälle in durchaus befriedigender Weise. Außerordentlich wichtig ist die Abführung und die Unschädlichmachung giftiger Gase, auf die von vornherein beim Bau und bei der Einrichtung der Apparatur weitgehendste Rücksicht zu nehmen ist. Es kann an dieser Stelle auf die wichtigen Darlegungen in K. Hartmann, Sicherheitseinrichtungen in chemischen Betrieben, Leipzig 1911, verwiesen werden. Auch die Entstaubung der Arbeitsräume ist sehr wichtig. Vgl. V. Hüttig, Heizungs- und Lüftungsanlagen in Fabriken, Leipzig 1915.

Berücksichtigt man beim Neubau, auch wenn zunächst keine Notwendigkeit dafür besteht, die Anlage von Zugkanälen in den

Mauern, was mit ganz unwesentlichen Mehrkosten geschehen kann, so lassen sich im verlangten Falle in den Betriebsräumen ohne Umständlichkeiten Feuerherde schaffen, indem nur die Öfen zu setzen und die Anschlüsse an die Zugkanäle herzustellen sind. Sind letztere jedoch nicht vorhanden, so ist es sehr umständlich, bisweilen unmöglich, dergleichen Feuerungsanlagen nachträglich in mehrstöckigen Bauten einzurichten. Auch der Frage einer Heizung der Fabrikräume ist von Anfang an Beachtung zu schenken. Zentrale Heizungsanlagen lassen sich leicht durch Abwärme betreiben.

Desgleichen ist auf Einrichtung geräumiger, heller, sicherer und bequemer Aufenthalts- und Waschräume von Anfang an Rücksicht zu nehmen. In ihnen sollen u. a. die Garderobenschränke der Belegschaft vereinigt werden. Auch Aborte haben hier ihren Platz.

Das häufige Bedürfnis, Abzugskanäle aus den Betrieben in den Fabrikschornstein einmünden zu lassen, führt im Laufe der Jahre dazu, daß der Schornstein an recht vielen Stellen — in einer Fabrik waren es deren zehn — durchgestemmt werden muß. Das verursacht bei der oft beträchtlichen Stärke des Mauerwerks nicht geringe Arbeit und ist schließlich der Esse schädlich. Daher empfiehlt es sich, gleich beim Bau des Schornsteins, unter Berücksichtigung der Lage der Fabrikräume, eine Reihe von Öffnungen vorzusehen, was unbeschadet der Haltbarkeit geschehen kann und was später den Anschluß etwaiger Abzugsleitungen ganz bedeutend erleichtert.

Die Treppen seien vor allen Dingen genügend breit. Die bequeme Stufenhöhe liegt zwischen 15—18 cm. Eine Abweichung von dieser Höhe nach oben oder nach unten ist für den Treppenverkehr unzweckmäßig.

Man vermeide Winkelstufen und Drehungen sowie zu hohe Treppenhänge, welche ermüdend wirken. Außer dem Geländer an der Außenseite der Treppen ist es in den Fällen, wo ohne Fahrstuhl viele schwere Lasten über die Treppen zu tragen sind, recht vorteilhaft, auch an der Wandseite eine Handleiste anbringen zu lassen, damit auch der an dieser Seite tragende Mann einen festen Halt findet.

Daß die Treppen feuersicher anzulegen sind, ist laut Baupolizeivorschrift nötig; aber unter den feuersicheren sind nicht alle gleich brauchbar. So sind ungeschützte, eiserne und speziell gußeiserne Treppen wegen der Sprödigkeit des Baumaterials besonders dann nicht zu empfehlen, wenn sie im Freien liegen. Unsicher sind Treppen aus Granit und Sandstein, namentlich sobald sie freitragen. Das Material kann bei einiger Hitze springen und das ganze Treppenhaus mit einem Male zum Einsturz bringen.

Die für den ganzen Fabrikkomplex notwendigen Leitungen für Wasser, Dampf, Druckluft usw. müssen von Anfang an so planmäßig wie irgend möglich und auch in genügender, für die Zukunft berechneter Weite, angelegt werden. Die einzelnen Häuser und Abteilungen müssen reichlich genug damit versehen sein und die bei den nachherigen Betriebseinbauten erforderlichen Abzweigungen dürfen keine unnötigen Längen bekommen. Es gibt Fabriken, die infolge falscher

Anlage der Hauptstränge sehr viel mehr Leitungsmaterial nötig haben, als sie bei wohlüberlegter Anordnung gebraucht haben würden.

Es war bereits weiter oben auf die Wichtigkeit einer gemeinsamen Verlegung in Rohrsammelkanälen, auf Rohrbrücken usw. hingewiesen sowie darauf aufmerksam gemacht worden, daß das Vorhandensein eines übersichtlichen, stets vervollständigten und immer bereit liegenden Rohrplanes von großer Bedeutung ist. Nicht nur der leitende Betriebsbeamte, sondern auch seine Assistenten, die ersten Meister usw., sollten eine Weiß- oder Blaupause dieses Rohrplanes immer zur Hand haben: er erspart unnützes Suchen und unproduktive Arbeit.

Die Wasserversorgung ist je nach der Art des Fabrikbetriebes von mehr oder minder großer Bedeutung. Eine chemische Fabrik ist ohne Wasser kaum denkbar, deshalb schenke man dieser Frage die größte Beachtung. Die technische Anlage der Wasserzuführung gestalte man so vollkommen und sicher, wie nur möglich. Man denke an die Unsicherheit langer Rohrleitungen von Flüssen und Seen her. Zur betriebssicheren Speisung der Kessel werden zwei voneinander unabhängige Speisevorrichtungen verlangt, ebenso sollten auch für die Betriebssicherheit einer Fabrik ausnahmslos zwei selbständige Wasserversorgungsanlagen geschaffen werden.

Genügend tiefe Brunnen sind in den meisten Fällen die zuverlässigsten Wasserquellen. Sie haben überdies den großen Vorteil, Sommer und Winter Wasser von annähernd gleicher Temperatur zu liefern, das für Kühlzwecke günstig ist. Flußläufe und Seen mit gleichbleibendem Wasserstande sind zwar eine billige Wasserquelle, verlangen aber hinsichtlich der Versandung der Leitung eine sorgfältige Überwachung. Noch viel mehr trifft dies für die Wasserentnahme aus Ebbe und Flut zeigenden Flußläufen zu, die überhaupt die größten Schwierigkeiten bietet. Kann Sand und Schlamm im Betriebswasser mitgeführt werden, dann ist eine Klär- oder Filtrieranlage absolut notwendig. Verunreinigtes Wasser ist für andere, als Kühlzwecke nicht verwendbar und selbst dazu ist es sehr schlecht zu gebrauchen, weil die überall notwendigen Absperrorgane, die Hähne, Ventile, Schieber, die Pumpen und die Rohrleitungen dabei sehr schnell verschleifen, sich verstopfen und unbrauchbar werden.

Das Einfrieren der Flußwasserleitung ist im Winter sehr unangenehm. Auch die warme Temperatur des Flußwassers in den heißen Sommermonaten, kommt für Zwecke einer guten Kühlung sehr ungenügend.

Ogleich die Entnahme von Wasser aus der Ortswasserleitung — wenn eine solche existiert — zu teuer sein würde, so ist es doch ratsam, die Fabrik an dieselbe anzuschließen, um eben im äußersten Falle gegen Kalamitäten gesichert zu sein (das gleiche gilt für die Elektrizitätsversorgung).

Um das selbstgehobene Wasser auf den nötigen Betriebsdruck zu bringen, ist es zweckmäßig, es erst in einen hochgelegenen Behälter zu drücken, von dem aus eine FALLEITUNG es dem Leitungsnetz zuführt. Die Vereinigung der Steige- und FALLEITUNG in einem einzigen Rohre

hat große Nachteile und sollte deshalb besser unterbleiben. Abgesehen davon, daß das Wasser beim Durchgang durch das Reservoir immer noch etwas absetzen und klären kann, fließt es im Leitungsnetz viel stetiger, während es im andern Falle infolge der Pumpenarbeit unruhiger strömt, dabei den Bodensatz in den Leitungsröhren aufwühlt und trübe läuft. An die Möglichkeit des Einfrierens im Hochbehälter und in den Falleitungen denke man auch und treffe gleich beim Bau die nötigen Vorkehrungen, um das zu verhindern. Eine nachherige Anbringung solcher Schutzvorrichtungen kann u. U. hohe Gerüste erfordern! Im Anschluß daran sei darauf hingewiesen, daß die vorherrschend kalten Ostwinden ausgesetzten Leitungen am schnellsten einfrieren.

Bis zu welcher Ausdehnung Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden müssen, um bei eintretenden Rohrbrüchen und Undichtigkeiten der Wasserleitung einen möglichst kleinen Teil der Fabrik absperrn zu müssen, das kann sich nur aus der örtlichen Verteilung der Räumlichkeiten und der Betriebsart ergeben. Im allgemeinen kann aber empfohlen werden, bei der Fabrikanlage in der Verteilung der Wasserleitungen nicht gar zu sparsam zu sein. Die gewährleistete sichere Wasserversorgung ist die dafür gemachten Mehraufwendungen wert.

Bei der Anlage und Verteilung der Wasserleitungen ist auch auf Anschlußstutzen und Hydranten für Feuerlöschzwecke Bedacht zu nehmen. Die Betriebssicherheit wird durch solche rechtzeitige Vorkehrungen erhöht. Probealarmierungen sind auch hier von Zeit zu Zeit angezeigt. Gefährliche Betriebe sollten stets die sehr empfehlenswerten selbsttätigen Feuerlöscher, z. B. die der Grinell-Sprinkler-Gesellschaft in Berlin, einbauen, die bei eintretender Raumüberhitzung automatisch in Tätigkeit treten. Auf Atmungsgerät, Feuerschläuche usw. ist Bedacht zu nehmen.

Die Entwässerungsanlage besteht aus Einrichtungen über der Erde — Sammelbecken und Falleitungen — und solchen unter der Erde — gemauerte Gullys, Tonrohre, Zementrohre und Klärbassins.

In mehrstöckigen oder unterkellerten Fabrikgebäuden sind wasserdichte Zwischendecken notwendig. Wenn der Fußboden einen Zementputz erhält, so müssen gleich bei der Anlage die beabsichtigten Rinnen und Kanäle zur Aufnahme der Rohrleitungen hergestellt werden. Bei späterem Ausstemmen einer alten erhärteten Zementschicht kann man auf ein wirklich wasserdichtes Abbinden mit dem neuen Zement nicht mehr rechnen. Die Fußbodenfläche hat immer sanftes Gefälle nach dem versenkten Sammelbecken, um den richtigen Abfluß zu sichern. Der Wasserausfluß in die Falleitung hinein soll zu jeder Zeit am einfachsten mittels eines Stopfens oder Spundes verschließbar sein, damit im Falle des Berstens oder Platzens eines Gefäßes nicht etwa wertvolle Laugen oder Flüssigkeiten im unverstopfbaren Abflußrohr fortlaufen können.

Ebenso, wie die Zuleitungsröhren für mögliche Betriebsvergrößerung genügend weit anzulegen sind, soll auch die Entwässerungsanlage im Hinblick auf eine solche Ausdehnung von Hause aus berechnet sein. Die Falleitungen liegen frei und gut zugänglich und nicht etwa im

Mauerwerk, da unter solchen Umständen Ausbesserungen sehr erschwert werden, ganz abgesehen davon, daß das Mauerwerk leidet.

Der durch den Fabrikhof gehende Abfußkanal, der in gewissen Abständen zum Zwecke der Reinigung mit Einsteigeschächten versehen ist, liege, wenn es nur irgend ausführbar ist, tiefer als die Sohle des Kellers, damit auch dieser noch durch natürliches Gefälle entwässert werden kann.

Bevor das Abwasser den Fabrikhof verläßt, sammelt es sich in einem Klärbassin, das Schlamm und sonstige Unreinigkeiten zurückhält. Mit der Schaffung eines solchen Klärbassins hat man aber noch nicht immer seine volle Schuldigkeit getan; es muß stets dafür gesorgt werden, daß das öffentlichen Wasserläufen zufließende Wasser auch unschädlich ist. Die „chemischen“ Abwässer sind — häufig in übertriebener Weise — verrufen und manche Fabrik weiß davon ein Lied zu singen.

Ein genauer und vollständiger Lageplan aller Leitungen mit ihren Abzweigungen, Reservestutzen, Rohrlängen unter Angabe der Tiefenlage usw. ist noch wichtiger, als ein Grundriß der Gebäude, wie nochmals betont sein mag! An Hand eines solchen Planes lassen sich Reparaturen, Verlegungen, Verlängerungen, Ausschaltungen, kurz alle Arbeiten in wesentlich kürzerer Zeit ausführen, als wenn nach der in Angriff zu nehmenden Stelle erst gesucht werden muß. Daß zwei Leitungen miteinander verwechselt wurden, ist schon oft dagewesen!

Werden — z. B. bei Neuanlagen — Flanschen- oder Muffenleitungen in „sackendes“ Erdreich verlegt, so muß denselben die Steifheit durch Einschaltung elastischer Kupfer- oder Spiralrohrstücke genommen werden. Läßt man diese Vorsicht außer acht, so kann man auf gelegentliche Rohrbrüche besonders an den Verzweigungsstellen gefaßt sein. Schließlich ist auch darauf zu achten, daß die im Erdreich liegenden Leitungen unter Verkehrsstellen, über die schwere Lasten, wie Eisenbahnwagen usw., zu befördern sind, in geeigneter Weise gesichert werden, damit sie durch den Druck nicht leiden.

Es möchte scheinen, als wären die vorstehend gemachten Ausführungen über bau- und maschinentechnische Fragen für solche jungen Betriebs-Chemiker nicht gar so wichtig, die in eine große Fabrik als Anfänger eintreten: in diesen Werken sind ja Bau- und Ingenieurbureaus vorhanden, die dem Chemiker diese Arbeiten abnehmen! Einer solchen Ansicht muß widersprochen werden. Der Chemiker hat mit der fertigen Anlage zu arbeiten: er muß deshalb als Sachverständiger an den Vorbereitungen eines Neu- oder Vergrößerungsbaues teilnehmen können und dazu ist notwendig, daß er sich die hier ganz kurz skizzierten und umrissenen Kenntnisse aneignet. Es gehört das alles zur technischen Allgemeinbildung des Betriebsmannes. In selbständigen und leitenden Stellungen macht sich eine gewisse Vertrautheit mit allen den berührten Fragen sehr bald bezahlt und stärkt das Vertrauen, das die Meister und Handwerker zu ihrem Vorgesetzten haben. Die Schule der Praxis ist der beste Lehrmeister: möchte dieses Büchlein eine kleine Vorbereitung dazu sein!

Dritte Abteilung.

Die Arbeiten des Betriebs-Chemikers.**A. Die Arbeiten im Laboratorium.**

Die in den Laboratorien der chemischen Fabriken auszuführenden Arbeiten können analytischer, technischer und rein wissenschaftlicher Art sein. In größeren Betrieben bestehen für diese verschiedenen Zwecke voneinander getrennte Abteilungen, die entsprechend eingerichtet und ausgestattet sind.

In einer gründlichen und gewissenhaften Laboratoriumsarbeit liegt zum Teil die Sicherheit und Stetigkeit der Fabrikation begründet. Daher ist es erstes Erfordernis, daß diese Laboratorien so vollkommen, wie nur möglich, ausgestattet werden. Es bestehen kleinere Fabriklaboratorien, die diesen Namen eigentlich nicht verdienen und die auch nicht Anspruch auf wissenschaftliche Überwachung der Fabrik-tätigkeit erheben werden.

Was H. Benedikt in der Zeitschrift für angewandte Chemie 1902, S. 78 ff., über die Einrichtung des analytischen Laboratoriums sagte, das gilt *mutatis mutandis* auch von den anderen Laboratorien. Nicht vom Standpunkt der höchsten Vollkommenheit sollen sie in erster Linie eingerichtet werden, wohl aber von dem der größten Zweck-mäßigkeit.

Bezüglich des Mobiliars ist eine Nachbildung des Universitäts- oder Hochschullaboratoriums für die chemische Fabrik ohne weiteres nicht angebracht. Der für die Einrichtung der ersteren maßgebende Gesichtspunkt: eine große Anzahl von Studenten bei ihrer Arbeit und im Gebrauch von Geschirr, Geräten und Gefäßen aller Art möglichst voneinander unabhängig zu machen, führt zu Konstruktionen von Tischen, Schränken, Regalen u. dgl., die in diesen Formen für das Fabriklaboratorium sehr unpraktisch wären. In letzterem werden außerdem zur raschen Erledigung bestimmter, häufig wiederkehrender Arbeiten gewisse Plätze mit gebrauchsfertigem Gerät reserviert bleiben. Das gegebenenfalls zur allgemeinen Benutzung bestimmte Glas- und Porzellangeschirr wird in gewisser Ordnung und Einteilung in bestimmten Schränken und auf Wandbrettern derart unterzubringen sein, daß die Geräte gleicher Art immer an einem Platze stehen und nicht an diesem und jenem Orte zerstreut sind. Sonst besteht ein Mangel an Übersichtlichkeit und die Arbeit wird durch das Suchen unnötig aufgehalten. Außer einem guten, bequem zugänglichen Abzuge gehört ein kleiner Trockenschrank für die verschiedensten Zwecke sowie ein an die Dampfleitung angeschlossenes Wasserbad zum unentbehrlichsten Inventar. Die Fabriklaboratorien sind nach Maßgabe der darin zu leistenden Arbeiten planmäßig anzulegen. Es sollen nicht

umgekehrt die Arbeiten so erledigt werden, wie es das nach Schema F gebaute Laboratorium gestattet! Was von der Großapparatur gilt, trifft auch für die Arbeiten des Laboratoriums und dessen Einrichtung zu: mit unzureichenden Mitteln erwarte man keinen vollen Erfolg.

Recht praktisch ist es, die Reagenzien und andere häufiger gebrauchte Lösungen nach einem einheitlich durchgeführten molekularen Verhältnis einzustellen und die mit der Tara versehenen Handflaschen, deren Aufschrift auch das Molekulargewicht und die Lösungsstärke enthält, nach Art der Meßzylinder zu graduieren. Man erreicht hierdurch, daß man sich bei den Untersuchungen viel sicherer in ungefähr richtigen Reaktionsverhältnissen bewegt und erinnert sich zudem bei Wiederholung eines einmal geglückten Versuchs viel leichter der verwandten Mengen.

Auf die Wichtigkeit, sich besonders bei Versuchsarbeiten alle wesentlich erscheinenden Punkte sofort zu notieren, kann nicht eindringlich genug hingewiesen werden. Man halte zunächst alles für bedeutungsvoll: die Mengenverhältnisse, Lösungsstärken, Temperaturen, die auftretenden Erscheinungen, die Ausbeuten, die Analysen, die Art etwaiger Rückstände usw. Ein „Zuviel-Aufschreiben“ hat noch nicht geschadet, ein „Zuwenig“ sich schon bitter gerächt.

Neben den kleinen Handnotizen, welche die Unterlagen für zusammenfassende Berichte abgeben, sollte stets ein allgemeines Laboratoriumsjournal geführt werden, das u. U. in einzelne Teile, wie „Probeneingänge“, „Versandanalysen“, „Eingangsanalysen“, „Betriebsanalysen“, „Schiedsanalysen“, „Versuche“ usw., zu zerlegen ist. Hinsichtlich des Zurückbehaltens von Gegenmustern beim Warenversand, des Anfertigen von Schiedsanalysen usw. bestehen meist besondere Vereinbarungen. Man Sorge stets für einen guten Verschluß der Proben, zweckmäßige Aufbewahrung, vorschriftsmäßige Versiegelung (vereidigter Probenehmer) usw. und halte stets einen genügend großen Vorrat an Flaschen und Stopfen.

Nicht jeder Raum einer Fabrik eignet sich zur Anlage eines Laboratoriums. Die Nachbarschaft von mit großem Geräusch und unter beständiger Dampf- und Geruchsentwicklung arbeitenden Betrieben ist störend und die feuergefährlicher überhaupt zu vermeiden. Daß aus den Betriebsräumen keine sauren oder alkalischen Gase in das Laboratorium gelangen dürfen, ist eigentlich selbstverständlich. Die Zugangs- und Verkehrsverhältnisse innerhalb des Fabrikhofes, die Lage der Wasser-, Dampf-, Gas- und Abflußleitungen auf dem Grundstück sind bei der Wahl des oder der Laboratoriumsräume zu berücksichtigen.

In nächster Nähe des möglichst wohnlich hergerichteten Laboratoriums — im Gegensatz zu mancher „Hexenküche“, — befinde sich eine kleine mechanische Werkstatt und ein Raum für gröbere und größere Arbeiten, die dort unter der Aufsicht des Chemikers ausgeführt werden können. Wenn es sich nur irgend einrichten läßt, sollte auch dieser Raum von der Trans-

missionswelle oder einem Elektromotor aus mit Kraft zum Antrieb mechanischer Rühr- und Schüttelvorrichtungen versorgt werden können. Der zum Laboratorium gehörende Waschraum läßt noch recht häufig an zweckmäßiger Einrichtung zu wünschen übrig. Er sei vor dem Einstauben und dem sonstigen Einschmutzen gesichert. Genügend Platz für das zu waschende Geschirr, getrennte Wasch- und Spülgefäße mit Dampf- und Wasseranschluß bzw. -abfluß, genügend große, zweckentsprechend gebaute Etageren zum Abtropfen — bei denen nicht z. B. nach Fortnahme eines Kolbens, der ganze Rest des künstlichen Aufbaues einstürzt — sowie endlich ein geräumiger Platz zur Aufnahme des reinen Geschirres sind erstes Erfordernis. Es ist falsch, das mit der Reinigung des Laboratoriumsgeschirres beauftragte Personal sich mit unzulänglichem Bürsten- und Waschmaterial abmühen zu lassen! Richtige Unterweisung auch darin spart Ärger und verlängert die Lebensdauer unentbehrlicher Gebrauchsstücke. Die Hantierung mit zerbrechlichem Material muß, wie alles, erst gelernt werden. Man suche den für diese fremdartige Beschäftigung einmal angelernten Laboratoriumsgehilfen dauernd zu behalten und beschäftige nicht den ersten besten gerade freien Arbeiter in dem Waschraum.

Die Vorratsräume für das Geschirr und die Chemikalien sollten den Laboratorien immer möglichst nahe liegen und unter beständigem Verschuß gehalten werden, damit sie nicht von Unberufenen bei jeder Gelegenheit geplündert werden können. Wenn solche Vorräte dem Bedarf mehrerer Laboratorien dienen, ergibt es sich von selbst, daß die gewünschten Sachen zur Verteilung auf die verschiedenen Konten nur gegen Quittung ausgehändigt werden. Wertvolle Dinge sollten jedoch auch in jedem Einzellaboratorium nur gegen Quittung ausgegeben werden.

Die Arbeiten im Laboratorium betreffen häufig die Klarstellung chemischer Prozesse im Großbetriebe, verschiedene Untersuchungen nach dieser und jener Richtung, um patentierte Konkurrenzverfahren auf ihren Wert oder Unwert hin zu prüfen usw.

Die Bearbeitung ausschließlich wissenschaftlicher oder theoretischer Fragen gehört nur insofern in ein gewöhnliches Fabriklaboratorium, als sie ohne besondere Unkosten und Zeitverlust geschehen kann. Selbst die wissenschaftlichen Laboratorien großer Fabriken beschäftigen ihr zuweilen sehr zahlreiches Personal nur und einzig in der Absicht und Hoffnung, aus ihren natürlich sehr systematisch geleiteten und verteilten Arbeiten unter Umständen reichen wirtschaftlichen Gewinn herauszuholen. Nach rein wissenschaftlichen Erfolgen trachten auch diese Fabriken nicht.

Läßt sich die in den letzten Jahrzehnten stark gesteigerte Zahl der nachgesuchten Patente auch zum Teil durch die Zunahme wissenschaftlicher Arbeit im Dienst der Industrie sowie dadurch erklären, daß ein ergiebiges Patent recht häufig von einer ansehnlichen Reihe von Schutzpatenten begleitet ist, so ist doch andererseits nicht zu leugnen, daß eine große Zahl inhaltloser Patente aus Eitelkeit oder

deshalb genommen wird, damit die Firma — vielleicht der Reklame halber — recht oft unter den Patentanmeldern erscheint. Das Patentunkostenkonto mancher Fabriken ist ungeheuer groß und steht in keinem Verhältnis zu dem dadurch erzielten Gewinn. Alles Patentierbare ist noch lange nicht immer gewinnbringend. Mit der Entscheidung über die Patentanmeldung sollten stets nur sehr Erfahrene und nicht solche betraut werden, die ihre persönlichen Leistungen nach der Anzahl der (mitunter auch von anderen ausgearbeiteten) Patente bemessen.

Die in den Laboratorien zu lösenden Aufgaben können mannigfachster Art sein. Sie können sich auf Bearbeitung neuer Verfahren, auf Verbesserung der Fabrikationsmethoden usw. erstrecken. Sie können ferner in der Untersuchung der gekauften Rohstoffe, der Zwischenprodukte, der fertigen Fabrikate, der Konkurrenzprodukte und nicht zum wenigsten in der Kontrollierung der Fabrikation bestehen.

Auf genaue Buchführung über alle Versuche und Beobachtungen kann nicht genug Gewicht gelegt werden!

Sind mehrere Untersuchungen gleichzeitig im Gange, so müssen alle Gefäße deutlich gekennzeichnet sein, um die verschiedenen Arbeiten nicht durcheinander zu bringen. Für analytische Serienarbeiten tut man gut, die dazu benötigten Gefäße und Utensilien mit einem Diamanten oder mit Fettstift zu bezeichnen und zu numerieren, um die Arbeiten möglichst rasch ausführen zu können und um sehr leicht eintretende Verwechslungen zu vermeiden. Gerade in analytischen Laboratorien, deren Arbeiten sich in mehr oder minder großen Zwischenräumen häufig wiederholen, kann durch zweckmäßige, gebrauchsfertige Bereithaltung von Chemikalien, Gefäßen und Utensilien sehr viel Zeit erspart oder mit anderen Worten sehr viel mehr geleistet werden.

Bei den täglichen Eintragungen in das Laboratoriumsjournal und bei allen anderen noch so unwichtig erscheinenden Notizen vergesse man nie das Datum. Solche mit Zeitangabe versehenen Aufzeichnungen können später recht schätzenswerte Anhaltspunkte für Ermittlung der verschiedensten Faktoren geben.

Für alle im Fabriklaboratorium auszuführenden Arbeiten lassen sich nun trotz ihrer Verschiedenartigkeit doch einige allgemeingültige Normen aufstellen. So kann nicht genug empfohlen werden, vor Beginn einer jeden Arbeit den Gang derselben genau festzulegen und auf die Beantwortung der jeweilig vorliegenden Fragen hinzuarbeiten, ohne sich von Nebensächlichkeiten viel ablenken und aufhalten zu lassen. Zeit und Geld dürfen nicht in planlosem Experimentieren oder in Verfolgung anderer Gesichtspunkte verschwendet werden, die an und für sich recht interessant sein mögen, die aber nicht im eigentlichen Interesse liegen, den Eingebungen des Augenblicks folge man nicht ohne weiteres! Damit soll natürlich nicht empfohlen werden, etwa eine brauchbar scheinende Idee auf ihren Wert hin ununtersucht zu lassen.

Soll der Einfluß und die Wirkung mehrerer neuer Faktoren festgestellt werden, z. B. derjenige verschiedener Temperaturen, veränderter Konzentrations- oder Druckverhältnisse u. dgl., so gehe man immer nur schrittweise vor und ziehe in systematischer Folge immer nur einen neuen Faktor in den Kreis der Untersuchungen. Man wird dann mit einwandfreier Sicherheit vorwärts kommen und am Schlusse genau wissen, welche Momente ungünstig wirken und unter welchen Umständen und Bedingungen die Arbeit die besten Resultate liefert. Ein auf Vermutungen gegründetes sprunghaftes Erforschen unter Einschaltung mehrerer neuer Momente auf einmal wird in den seltensten Fällen glatt zum Ziele führen.

Daß ein geordnetes Auseinanderhalten mehrerer gleichzeitig unternommener Arbeiten sowie ein sofortiges Protokollieren dringend nötig ist, wurde schon gesagt. Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, wie notwendig es ist, vor Beginn einer neuen Arbeit alle erreichbaren Literaturangaben einzusehen, um sich einerseits unnötige Arbeiten zu sparen und um andererseits die dort gefundenen Hinweise auszunützen. Im allgemeinen empfiehlt es sich nicht, mehrere wichtige Arbeiten gleichzeitig durchzuführen. Wer beim Arbeiten zu sehr in die Breite geht, wird es an gründlicher Vertiefung mangeln lassen müssen.

Bei dieser Gelegenheit mag auf die Beurteilung hingewiesen werden, die bisweilen die jüngeren in den wissenschaftlichen Laboratorien arbeitenden Chemiker ihren Arbeiten widerfahren lassen. Sie sprechen sich wohl in recht geringschätziger Weise über die ihnen zugeteilten Arbeiten aus, die einen Vergleich mit den ihnen früher auf der Hochschule gestellten Aufgaben scheinbar nicht aushalten. Und aus welchem Grunde sprechen sie so? Weil sie infolge des allgemein verbreiteten Geschäftsgrundsatzes: keinem Beamten mehr Einblick in das Ganze zu geben, als unumgänglich notwendig ist, gar nicht oder nur ungenügend über Zweck und Ziel ihrer Arbeit aufgeklärt werden. Wie weit sich solche, die Arbeit entschieden nicht fördernde Kritik vermeiden und dabei doch der Grundsatz der Wahrung des Fabrikgeheimnisses aufrecht erhalten läßt, hängt von der persönlichen Geschicklichkeit des Laboratoriumsleiters ab.

Die Darstellung neuer, bisher unbekannter Präparate gehört zu den seltensten Arbeiten. Es werden wohl immer bestimmte Gründe maßgebend sein, um solche Methoden auszuarbeiten.

Häufiger wird die Durchprobierung neuer Verfahren bzw. die Verbesserung schon bekannter Arbeitsmethoden verlangt. Veranlassung können verschiedene Umstände geben. Von anderer Seite kann z. B. ein gewinnbringender Artikel durch ein gesetzlich geschütztes Verfahren ausgebeutet werden; es ist dann im Interesse des Wettbewerbes nur zu rechtfertigen, daß, wenn derselbe Artikel aus vorhandenen Gründen sich gut in den Rahmen der eigenen Fabrikätigkeit einfügt, man nach einem zweiten und mit dem geschützten nicht kollidierenden Verfahren zu suchen strebt. Infolge des Preisrückganges eines Fabrikates oder der Preissteigerung des Rohmaterials, der Er-

höhung der Arbeitsunkosten usw. läßt vielleicht ein bestehendes Verfahren keinen Gewinn mehr; es muß dann, wenn man die Fabrikation überhaupt noch weiter zu führen gedenkt — man kann dazu mitunter z. B. durch Abschlüsse verpflichtet sein —, notwendigerweise nach Verbilligung bzw. Abänderung des vorhandenen Verfahrens oder nach einem gänzlich neuen emsig gesucht werden.

Viele chemische Produkte sind zuerst zu sehr hohem Preise auf dem Markt erschienen, um nach kürzerer oder längerer Zeit einen rapiden Preissturz zu erfahren. Zunächst sind dafür wohl lediglich kaufmännische Beweggründe maßgebend. Sehr häufig wird jedoch die Fabrikation dadurch derart betroffen, daß sie große Anstrengungen machen muß, um der Konkurrenz folgen zu können.

Diese äußeren Umstände sind die fruchtbringendsten Antriebe zur Vervollkommnung von Fabrikationsprozessen oder zu Neuerungen: Viele große technische und industrielle Fortschritte sind nur unter dem Druck der Not entstanden. Man denke nur an den Leblanchschen Sodaprozeß oder an die Rübenzuckergewinnung, die der Kontinentalsperre Napoleons I. zu danken sind, oder an die Entwicklung der deutschen Luftstickstoffindustrie durch den letzten Krieg. Aber auch ohne solche Zwangslage sind die Fabrikationsmethoden und die technischen Einrichtungen beständig zu vervollkommen, um stets auf der Höhe zu bleiben. Man kann sagen, daß ein Betrieb eigentlich nie fertig durchgebildet ist!

In vielen Fällen ist es sehr wichtig, sich über den praktischen Wert anderer geschützter Fabrikationsmethoden durch Nacharbeitung zu unterrichten. Bekanntlich werden nicht selten Patente genommen und Verfahren veröffentlicht, für die zahlreiche andere Gründe, nur nicht die praktischer Brauchbarkeit, maßgebend sind. Da verlangt es das Geschäftsinteresse, sich über die tatsächlichen Verhältnisse unterrichtet zu halten, um die Leistungen der eigenen Fabrik mit denen der Konkurrenz zu vergleichen. Die Stätte solcher Nachforschungen ist eben das Laboratorium.

Die Untersuchung der Rohmaterialien für die Fabrikation ist aus zweierlei Gründen notwendig. Erstens bedingen Gehalt und Qualität den Preis: man muß sich daher vergewissern, ob der wirkliche Wert dem bezahlten Preise entspricht, d. h. ob die Ware vollständig ist. Verschiedene Untersuchungsmethoden liefern nicht immer übereinstimmende Resultate, deshalb sind für eine große Anzahl chemischer Produkte allgemein anerkannte handelsübliche Untersuchungsmethoden festgelegt, die dann zu benutzen sind. Stellen sich Differenzen ein, so ist zwecks Verständigung stets die Methode zu nennen, nach der gearbeitet wurde. Die Untersuchung der Rohstoffe ist ferner nötig, weil sich die für gewisse „Ansätze“ benutzten Mengen häufig nach dem Reingehalt der Materialien richten. Die Untersuchung kann sich endlich auf die Bestimmung der Verunreinigungen erstrecken, die für die Verwendung nachteilig sind oder die ganz ausgeschlossen bleiben müssen.

Um von dem Resultate der untersuchten Probe ohne Fehler auf die Beschaffenheit der ganzen Ware schließen zu können, muß vorausgesetzt werden, daß erstens das Produkt durchaus einheitlich ist und daß zweitens das Muster der Ware entspricht. Beides ist nicht immer selbstverständlich: die Art der Probenahme ist daher z. T. ausschlaggebend für das Resultat. Mit dem Geschäft des Probenehmens werden daher auch häufig gerichtlich beeidete Personen beauftragt. Es ist darauf zu achten, daß die Verpackung des zu untersuchenden Materials vollkommen unversehrt bleibt, und daß die Gefäße erst in Gegenwart des Probeziehers geöffnet werden.

Handelt es sich um Flüssigkeiten, so überzeuge man sich, daß nichts auskristallisiert oder ausgeschieden ist. Kommen mehrere Gefäße in Frage, so entnimmt man je nach den Umständen aus jedem von ihnen eine Probe, die man einzeln untersucht oder entsprechend mischt. Bisweilen begnügt man sich mit Stichproben, die man willkürlich diesem oder jenem Gefäße entnimmt. Dabei ist nie zu vergessen, die das Probemuster aufnehmende Flasche vor der Füllung mit der betreffenden Flüssigkeit selbst auszuspülen.

Von festen Körpern, wie Pulvern, Kristallen, Mineralien usw. einheitliche Proben zu nehmen, ist häufig nicht einfach. Durch die Art der Verpackung können diese Stoffe oberflächlich verändert sein, sei es durch den Einfluß des Packmaterials, sei es durch den Zutritt von Luft, Licht oder Feuchtigkeit. Diese Umstände sind bei der Probenahme zu berücksichtigen. Die Mischung muß völlig einheitlich sein. Über die regelrechte Zerkleinerung gröberer Materialien, über die dazu verwendeten Siebe usw. bestehen meist bestimmte Vereinbarungen und Vorschriften.

Von den für die Betriebskontrolle notwendigen Analysen muß verlangt werden, daß sie einfach, zuverlässig und rasch ausführbar sind. Die Proben sollen womöglich von einem angelernten Arbeiter zuverlässig analysiert werden können, damit der davon u. U. abhängige weitere Fortgang der Fabrikation nicht länger aufgehalten wird, als unbedingt nötig ist. Die Einrichtung zur Ausführung der Betriebsanalysen ist praktisch so auszugestalten, daß die zu untersuchende Menge und diejenige der benutzten Reagenzien so eingestellt sind, daß Umrechnungen sich vermeiden lassen und daß das erhaltene Resultat sofort brauchbar ist. Verlangt z. B. ein Oxydationsprozeß einen beständigen Überschuß von 5 % freier Schwefelsäure, der stündlich zu kontrollieren ist, so wird man durch Festlegung der jedesmal zu untersuchenden Menge und der Stärke der Natronlauge die Anzahl der verbrauchten Kubikzentimeter Lauge den Betriebsprozenten Schwefelsäure anpassen können, wodurch jede Rechnung und ein Irrtum möglichst ausgeschlossen wird.

Die zur Ablieferung kommenden fertigen Fabrikate werden stets untersucht und sollten auch dann noch auf Gehalt und Reinheit geprüft werden, wenn sich beides schon aus der Art der Fabrikation von selbst ergibt. Es können immerhin Ungehörigkeiten vorkommen, die einem entgehen und zu deren unangenehmen Folgen die geringe

Mühe der Untersuchung in keinem Verhältnis steht. Zur Kontrolle auf Gleichmäßigkeit der verschiedenen Chargen halte man im Betrieb und im Laboratorium Typenmuster, deren Beschaffenheit ein- für allemal maßgebend ist; außerdem lasse man von jeder zur Ablieferung gelangenden Ware für alle Möglichkeiten ein Gegenmuster zurück, auf dessen Etikette auch Datum und Ablieferungsmenge zu vermerken ist.

Bestehen über die Beschaffenheit der Fabrikate nicht bestimmte Vorschriften, so muß man sich bemühen, vom entsprechenden Erzeugnis der Konkurrenz Proben zu erhalten, um diese zum Vergleich heranziehen zu können. Auf diese Weise wird man am sichersten zu fachmännischem Urteil über die Qualitätsansprüche gelangen und die eigene Fabrikation konkurrenzfähig ausgestalten.

Die Beobachtung mechanischer Analysenapparate und selbstregistrierender Instrumente („Ados“-Rauchgasprüfer usw.) sollte stets dem Chemiker überlassen bleiben. Andere Leute des Betriebes haben häufig ein Interesse daran, den Resultaten ein wenig „nachzuhelfen“ und sie schönzufärben.

Für die in zahlreiche, zum Teil voneinander unabhängige Einzelabteilungen zerfallenden Laboratorien der Großbetriebe gilt manches von dem hier Gesagten nur in gewissem Sinne. Die modernen Riesenwerke haben wissenschaftliche Laboratorien, die mit denen unserer Hochschulen an Pracht wetteifern; daneben besitzen sie auch äußerst praktische Versuchs- und Untersuchungslaboratorien (analytischer Art), in denen die Anforderungen, die an den jungen Chemiker gestellt werden, häufig sehr wechseln. Die in vorstehenden Ausführungen ganz kurz umrissenen Grundzüge der Laboratoriumsarbeit sind aber auch für diese Großlaboratorien von hohem Werte und sollten in ihrem Werte von keinem jungen Chemiker übersehen werden. Dieser halte sich stets vor Augen, daß die Laboratoriumstätigkeit die Schule für den Betrieb ist; schon deshalb schätze er sie nicht gering ein. Das in den ersten Monaten der praktischen Tätigkeit im Laboratorium Gelernte (Massen-, Schnellanalysen-, Produktenkenntnis usw.) wird sich stets als guter Grundstein erweisen.

B. Die Ausarbeitung von Verfahren für den Großbetrieb.

Selbst wenn ein neues Verfahren im Rahmen des Laboratoriumsversuches so weit durchgearbeitet ist, daß eine fabrikatorische Herstellung rentabel zu werden verspricht, so ist es doch nicht angebracht, daraufhin gleich mit seiner betriebsmäßigen Ausübung zu beginnen.

Es ist dringend zu empfehlen, das Übergangsstadium zum Großbetrieb, die Fabrikation im kleinen, so eingehend wie nur irgend möglich auszuarbeiten.

Man multipliziere die im Laboratorium angewandten Mengen nicht ohne weiteres mit 1000 oder 10000, sondern wiederhole das Verfahren zu-

nächst mit einer 10- oder 100fachen Menge, um zu erkennen, nach welcher Richtung hin bei größeren Massen die Reaktionen anders verlaufen. Die Arbeitsprozesse vollziehen sich bei Vermehrung der Mengen und unter dem Einfluß der veränderten Apparatur meist ganz anders, als in den Glaskolben der Laboratorien. Deshalb muß in diesem Zwischenstadium das Verfahren in handlichen, aber doch schon dem Betriebe nachgebildeten Apparaten so durchstudiert und festgelegt werden, daß die fabrikatorische Durchbildung, welche ja die größten Kosten verursacht, mit größtmöglicher Sicherheit gewährleistet ist.

Diese Großversuche sollten stets in einem technischen Versuchslaboratorium ausgeführt werden. In einem Winkelchen des Betriebes selbst wird man kaum wirklich sorgfältige, ungestörte Beobachtungen durchführen können; auch die Beaufsichtigung des helfenden Personals bleibt unvollkommen. In einem speziell eingerichteten Versuchslaboratorium wird der mit solchen Arbeiten beauftragte Chemiker und sein Hilfspersonal durch nichts abgelenkt. Es ist mit allem ausgerüstet, was für die Arbeiten und Untersuchungen erforderlich ist. Im Hinblick auf den Geschäftserfolg, den man diesem Teil der Tätigkeit des Fabrikchemikers wünscht, könnten in vielen Fabriken die dafür zur Verfügung gestellten Mittel reichlicher bemessen sein.

Zu den hauptsächlichsten Einrichtungsgegenständen eines solchen Versuchslaboratoriums, dem natürlich alle Einrichtungen, wie Kraft-, Dampf-, Wasser-, Druckluft-, Vakuum-, Kohlensäureleitungen usw. zur Verfügung stehen müssen, gehören z. B. außer den allgemein gebräuchlichen Laboratoriumsgeräten: eine emaillierte und eine nicht emaillierte 50—100 l-Blase, die mit Rührwerk, Deckel und Helm zum Destillieren — auch im Vakuum — zu versehen wäre, eine Schüttelvorrichtung, ein Autoklav, ein Saugfilter, eine kleine Filterpresse, einige Tonschalen und Tontöpfe, vielleicht auch ein Feuerherd, ein Abzug und ein passender Raum zur vorübergehenden Aufstellung von dem Betriebe entliehenen Apparaten. Darüber hinaus wird aber ein solches Laboratorium nach Maßgabe der in ihm auszuführenden Arbeiten noch sehr viel reichlicher ausgestattet sein können.

Die Bearbeitung der Großversuche wird sich mit allen den Faktoren zu beschäftigen haben, die für die betriebsmäßige Fabrikation nur irgend vorauszusehen sind, so z. B.: Rohmaterialien verschiedener Qualität; Art, Form, Material und Abmessungen der Apparatur; Reinigung des Fabrikates; Schicksal der Nebenprodukte u. a. m.

Das Rohmaterial ist für die Fabrikation ganz besonders wichtig. Es muß deshalb im Versuchsbetrieb genau untersucht werden, weil der durch mögliche Verunreinigungen gegebene Einfluß auf den Verlauf des Prozesses im kleinen Laboratoriumsversuch meist nicht so nachteilig zutage tritt, wie bei größeren Mengen und in metallener Apparatur. Die Güte des Rohmaterials kann für die Höhe der Betriebschargen maßgebend sein; von ihr hängt unter Umständen die Leichtigkeit der weiteren Verarbeitung, z. T. auch die Reinheit der daraus hergestellten Produkte, sowie unter Umständen das Gelingen der

Fabrikation ab. Solche Verunreinigungen sind keineswegs immer leicht zu entdecken. Mitunter kommt es vor, daß, nachdem einige Versuche zur vollen Zufriedenheit verlaufen sind, die nächsten Ergebnisse trotz vollkommen gleicher Herstellungsweise recht viel zu wünschen übrig lassen: die Schuld trägt häufig die verschiedene Beschaffenheit der anfangs für gleichmäßig erachteten Rohmaterialien. Dieser Umstand mahnt zur Vorsicht. Man soll sich für eine Reihe von Versuchen eine genügende Menge der in Frage kommenden Materialien gleicher Herkunft reservieren und von diesen Stoffen nicht zu kleine Proben für spätere Kontrolluntersuchung beiseite stellen.

Es ist andererseits kaum durchführbar, nur immer das reinste und gehaltreichste Rohmaterial zu verarbeiten. Sein höherer Preis und die Möglichkeit des Fehlens auf dem Markte sprechen da ein gewichtiges Wort mit. Es ist nicht angängig oder wenigstens nicht immer rentabel, eine Fabrikation einzurichten, für die Rohmaterialien nur mit Unsicherheit zu erhalten sind. Daher werden für die Ausarbeitung eines Verfahrens stets diejenigen Sorten des Ausgangsproduktes in Betracht zu ziehen sein, die bei völliger Brauchbarkeit mit Sicherheit bzw. großer Wahrscheinlichkeit immer zu haben sind sowie diejenigen, welche für die Kalkulation des ganzen Verfahrens am vorteilhaftesten sind. Es empfiehlt sich manchmal der Einkauf eines Stoffes in Form der Lösung an Stelle der festen Substanz, wenn die Frachtspesen es gestatten; selbstverständlich sind auf die Preise der Rohmaterialien in der Bilanz immer die gesamten Frachtkosten dazu zu schlagen.

Die Arten der entstehenden Nebenprodukte können unter Umständen Rücksichtnahme auf die Rohmaterialien erheischen. Eine bessere Verwertung kann zur Veranlassung für den Bezug eines teureren Rohmaterials werden. Für gewisse organische Synthesen wird zuweilen den bromierten Zwischenprodukten vor denen des Chlors der Vorzug zu geben sein, wenn die wertvollen Bromsalze als Nebenprodukt günstige Verwendung finden, während ja die Chlorverbindungen ganz wertlos sind.

Um über die Art der Apparatur etwas Endgültiges zu erfahren, muß man ebenfalls verschiedene Punkte berücksichtigen. In den Fällen, wo hinsichtlich Bauart oder Material Zweifel bestehen, sind alle Momente sorgfältig gegeneinander abzuwägen, um das Geeignetste zu finden. Der Baumaterialpreis sollte niemals allein ausschlaggebend sein, denn eine teurere Anlage kann auf die Dauer billiger werden, als eine an sich billigere, die unvollkommen, reparatur- und ersatzbedürftig ist.

Der rein chemische Einfluß des Apparatenmaterials auf den Gang der Fabrikation muß schon im Laboratorium ermittelt werden, indem ein Stück des betreffenden Metalles oder dgl. der Einwirkung der Reaktionsmasse unter den Fabrikationsbedingungen ausgesetzt wird. Nunmehr gilt es, über die Brauchbarkeit des Materials in konstruktiver Hinsicht Klarheit zu erhalten, wobei auch die durch die spätere Fabrikation verursachte Abnutzung und Beschädigung ins Auge zu

fassen ist. Die Wahl der Blechstärke von Gefäßen, die Beanspruchung der Rührer, die Druckhöhe in den Autoklaven, das Gewicht der Apparate usw. gehören hierher.

Immer finden sich in Fabriken ausrangierte Apparate, die aus Mangel an geeigneteren zur gelegentlichen Durchführung von Betriebsversuchen genommen werden. Dies ist vom Standpunkte der Sparsamkeit so lange gerechtfertigt, wie die Apparate hinsichtlich Material und Bauart noch geeignet genug sind, um brauchbare Resultate zu versprechen. Entschieden ist aber davon abzuraten, sich mit einem halben Resultat zu begnügen und zu hoffen, daß es in der späteren endgültigen Apparatur schon besser gehen wird. Liegt hingegen die Gewißheit vor, daß das Ergebnis durch Änderung der Apparatur günstig beeinflußt werden wird, so kann man sich mit dem vorläufigen Ergebnis zufrieden geben. Die Versuchsapparate sollen, wie improvisiert sie auch sind, stets derart beschaffen sein, daß man mit ihnen den vollgültigen Beweis für eine betriebsmäßige Fabrikation erbringen kann. Ein Sparen in diesem Punkte kann sehr wohl Mißerfolge bei der betriebsmäßigen Ausführung veranlassen.

Da der Verlauf der Reaktion auch von den Mengenverhältnissen abhängig sein kann, so ist in solchen Fällen zuerst die geeignetste Apparategröße zu ermitteln und danach ihre Anzahl je nach Fabrikationsumfang zu bemessen.

Für eine Reihe von Arbeitsmethoden im Laboratorium sind die entsprechenden Apparateformen bei betriebsmäßiger Darstellung ohne weiteres gegeben. So entspricht das Erhitzen auf dem Wasserbade oder mit dem Bunsenbrenner der Anwendung von Kesseldampf oder freiem Herdfeuer. Die Hempelschen, Linnemannschen u. a. Kugelhöfen für die fraktionierte Destillation finden wir in den Kolonnenapparaten wieder. Schütteln und Umrühren wird im großen meist durch mechanisch bewegte Rührer besorgt usw. Während sich aber das Laboratorium z. B. meist mit dem gewöhnlichen Filter begnügt, bedient sich der Fabrikbetrieb zur Trennung fester Körper und Flüssigkeiten einer Reihe prinzipiell verschiedener Apparate: Saug-, Druckfilter, Filterpressen, Zentrifugen, Drehfilter u. a. m. Kann man aus Analogieschlüssen über ähnliche Fabrikationen für den jeweils vorliegenden Fall den geeignetsten Trennungsgang nicht ohne weiteres bezeichnen, so bleibt nichts weiter übrig, als ihn durch Versuche zu ermitteln. In manchen Fällen gestaltet sich das schwieriger, als man anfangs erwartet. Es gibt eine ganze Anzahl von Fabrikationsmethoden, die sich von entsprechenden Laboratoriumsverfahren wesentlich unterscheiden und deren Kenntnis eben einen Teil des technischen Wissens ausmacht. Gerade auf diesem Gebiet der Konstruktion einer geeigneten Apparatur ist dem erfinderischen Geist des Betriebs-Chemikers ein weites Feld geöffnet. In der Vervollkommnung neuer Ideen konstruktiver Art muß der technische Chemiker vorteilhaft vom Ingenieur unterstützt werden; die erste Anregung, welche stets die eingehendste Kenntnis des Verfahrens voraussetzt, wird aber meist von ersterem ausgehen müssen.

Für den Großbetrieb sind die einfachsten Reaktionsbedingungen auch die besten! Mit Hilfe leicht auszuführender und genügend zuverlässiger Untersuchungsmethoden muß es dem Arbeiter oder Meister möglich gemacht werden, sich jederzeit über den richtigen Verlauf der Prozesse Sicherheit zu verschaffen.

Die Rentabilitätsberechnung, die alle diese Arbeiten wie ein scharfer Kritiker begleiten muß, wird sich nach den ersten fabrikmäßigen Versuchen auf Grund der Materialpreise, der ungefähren Kosten für die Anlage usw. schon besser aufstellen lassen. Wenn sie aber bereits in diesem Stadium nur geringe Aussichten eröffnet, so sollte der weitere Ausbau des Verfahrens vertagt werden, bis verbilligende Faktoren aufgefunden sind.

Spricht hingegen alles für eine weitere Bearbeitung, dann muß diese auf Grund einer planmäßigen Disposition und ohne Verzug fortgesetzt werden. Die Hauptmomente werden zuerst durch bestätigende Versuche unumstößlich festgelegt; dann sind die Nebensächlichkeiten — die allerdings nachher auch sehr wichtig werden können — zu bearbeiten.

Die Gründe, die gegen ein planloses Arbeiten im Laboratorium angeführt wurden, treffen im verstärkten Maße auf diese Betriebsversuche zu, die an sich sehr viel zeitraubender und kostspieliger sind. Ohne Methode ausgeführte, unzusammenhängende Einzelversuche bieten kaum eine Garantie, zum Ziele zu gelangen. Ausdauer, Stetigkeit und Geduld, vor allem aber Methode, sind bei diesen Arbeiten oft sehr nötig. Eine gründliche Bearbeitung muß auch im Falle des negativen Ausgangs mit Gewißheit erkennen lassen können, welchen Gründen der Mißerfolg zuzuschreiben ist. Im anderen Falle würde man bei einem Nichtgelingen ebenso nach persönlichen, wie nach sachlichen Ursachen zu suchen berechtigt sein.

Außer dem Ansatz des Versuchs oder der Charge sind Lösungsmittel, Konzentration, Reihenfolge des Zusammenmischens, Reaktionsdauer, Druck, Temperatur, die Tourenzahl der Rührwerke, Zeit oder Art der Probenahme usw. wichtige Daten, die immer notiert werden müssen. Eine sehr aufmerksame Verfolgung und Beobachtung der auftretenden Erscheinungen ist entschieden nötig. Die Ausführung solcher Versuche neben anderen Arbeiten muß als ganz verfehlt bezeichnet werden, da man dann die wichtigsten Momente in der Regel versäumt.

Die Hinzuziehung von Arbeitern, die man mit dem späteren Betriebe betrauen will, hat sehr viel für sich. Sie werden gründlich mit allen Einzelheiten vertraut, lernen die Schwierigkeiten kennen und wissen, worauf es besonders ankommt. Ferner kann man sich mit ihnen persönlich mehr beschäftigen und sie viel eingehender unterrichten, als es nachher im Betriebe selbst möglich ist.

Hat der Betriebsgroßversuch ein befriedigendes Resultat ergeben, so muß man sich trotzdem, ohne sich etwa in der weiteren Bearbeitung aufhalten zu lassen, die Frage vorlegen, nach welcher Richtung hin das Verfahren noch zu vereinfachen wäre, welche Sicher-

heitsmaßregeln noch getroffen werden könnten und wie die Apparatur am zweckmäßigsten ausgestaltet werden wird. Aus diesen Fragen ergeben sich dann meist noch einige Versuche. Sind auch diese abgeschlossen, dann hat man die nötigen Unterlagen, um an die betriebsmäßige Durchführung herantreten zu können.

Zum Schluß mag noch einiges über das persönliche Empfinden und die Haltung des mit solchen Arbeiten betrauten Chemikers gesagt sein. Es ist nur natürlich, daß derartige Arbeiten immer von der Hoffnung auf eine neue Gewinnquelle begleitet sind und daher in dem Ausführenden auch die beste Stimmung erwecken. Trotzdem sollte er sich hüten, bei gutem Verlauf in überschwänglichem Optimismus entsprechend gehaltene Berichte abzuliefern, damit die Enttäuschung nicht zu groß werde, wenn die Sache nachher in ein zweifelhafteres Stadium gerät. Und bei welcher betriebsmäßigen Ausbildung stößt man nicht auch auf Schwierigkeiten! Ist es an und für sich schon nicht gut, solche wechselnden Gemütsstimmungen während dieser Arbeiten zu hegen, so können sie letztere auch äußerst unvorteilhaft beeinflussen, indem sie die ruhige, objektive Beurteilung und Behandlung beeinträchtigen, in zu großem Sicherheitsgefühl die Gründlichkeit der Arbeit herabsetzen oder im Stadium der Mutlosigkeit die Energie zu weiteren Versuchen schwächen. Mit einer möglichst nüchternen Behandlung der Sache schneidet man sicherlich am besten ab. Deshalb beherrsche man sich in den aussichtsreichen, wie in den hoffnungsschwachen Stunden. Ein Erfolg ohne Siegesgeschrei beweist mehr Sicherheit und Vertrauen, als ein solcher, der mit breiter Ruhmredigkeit bekannt gegeben wird¹⁾.

C. Die Einrichtung und Überwachung des Großbetriebes²⁾.

Entwerfen der Anlage. Die Vorarbeiten für den Ausbau der Betriebseinrichtung haben einmal das Verfahren selbst, die Arbeitsweise, die Gestaltung der Apparatur und ihr Baumaterial kennen gelehrt, so daß letzten Endes nur noch die Abmessungen zu bestimmen übrig bleiben, in welchen die Einrichtung ausgeführt werden soll. Ist die Größe der vorgesehenen Räume dafür ausschlaggebend, so erwachsen keine Schwierigkeiten, da sich dann eins aus dem anderen ergibt, wobei allerdings vorausgesetzt ist, daß auch die Betriebsleistung davon abhängig sein darf. Anders ist es, wenn für die zu fabrizierende Menge keine anderen Gründe bestimmend sind, als allein die mehr oder minder gerechtfertigte Annahme, davon so und soviel im Jahre verkaufen zu können. Wenn somit auch der Kaufmann diese An-

1) Vgl. auch „Handfertigkeitkniffe im Laboratorium usw.“ von R. Thebis. Leipzig 1920.

2) W. van den Daele, Der moderne Fabrikbetrieb und seine Organisation; Stuttgart 1920. Vgl. ferner die ständige Beilage der Cöthener Chemiker-Zeitung: „Chem. Praxis“.

gaben zu machen und die Verantwortung dafür zu übernehmen hat, so ist doch auch der Chemiker bei der gemeinsamen Besprechung dieser Angelegenheit verpflichtet, seine Ansichten zu äußern, besonders, wenn er vom Kaufmann zu einer möglichst großen Anlage angeregt werden sollte.

Es ist ein durch die Erfahrung so und so oft bestätigtes Gebot der Klugheit, sich in solchen Fällen zunächst in bescheidenen Grenzen zu halten und nur darauf Bedacht zu nehmen, daß sich eine spätere, durch die Betriebserfahrung auch häufig praktischer auszugestaltende Vergrößerung ohne Schwierigkeiten und Störungen anschließen läßt.

Werden für den neuen Betrieb neue Räume bzw. neue Gebäude geschaffen, so sind neben den in erster Linie die besonderen Betriebsanforderungen berücksichtigenden Anordnungen auch die im Kapitel über „Bauliche Anlagen“ genannten allgemein nützlichen Einrichtungen zu treffen.

Wenn es nur irgend zugänglich ist, wähle man die Betriebsräume stets so, daß sie auch für andere Zwecke brauchbar bleiben, falls etwa die zuerst geplanten Betriebe eingestellt werden sollten.

Wie weit schon bestehende Räumlichkeiten zur Aufnahme neuer Betriebe hergerichtet werden können, hängt von den jeweiligen Umständen ab. Wenn es im Bereiche der Möglichkeit liegt, sollten auch diese Räume immer so weit ausgebaut werden, wie es irgend geht. Aus Scheu vor zu großen Änderungen nicht getroffene Einrichtungen werden später oft vermißt, wenn sich daraus beständige Unbequemlichkeiten ergeben und die Fabrikation unrentabler wird.

Um sich ein ungefähres Bild von der Größe der notwendigen Räume zu machen, kann das Verhältnis zwischen der von den Apparaten bedeckten Fläche und der des ganzen Betriebsraumes mit 1 : 2 angenommen werden. Von dieser im allgemeinen zutreffenden Größe gibt es natürlich Ausnahmen, wie z. B. für Betriebe, in denen sich ein sehr umfangreicher Materialtransport vollzieht oder für solche, bei denen die Materialförderung ausschließlich in geschlossenen Leitungen vor sich geht. In jenen wird der zur Verfügung zu haltende freie Platz wesentlich größer, in den letzteren hingegen beträchtlich kleiner bemessen werden können.

Es ist falsch, zunächst einen Teil des Betriebes zu bauen, um dann zu sehen, wie sich der Rest weiter gestalten wird. Auf diese Weise läßt sich nie Bürgschaft leisten, daß die ganze Anlage nach der Fertigstellung einheitlich wird und gut arbeitet. Der Betrieb muß vor dem Bau ganz fertig oder doch in seinen wesentlichen Teilen auf dem Papier entworfen sein. Wie der Ingenieur eine noch so komplizierte Maschine vor der Ausführung fertig gezeichnet und der Architekt den zu errichtenden Bau in allen Grundrissen und Schnitten auf dem Papiere stehen hat, so muß auch der Chemiker ein betriebsfertiges Verfahren von A bis Z so in Text und Zeichnung niederlegen können, daß jeder Fachmann danach imstande ist, einen derartigen Betrieb zu bauen und zu führen.

Beim wiederholten Überprüfen des Textes und beim eingehenden Vertrautmachen mit der gezeichneten Apparatur sowie den sich abwickelnden Prozessen in allen ihren Phasen, kurz: „beim Fabrizieren in Gedanken“ wird man schließlich zu der günstigsten Verteilung der Apparate und der für die handliche Bedienung zweckmäßigsten Anbringung der Armaturen gelangen. Ein recht brauchbares Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht darin, daß man den oder die Betriebsräume im Grund- und Aufriß mit ihren unveränderlichen Anlagen, wie Türen, Fenstern, Pfeilern, Transmissionswellen u. a., in einem bestimmten Maßstabe aufzeichnet, sodann die von den einzelnen Apparaten, Gefäßen, Tischen usw. bedeckten Flächen in demselben Maßstabe aus dunklerem Papier ausschneidet und in der Reihenfolge numeriert, wie sie während des Fabrikationsganges gebraucht werden. Auf diese Weise kann man in der einfachsten und dabei sichersten Form durch Verschieben der numerierten Papierscheibchen die beste Aufstellung der Apparatur ermitteln. Zugleich zeigt die Lage der Nummern zueinander, wie sich die einzelnen Abschnitte der Fabrikation räumlich abwickeln werden.

Um das sichere Gelingen der Arbeiten so viel wie möglich von menschlicher Unvollkommenheit unabhängig zu machen, strebe man dahin, den Betrieb so zu bauen, daß Ungeschicklichkeiten kaum begangen werden können. Man wird dann zum wenigsten ihre Häufigkeit einschränken, da es eine Sicherung gegen alle Möglichkeiten weder gibt noch geben kann!

Für die Verteilung der Apparatur muß sowohl der Gesichtspunkt maßgebend sein, daß die ganze Fabrikation glatt, ohne Störung und mit dem geringsten Aufwand vor sich geht, als auch der, daß bei einer nötig werdenden Vergrößerung die später aufzustellenden Apparate ohne allzu große Umwälzungen in den Betrieb eingeschaltet werden können. Die Lage der mit vielen Ab- und Zuleitungen verbundenen alten Apparate soll dabei möglichst wenig verändert werden. In manchen Fällen läßt sich dies nicht so glatt ausführen, man kann aber nichtsdestoweniger bei der ursprünglichen Anlage fast immer so verfahren, daß sich eine spätere Vergrößerung leicht bewerkstelligen und angliedern läßt.

Das Beschieken der Gefäße mit Rohmaterial und die Bewegung der Halbfabrikate und Zwischenprodukte dürfen nicht miteinander kollidieren. Ein ausschließlicher Transport der letzteren in Leitungen erleichtert in dieser Hinsicht die Art der Aufstellung, die auch auf handliche und möglichst wenig ermüdende Bedienung Rücksicht nehmen muß. Die Bewegung der Materialien von Hand geschehe vom Stand des Arbeiters aus möglichst nach links, wie es der Bewegung der rechten arbeitenden Hand am bequemsten liegt. Abgesehen davon, daß jeder durch solche Vereinfachung ersparte Mann einen Gewinn bedeutet, kann die mit unbequemen Weitläufigkeiten verbundene Bedienung nur zu leicht Betriebsunregelmäßigkeiten, d. h. schließlich schlechte Ausbeuten zur Folge haben.

Die Frage des Materialdurchgangs durch die Fabrik ist für Großbetriebe noch wichtiger, als für kleine Anlagen. Man muß in allem den großen Gedanken der Fabrikation erkennen, der erfordert, daß sich der in die Fabrik eingeführte Rohstoff völlig systematisch nach dem entgegengesetzten Ende der Anlage hinbewegt, wo er als Fertigprodukt erscheint und gestapelt oder verladen wird. Die Apparatechnik bewältigt heute mit der Vielgestaltigkeit ihrer Mittel schier unlösbare Aufgaben, wie es C. Michenfelder in seinem Spezialwerk: „Die Materialbewegung in chemisch-technischen Betrieben“ schildert (Leipzig 1915).

Die Möglichkeit gegenseitiger Vermischung oder nachteiliger Beeinflussung der verschiedenen im Umlauf befindlichen Stoffe muß streng beachtet werden.

Eine Verunreinigung kann z. B. durch zu nahes Nebeneinanderstehen offener und ungenügend gesicherter Gefäße sowie ferner durch deren Benutzung zu verschiedenen Zwecken verursacht werden. Der Gebrauch einer und derselben Apparatur zur Herstellung verschiedenartiger und empfindlicher Produkte, sollte, wenn irgend zugänglich, vermieden werden. Abgesehen von der für die Benutzung zu anderen Zwecken meist nötigen, mit Zeitverlust und Arbeit verbundenen Herichtung leidet die Reinheit und Güte der Fabrikate nur zu leicht. Zur Beseitigung dieses Übelstandes, d. h. zur Aufstellung einer selbständigen Apparatur, entschließt man sich leider häufig erst dann, wenn der verursachte Ärger und Schaden schon bald den Wert eines weiteren Apparates ausmacht.

In allen Fällen, in denen in derselben Apparatur ohne Bedenken verschiedene Arbeiten ausgeführt werden — und solche gibt es wohl in jeder Fabrik — kann man die Reinigung oder Instandsetzung bisweilen dadurch recht vereinfachen, daß man geschickt über die Reihenfolge der vorzunehmenden Arbeiten disponiert.

Ein weiterer Faktor, dem leider noch nicht die gebührende Bedeutung beigelegt wird und der bei Neuanlagen mehr als bisher befolgt werden sollte, ist der, die Armatur- und alle anderen auswechselbaren Teile, wie Ventile, Hähne, Flanschen, Schrauben, Kleinmotore usw., in ganz bestimmten Normaltypen und nur in diesen zu verwenden. Durch diese anfangs etwas Aufmerksamkeit und Mühe verursachende Einrichtung wird im Laufe der Zeit bei den unvermeidlichen Änderungen und Auswechslungen sehr viel Geld und noch mehr Verdruß erspart. Jeder Praktiker kennt die Verlegenheit, in die man geraten kann, wenn es sich um eine plötzlich nötig werdende und möglichst rasch zu erledigende Auswechslung eines Apparatestückes handelt und man dann im letzten Augenblick erfährt, daß das betreffende Ersatzstück nicht paßt. Die Normalisierung der Apparatur wird neuerdings sehr gefördert.

Die Bordscheiben der verschieden weiten Rohre sollten entsprechend den dafür bestimmten Flanschen einheitlich breit sein und die Flanschen selbst ohne Ausnahme immer nach dem Typenmuster gekauft werden. Es gilt dies von ihrer Dicke, ihren Durchmessern

und ganz besonders von den Durchbohrungen. Wie oft kommt es vor, daß, wenn in aller Eile eine Leitung aus vorhandenen Rohrteilen improvisiert werden soll, einem geantwortet wird: die Flanschen passen nicht, oder: die Schrauben sind zu kurz, oder: die Löcher decken sich nicht. Daß die Ventil- und Hahnflanschen in ihren Weiten und Durchbohrungen ebenfalls zu den Flanschmodellen passen müssen, versteht sich dann von selbst. Wie viele Ventile einer Größe findet man oft in einem einzigen Betriebe, deren Flanschen und Schraubenlochabmessungen so voneinander abweichen, daß man kaum zwei aneinander schrauben könnte!

Ihre erste Ursache finden diese Unregelmäßigkeiten z. B. an den auswärts hergestellten Apparaten und ihren Armaturteilen, wenn, wie es sehr häufig geschieht, die Bestellung sich nur auf Form und Größe der Apparate beschränkt und die scheinbaren Nebensächlichkeiten dem Lieferanten überlassen bleiben. Die nächste Folge davon ist, daß die in der Fabrik hergestellten Anschlüsse für die gekauften Apparate sich an die gelieferte Ausführung halten müssen und sich nicht den in der Fabrikwerkstatt üblichen Abmessungen anpassen können. Damit fängt dann die Unordnung an.

Wird dagegen gleich bei der Bestellung der Apparate auch auf die bestimmte Ausführung dieser Teile hingewiesen, dann klappt die Montage und alles spätere viel besser. Die Apparatefabriken berücksichtigen dergleichen Forderungen ebenso gern, wie sie, wenn nichts davon erwähnt wird, ganz nach freiem Ermessen verfahren.

Was von den Flanschen gilt, trifft auch für die Schrauben gleicher Größe zu. Man findet oft solche einer Stärke mit drei bis vier verschiedenen Kopfgrößen. Die Folge dieser Ungleichmäßigkeiten sind dann die vielen nicht oder schlecht passenden Schraubenschlüssel; es müssen für dieselbe Schraubengröße mehrere Schlüssel gehalten werden. Die vielen durch die Benutzung schlecht passender Schlüssel verursachten Handverletzungen mögen dabei nur nebenbei erwähnt werden.

Es ist nicht gleichgültig, wie die Dampf-, Wasser- und anderen Leitungen zu den Apparaten liegen und wie die Anschlüsse an letztere angeordnet werden. Ohne die Handlichkeit leiden zu lassen, kann dabei recht viel an Rohrmaterial erspart werden.

Die Anbringung der Armaturen an den Apparaten soll reiflich überlegt werden. Für den Bau ist es ganz gleich, ob der Ablaufstutzen an dieser oder jener Stelle sitzt oder ob ein Ventil rechts oder links angeordnet wird, ausschlaggebend ist die verschiedene Anordnung jedoch für die Hineinpassung in die ganze Anlage und für die tagtägliche Verwendung. Wie und wo die Armaturteile an den Apparaten anzubringen sind, das ergibt sich teils aus dem Apparat selbst, teils aus der Aufstellung im Betriebe und teils aus der für die Fabrikation geeignetsten Stellung.

Die gewöhnlichen Hähne und Ventile sind im Handel Massenartikel und daher oft nicht sehr sorgfältig gearbeitet. Deshalb ist es eine gute Gewohnheit, sie immer vor Verwendung auf ihre Zuverlässigkeit zu prüfen.

Die Mannlöcher sind bezüglich Verschlußart und Anbringung an den Apparaten auch nicht immer einwandfrei. An gewölbten, ungenügend versteiften Böden läßt sich ein dauernd zuverlässiger Mannlochverschluß nicht mit Sicherheit erhalten; ebenso ist der Verschluß größerer Mannlöcher durch eine einzige mittelständige Schraube bei nicht tadellos im Stande gehaltenen Dichtungsflächen sehr unsicher. Sie liegen, obgleich sie in Monaten kaum einmal benutzt werden, oft an einer zwar konstruktiv bequemen oder symmetrischen, aber dennoch falschen Stelle des Deckels, wenn z. B. dadurch Thermometer, Hähne usw. beiseite gedrängt werden und unbequem zu bedienen sind. Um die richtige, brauchbare Größe der Mannlöcher festzustellen, lege man sich die Frage vor, zu welchem Zwecke sie angelegt werden, ob zur Befahrung oder Beschickung, zur Reinigung des Gefäßes, zur Zugänglichmachung der Innenteile usw.

Schließlich ist die vielleicht nötig werdende, mit den einfachsten Mitteln, leicht ausführbare Reparatur der in Frage kommenden Hauptteile der Apparatur auch gleich bei ihrem Bau zu berücksichtigen. Dem Lieferanten liegt häufig mehr am eleganten und gefälligen Aussehen oder auch an einer einfachen Herstellungsart, als an der Rücksichtnahme auf Reparaturen. Die Art der Abdichtung der durch Gefäßwandungen hindurchgehenden Rohre, die Auswechselbarkeit der Kühl- und Heizschlangen, die Befestigung von Rührwellen und -schaufeln, Strombrechern und sonstigen Innenteilen ist wesentlich. Mit recht einfachen Mitteln lassen sich hier in Voraussicht möglicher Betriebsstörungen oft sehr wirkungsvolle Sicherheiten oder Vorkehrungen schaffen, die eine Reparatur wesentlich vereinfachen.

Für zerbrechliche und gefährdete Teile, die infolge leichter Beschädigungen Betriebsstörungen verursachen können, sind Ersatzstücke besonders dann vorrätig zu halten, wenn ihre Anfertigung oder Besorgung mit Zeitverlust verbunden wäre. Daß dieselben leicht auswechselbar sein müssen, ist ebenso selbstverständlich, wie die Vorsichtsmaßregel, bei einem Zerbrechen von Glas- oder Tonteilen den Gefäßinhalt durch Absperrvorrichtungen sichern zu können.

Es muß ferner die Notwendigkeit ins Auge gefaßt werden, Fabrikationsstörungen, die teils infolge falschen Verlaufs der Reaktion, teils durch Versagen der Apparatur entstehen können, bis zu einem gewissen Grade durch die Art ihrer Anlage und Konstruktion zu begegnen. Es tritt z. B. bei manchen Prozessen mitunter lebhaftes Schäumen auf, das oft durch stärkeres Kühlen oder schnelleres Rühren beseitigt werden kann, bevor der Schaum im äußersten Falle in vorgesehene Bahnen abgeleitet wird. Die Möglichkeit plötzlicher stärkerer Kühlung, vielleicht durch Berieselung des Apparates mit kaltem Wasser, oder die Erhöhung der Rührgeschwindigkeit würden in diesem Falle die geeignetsten Sicherheitsvorkehrungen darstellen.

Zur schnelleren Ausschaltung der Gangwerke sind diese tunlichst immer mit Losscheiben zu versehen. Dann sind, wenn ein Prozeß in einem geschlossenen Gefäße mit starker Gasentwicklung verbunden ist, außer dem Sicherheitsventil unter Umständen noch Abblasevor-

richtungen anzubringen, um plötzlich entstehenden großen Gasmengen genügend schnellen Austritt zu verschaffen. Die Leitungen für Flüssigkeiten, die unter Druck gefördert werden, erhalten geeignete Sicherheitsventile und Überläufe, die sich betätigen, wenn durch Stauung oder Verstopfung der Höchstdruck überschritten wird. Nachteiliger Überhitzung und Unterkühlung kann durch vorzusehende Kühl- und Heizeinrichtungen begegnet werden. Das vorzeitige Auskristallisieren von Lösungen oder das Dickwerden von Laugen z. B. während der Filtration sind Störungen, die häufig in neuen Betrieben in den ersten kalten Tagen auftreten und die dann zeigen, daß teils die Räume, teils die Apparate nicht genügend warm sind. Mitunter sind auch Heizvorrichtungen anzubringen, damit die notwendige Temperatur für wochenlang dauernde Gärungsprozesse unabhängig vom eigentlichen Kesselbetrieb, der meist die Heizröhren bedient, auch während der Feiertage in den betreffenden Räumen erhalten werden kann.

Der elektrische Einzel- oder Gruppenantrieb ist viel weniger Störungen ausgesetzt, als z. B. eine zentrale Transmission. Für ihn bleibt die dauerhafte Verlegung der Stromkabel zu beachten, die so zu erfolgen hat, daß Durchfeuchtung der Isolierschicht und Dämpfe den Leitungen nicht schaden und namentlich nicht Kurzschlüsse herbeiführen können. Sicherungen sollten stets in genügender Zahl an einer bestimmten Stelle vorrätig gehalten werden, um solche gleich zur Hand zu haben. Motore dürfen nur langsam angefahren werden, wenn sie belastet sind. Für Notbeleuchtung ist Sorge zu tragen, sonst können Störungen an den Lichtleitungen arge Ungelegenheiten bereiten und gefährliche Situationen schaffen. In feuchten Räumen empfiehlt sich die Aufstellung flüssigkeitsdicht (und unter Umständen gasdicht) gekapselter Motore. Der Wartung der elektrischen Einrichtungen und ihrer Kontrolle ist erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Daß man nicht jede durch Versagen der maschinellen Einrichtung hervorgerufene Betriebsstockung durch Sicherheitsvorkehrungen vermeiden kann, ist einleuchtend; trotzdem aber läßt sich doch sehr vielen Schwierigkeiten durch Berücksichtigung der möglichen Ursachen rechtzeitig begegnen. Vgl. K. Hartmann, Sicherheitseinrichtungen in Chem. Betrieben (Leipzig 1911).

Das öffentlichen Flußläufen entnommene Wasser muß meist durch Einschaltung eines Klärbassins oder einer Filteranlage gereinigt werden. Mitgeführter Sand und Schmutz verschleißt zunächst die Kolben und Zylinder der Pumpen, lagert sich dann an den tiefsten Stellen der Leitungen ab und verstopft diese. Die Verunreinigungen, wie Holzstückchen, kleine Steinchen, Pflanzenreste u. dgl., setzen sich besonders gern an den Enden der Hauptleitungen in Hähnen und Ventilen fest und verhindern dort den Wasserdurchtritt. Wenn das Kühlwasser von unten durch den Kühlmantel zugeführt wird, so ist man gezwungen, für die an und für sich in wenigen Minuten zu erledigende Auswechslung des Hahnes nicht nur die Wasserleitung abzustellen, sondern auch das ganze Wasser mit Hilfe improvisierter Mittel aus dem Kühler zu entfernen und dabei meist die Destillation

zu unterbrechen. Es folgt daraus, daß es zunächst notwendig ist, gewisse Längen und Abzweigungen der Wasserleitung dergestalt mit Abschlußorganen zu versehen, daß bei der Ausschaltung eines Betriebsteiles die anderen möglichst wenig in Mitleidenschaft gezogen werden, und daß das Kühlwasser den Kühlern von obenher durch ein bis auf den Boden reichendes, am unteren Ende umbogeneres Rohr zugeführt werden soll. Befürchtet man eine Vorwärmung des Kühlwassers durch das äußere heiße Wasser, dann lötet man über dem

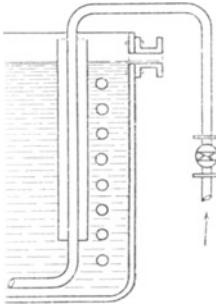


Fig. 114.

eintauchenden Rohrende ein übergestecktes weiteres isolierendes Rohr an (Fig. 114). Diese einfache Bauart ermöglicht die Auswechslung des verstopften Hahnes ohne Entleerung des Kühlers und ohne Unterbrechung des Prozesses.

Für die Dampfleitungen gilt ebenfalls allgemein, die Ventile in planmäßiger Verteilung so einzuschalten, daß man auch hier einen kleineren Teil abstellen kann, ohne die übrigen Betriebe stilllegen zu müssen.

Da, wo große Tongefäße gebraucht werden, bedenke man stets die Gefahr des Berstens derselben und treffe Vorkehrungen zur Sicherung gegen Materialverlust bei einem Bruche. Unter den Tonschalen, in denen mit direktem Dampf gekocht wird, sollten sich stets Bottiche oder sonstige nicht spack werdende Einrichtungen befinden, um den Schaleninhalt bei eintretendem Bruche aufzufangen. Abbrechende Tonhähne und -stutzen sind ebenfalls gelegentliche Ursachen zum Leerlaufen von Gefäßen. Für die Vollkommenheit solcher Sicherheitsvorkehrungen muß der Wert der Fabrikate im allgemeinen maßgebend sein. Bei der Darstellung sehr wertvoller Präparate kann man so weit gehen, daß alles Geschirr auf Untersätzen steht, jedes Gefäß eine Schutzhülle hat und die Arbeitstische mit flachen Kästen aus geeignetem Metall usw. bedeckt sind, in denen alle Arbeiten ausgeführt werden.

Die Konstruktion der Rührer ist recht mannigfaltig und bildet den Gegenstand vieler Patente. Auf die zahlreichen Ausführungsformen für Spezialzwecke kann hier nicht eingegangen werden. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Typen findet sich in „Parnicke, Die maschinellen Hilfsmittel der chemischen Technik“, Frankfurt a. M. und in v. Ihering, Maschinenkunde (Leipzig 1906). Außer den dort angeführten Typen baut wohl noch jede chemische Fabrik eigene Rührwerke und Mischapparate, deren Sonderformen sich aus den speziellen Verwendungszwecken ergeben. Bei diesen Konstruktionen soll man darauf achten, die Lagerung der Welle vor Verschleiß durch das Mischgut zu schützen, die Schaufeln möglichst sicher, aber dabei auch leicht auswechselbar zu befestigen und das Zusammenarbeiten von Strombrecher und Rührer gut durchzuprobieren. Rührer ohne Strombrecher mit stehender Welle bewegen die Flüssigkeit mehr, als daß sie sie durcheinandermischen. Bisweilen ist es angebracht, die Rühr-

welle nicht in das Zentrum des Gefäßes zu stellen, so z. B., wenn außerdem noch Rohre angebracht werden müssen, mit denen die Rührschaufeln in Kollision kommen könnten. Bei Anwendung einer hohlen Welle gibt sich die Möglichkeit, diese als Zuleitungsrohr für den Innenraum zu benutzen.

Ausführung der Betriebsanlage. Nachdem so die Apparatur im wesentlichen, jedoch immer unter dem Gesichtspunkte, mit der relativ größten Einfachheit die größte Betriebsleistung und -sicherheit zu vereinigen, durchkonstruiert ist, wird mit ihrer Aufstellung begonnen; bei der Montierung und Inbetriebsetzung wird trotz aller Voraussicht noch diese oder jene Verbesserung nötig werden. Vorhandene Apparate oder Teile derselben werden zunächst auf die Möglichkeit einer Verwendung geprüft und nötigenfalls hergerichtet oder umgebaut. Hierbei schätze man Beschaffenheit, Änderungskosten und nachherige Brauchbarkeit gegeneinander ab, damit Kosten und Nutzen im richtigen Verhältnis bleiben.

Handelt es sich um geheim zu haltende Ausführungsformen, die an und für sich vielleicht ungünstig, aber doch für bestimmte Zwecke sehr wertvoll sind, so betone man diesen Umstand nicht, übergehe ihn vielmehr mit Stillschweigen und vermeide, über die Verwendung überhaupt zu sprechen, um nicht die Aufmerksamkeit Unberufener zu erregen.

In allen Fällen, in denen die Apparatur ganz oder auch teilweise außerhalb der Fabrik angefertigt wird, verlasse man sich nicht ausschließlich auf die Erfahrungen des Fabrikanten; man höre zunächst seine technischen Äußerungen und präzisiere ihm dann alle Details bis auf die Stärke der Bleche, der Rohre, der Verpackungsmaterialien, ob Asbest, Gummi usw. genommen werden soll, schreibe auch die Befolgung der oben empfohlenen Normalien der Fabrik vor. Es werde zur strengen Gewohnheit, alle mündlich gegebenen Aufträge und Bestellungen schriftlich und unter Erwähnung aller Einzelheiten zu wiederholen, denn alle nicht auftragsgemäßen Ausführungen können nur auf Grund schriftlicher Belege zurückgewiesen werden.

Bei größeren Aufträgen verlange man zuerst einen Kostenanschlag und vergewissere sich, nicht übervorteilt zu werden. Das niedrigste Angebot ist aber auch hier, wie in anderen Fällen, nicht immer das billigste, und es ist keineswegs immer leicht, unter den verschiedenen eingegangenen Offerten die vorteilhafteste herauszufinden. Meistens wird es der Fall sein, daß man mit einer als leistungsfähig erkannten Firma in dauernder Geschäftsverbindung steht und sich von ihr bedienen läßt. In diesem Verhältnis sei man jedoch nicht zu konservativ veranlagt und ziehe schon der bloßen Kontrolle wegen von Zeit zu Zeit andere aufstrebende Firmen mit in Konkurrenz. Bei der Bestellung verabsäume man nicht, über Verpackungs-, Transport- und bei größeren Stücken auch über Abladekosten anzufragen sowie eine Reklamationsfrist festzusetzen. Wenn die Montage gesondert nach Zeit bezahlt wird, so sehe man darauf, daß an der Apparatur nichts fehlt, was in der ausführenden Fabrik herstellbar war. Man betone

ausdrücklich, daß nur das als Montagearbeit anerkannt wird, was nicht tatsächlich ebensogut in der Werkstätte des Lieferanten hätte ausgeführt werden können, so das Bohren der Flanschenlöcher, Auflöten der Flanschen, Verpacken der Apparaturdichtungen, Anfertigen der Träger, Konsole usw.

Den Fabrikanten läßt man über die Verwendung der Apparate aus begreiflichen Geschäftsgründen oft im unklaren, solange man nicht gerade gezwungen ist, ihn zwecks Ausnützung seiner Erfahrungen darüber zu unterrichten. Doch sind ihm stets detaillierte Angaben über Material, Bauform usw. zu machen. Bisweilen läßt man auch zur strengeren Wahrung des Fabrikgeheimnisses die Apparaturteile von mehreren Fabriken anfertigen und setzt sie nachher selbst zusammen.

Kommen die Sachen zur Ablieferung, so überzeuge man sich zunächst, soweit es möglich ist, daß sie den Vereinbarungen gemäß richtig und tadellos hergestellt sind. Häufig zeigen sich die Fehler erst nach der Inbetriebnahme. Deshalb ist die bei der Bestellung stets schriftlich vorzubehaltende Reklamationsfrist nötig; ihr Endtermin darf nie unbeachtet verstreichen.

Die Abmessungen der Apparate verlangen zuweilen, daß man sie zur Einbringung in die Räume erst an Ort und Stelle zusammensetzt oder die Türöffnungen vergrößern muß. Wenn letzteres nötig wird, wartet man bei Neubauten mit dem Einsetzen der Türrahmen bis nach dieser Aufstellung. Ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß große Apparate für Reparaturen oder Änderungen in absehbarer Zeit wieder aus den Räumen herausgeschafft werden müssen, so sind die Türen danach zu bauen. Große Fässer und Bottiche werden nach ihrer Fertigstellung angeliefert, meist aber zur Einbringung in die Räume auseinandergeschlagen und an ihrem endgültigen Aufstellungsort von neuem zusammengesetzt.

Die Frage, ob die Herstellung der Apparatur in den eigenen Werkstätten billiger wird, läßt sich allgemein nicht beantworten. Die Art der zu bauenden Apparate an sich, die Einrichtung der Werkstätten und die Leistungsfähigkeit des Handwerkerpersonals sind dafür bestimmend. In jeder Fabrik wird man bald wissen, wieweit man mit Nutzen selbst bauen kann.

Kommt es zur Montage der Apparate, dann müssen zuerst, soweit es nicht schon vorher beim Bau geschehen ist, die gemauerten Sockel, einzementierte Träger und sonstige Maurerarbeiten fertiggestellt werden, damit der Mörtel Zeit zum Abbinden hat und genügend fest werden kann. Hat man die Wahl zwischen gemauerten und hölzernen Unterbauten, so gebe man, wenn es sich mit der Festigkeit und Feuer-sicherheit vereinbaren läßt, in Anbetracht der so häufigen Veränderungen stets den Holzkonstruktionen den Vorzug. Das abgebrochene Mauerwerk ist nämlich nachher nur Schutt, während die Holzteile immer wieder verwendbar sind und zu allerletzt noch als Brennmaterial aufgebraucht werden können. Unter Umständen empfehlen sich auch eiserne Gerüste für die Apparatur.

Die betonierten und gemauerten, gewöhnlich mit Zement verputzten Sockel der Maschinen und Pumpen sind so einzurichten, daß das ablaufende Schmieröl nicht den ganzen Sockel überschwemmt. Abgesehen von dem unsauberem Eindruck, wird der Zement unter dem anhaltenden Einfluß fettsäurehaltiger Öle bröcklig.

Die Fundamentschrauben lasse man weit genug hervorstehen, denn bei Neubauten „sacken“ bisweilen die Gebäude. Infolgedessen müssen die Maschinen wiederholt ausgerichtet werden. Dies geschieht am einfachsten, indem an den tiefen Stellen untergelegt wird; dabei ist eine genügende Länge der Schrauben Voraussetzung.

Der Festigkeit und Stärke der Träger soll Aufmerksamkeit geschenkt werden. Ein Zuwenig darin wird selten geleistet, wohl aber sieht man oft besonders bei komplett gelieferten Einrichtungen ein Zuviel deshalb, weil die Konstruktionen nach Gewicht bewertet werden. Bei richtiger Ausnützung der Tragfähigkeit des Materials unter selbstverständlicher Beachtung der verlangten Sicherheit würde sich manche Ersparnis erzielen lassen. An die gute Verwendbarkeit von Filz und Kork als Unterlegmaterial zur Dämpfung von Geräusch und Erschütterungen sei hier erinnert.

Damit die einzelnen Apparate sich nicht gegenseitig hindern und die Montagearbeiten unnötig erschweren, ist die Reihenfolge ihrer Aufstellung wohl zu überlegen und innezuhalten.

Teile, die leicht verbogen, eingedrückt oder sonstwie beschädigt werden können, sind entweder vorher abzulösen oder durch Latten und andere Versteifungen gut zu sichern. Stutzen und sonstige Öffnungen werden, wenn das Hineinfallen von Schmutz oder Werkzeugteilen während der Montage möglich ist, aber vermieden werden soll, verbunden, verschalt oder mit Lumpen verstopft, jedoch mit der Vorsicht, daß immer eine Wulst davon herausguckt; denn sonst rutschen solche Lappen gelegentlich ganz hinein, entziehen sich der Beachtung und können in dem fertig montierten Apparate bei der Inbetriebsetzung zu den unangenehmsten Störungen Anlaß geben, weil man sie am wenigsten darin vermutet und den Grund in allen anderen Ursachen sucht.

Im Anschluß hieran sei noch einmal daran erinnert, daß man sich stets davon überzeugen muß, ob in den gebogenen Kupferrohren kein Harz zurückgeblieben ist, mit dem sie für das Biegen gefüllt worden sind. Wie sehr dieses zurückgebliebene Harz noch störend wirken kann, mag folgender Fall zeigen: Von dem Deckel eines gußeisernen Gefäßes ging ein kupfernes Rohr nach oben ab, in dem ziemlich heiße Gase fortgeleitet wurden. Vom tiefsten Teil des gewölbten Gefäßbodens aus bewirkte ein Gasrohr die abstellbare Verbindung mit der Luftpumpe, die zur Einleitung des Prozesses die Gase aus dem Gefäß saugte. Dieser Apparat arbeitete mehrere Wochen einwandfrei, bis eines Tages die Luftpumpe die Gase nicht mehr absaugen wollte. An eine Verstopfung des Apparates konnte infolge der ausschließlich gasförmigen Produkte zunächst nicht gedacht werden. Seine Form war zudem derart, daß man sich ohne weiteres nicht von der inneren

Beschaffenheit überzeugen konnte, so daß die Ursache in allen anderen Umständen vergeblich gesucht wurde, bis man sie schließlich in der Verstopfung des abgehenden Gasrohres an seinem Austritt aus dem Apparat fand. Die nähere Untersuchung ergab, daß durch die beständige Erwärmung ein zurückgebliebener Rest des Harzes im oberen Kupferrohr geschmolzen, allmählich nach unten durch das Gefäß bis zu der tiefsten Stelle, nämlich dem Austritt des kalt bleibenden Gasrohres, geflossen war und sich dort festgesetzt hatte.

Ferner sei wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß die Blindflanschen, die man zur gelegentlichen Absperrung oder Ausschaltung eines Rohrteils in die Leitung einsetzt, gern darin vergessen werden und dann die Quelle großer Gefahren bilden können. Deshalb ist nicht nachdrücklich genug darauf hinzuweisen, daß in der ganzen Fabrik niemals ein Blindflansch geduldet wird, der nicht einen aus den Rohrflanschen lang hervorstehenden, deutlich sichtbaren Stiel hat.

Das Einlegen der Verpackungen, deren Material mit Sachkenntnis für die verschiedenen Zwecke auszuwählen ist, geschehe sehr sorgfältig. Die meist den Hilfsarbeitern der Monteure überlassene Arbeit wird nicht immer mit der nötigen Genauigkeit ausgeführt. Die Scheiben sind bisweilen zu klein und die Durchlochungen zu eng. Der erstere Fehler beeinträchtigt ihre Haltbarkeit und der zweite verengt nicht nur den Rohrquerschnitt, sondern hat auch zur Folge, daß die nach innen vorstehenden Teile der Verpackung von dem durchströmenden Dampf, Wasser usw. nach und nach abgelöst und mitgeführt werden, um an irgendeiner Stelle dann das Rohr zu verstopfen oder die Abschlußorgane undicht zu machen. Solche abgelösten Verpackungsteile können auch verunreinigend — färbend — auf ein flüssiges Fabrikat wirken. Ferner kommt es vor, daß die Verpackung beim Hineinschieben sich mit einem Segment umbiegt, folglich in diesem Teile doppelt liegt und sich dann als gänzlich undicht erweist.

Damit sich die Asbest- und Pappeverpackungen den Bordscheiben, die natürlich frei von Unebenheiten sein müssen, gut anschmiegen, pflegt man sie vor dem Auflegen etwas anzufeuchten. In diesem feuchten Zustande sind die Verpackungen jedoch sehr verletzlich und müssen daher mit großer Achtsamkeit eingelegt werden. Um zu verhindern, daß sie sich durch Beschwerden mit schweren Deckeln, Zargen usw. verschieben, bindet man sie an mehreren Stellen mit Bindfaden fest, den man vor dem Anziehen der Schrauben wieder herauszieht. Von der Präparierung der Verpackungen zur Erhöhung ihrer Haltbarkeit und Wiederverwendbarkeit ist schon auf S. 81 ff. die Rede gewesen. Hier sei noch einmal daran erinnert, daß das Bestreichen mit Flockengraphitsuspensionen ein ausgezeichnetes Mittel ist.

Bei den beweglichen Apparaten und Apparaturteilen werden die gelieferten Stopfbüchsen auf ihre, bei Neulieferungen oft ganz fehlende, Verpackung hin untersucht und kunstgerecht aufgeschraubt. Auch die Riemenscheiben sind auf ihre sachgemäße Befestigung mittelst

Nabe und Stelling oder Stellschraube hin zu prüfen. Die Lage der Schmiergefäße muß mitunter mit Rücksicht auf die durch die Aufstellung bedingte Zugänglichkeit eingerichtet oder geändert werden [ebenso die der Riemenaurücker].

Die Riemen selbst werden zunächst, mit Ausnahme der Kraftübertragungen mit sehr großer Umlaufgeschwindigkeit, nur mit einfachen Krallen und erst nach völligem Strecken endgültig verbunden. Die elektrischen Einrichtungen sind sachgemäß zu prüfen.

Bei der ersten Ingangsetzung der beweglichen Apparate fängt man mit sehr mäßiger Geschwindigkeit an und beobachtet alles, was bei der ersten Inbetriebsetzung der Dampfmaschine anempfohlen wurde. Die Stopfbüchsen und die Lager sind auf ein Warmlaufen hin zu kontrollieren und vor allem reichlich zu schmieren. Daß die Riemen von den Scheiben springen, kommt zwar selten vor, ist aber immerhin infolge schlecht ausgerichteter Scheiben oder auch ungenügender Befestigung der Arbeitsmaschinen möglich. In die Misch- und sonstigen mit inneren beweglichen Teilen versehenen Apparate leuchtet (elektrische Stecklampen) man mit der nötigen Vorsicht hinein, um sich von dem ordnungsgemäßen Zustand zu überzeugen. Es scheuern mitunter die Rührschaufeln an den Wandungen oder sie nähern sich den Heizschlangen, Strombrechern, Thermometerröhren und Hebern zu bedenklich. Auch kann es vorkommen, daß Fremdkörper — Schrauben, Muttern, selbst Werkzeuge — in den Gefäßen vergessen wurden. Zu reichlich durch die Stopfbüchse fließendes Schmieröl kann bei stehenden Wellen auch die Präparate verunreinigen, deshalb bringt man zweckmäßig unter jene einen Schmierölfänger in Form eines ringförmigen Näpfchens an der Welle an.

Die unter Druck zu setzenden und mit Manometer zu versehenen Apparate — Autoklaven, Montejus — werden nach etwaiger, vorheriger behördlicher Abnahme bei der beabsichtigten Betriebstemperatur auf den Maximaldruck gebracht und auf die Dichtigkeit und das zuverlässige Arbeiten der Sicherheitsventile untersucht. Im übrigen sind für diese Druckfässer die allgemeinen polizeilichen Bestimmungen vom 5. August 1890 und die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie zu berücksichtigen.

Die Vakuumapparate werden unter Beobachtung der dazu erforderlichen Zeit und derjenigen, während der das Vakuum sich nach Abstellung der Hähne innerhalb der zulässigen Abnahme erhält, luftleer gemacht. Wie die etwa vorhandenen Undichtigkeiten festgestellt werden, wurde schon in einem früheren Kapitel (S. 71) gesagt. Es sei nochmals an die Vorsicht erinnert, Hähne und Ventile der Saug- und Druckleitungen niemals plötzlich, sondern immer ganz langsam zu öffnen und zu schließen. Werden mehrere Apparate von ihnen bedient, so erfolgt erst Benachrichtigung der dritten damit arbeitenden Personen. Der Manometerstand darf in den Hauptleitungen nur ganz unmerklich differieren; plötzlich eintretende Druckunterschiede können leicht einen ganzen Arbeitsprozeß verderben.

Andere Geräte, die in den Betriebsräumen vorhanden zu sein pflegen und die zu jeder Zeit gebraucht werden, sind Schrauben und Schlüssel, Draht, Zange und Hammer, Sicherungen, verschiedene Größen und Sorten von Verpackungen, Blindflanschen, starker Bindfaden, ferner Eimer und Lappen zum Aufwischen, Sand für Bruch von Säureballons usw. Ein ca. 30—40 cm langes, starkes, spitz zugehendes Spundholz tut mitunter sehr gute Dienste bei Bruch von Wasserstandsrohren, Abbrechen von Tonhähnen, Herausfliegen von Stopfen usw., indem dasselbe sehr schnell mit der Hand in die Löcher hineingestoßen werden kann. Im übrigen ist es Pflicht, alle aus der besonderen Betriebsart und der Apparatur sich ergebenden Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz der Arbeiter sowie zur glatten Durchführung der Fabrikation rechtzeitig zu treffen und nicht nach Art derjenigen zu arbeiten, die den Brunnen erst zudecken, nachdem das Kind hineingefallen ist.

Die erste Beschickung der Betriebsapparatur zur Ausprobung der Dichtigkeit oder anderer Anforderungen geschieht mit Wasser oder sonst geeignetem indifferenten Material und bei Beginn der eigentlichen Fabrikation zum ersten Male mit einer kleineren Charge, um bei eintretenden Störungen, auf die man zuerst immer gefaßt sein muß, nicht eine zu große Materialmenge aufs Spiel zu setzen. Außerdem läßt die Reinheit der zuerst hergestellten Fabrikate meist zu wünschen übrig, da die Apparate und Gefäße sich am vollkommensten erst durch die Fabrikation selbst reinigen. Der Verlauf der Prozesse wird genau verfolgt und besonders die dafür nötige Zeit beobachtet, die mit dem Fortschritt in der Einarbeitung meist noch verringert wird. Zu bestimmten Zeiten und zuerst häufiger als später, wenn alles fast von selber geht, sind die Kontrollproben zu nehmen und zu untersuchen, ob der Gang der Arbeit den Erwartungen entsprechend verläuft. Mitunter ist es auch angezeigt, die Kontrollmuster zum Vergleich mit späteren Wiederholungen beiseite zu stellen. Bei beabsichtigtem Stillstand während der Nacht berücksichtige man den geeignetsten Zeitpunkt zur Unterbrechung der Arbeit. Ferner teile man die Arbeit so ein, daß sie sich mit steter Regelmäßigkeit innerhalb einer bestimmten Periode abwickelt und möglichst so verläuft, daß die besondere Aufmerksamkeit und Beobachtung verlangenden Phasen in die Zeit der sichersten Kontrolle fallen, also, wenn irgend zugänglich, nicht in den Schichtwechsel, die Ruhepausen oder die Nachtschicht. Auch auf die für die Beobachtung nötige Helligkeit ist Rücksicht zu nehmen; so sollten Farbenreaktionen zuerst nicht ohne weiteres bei künstlichem Lichte ausgeführt werden.

In kontinuierlichen Betrieben mit Tag- und Nachtschicht sind auch die Phasen festzulegen, welche die Fabrikation bei Schichtwechsel erreicht haben muß, damit man über die Leistung und Arbeitsförderung der einzelnen Schichten eine wirksame Kontrolle ausüben kann. Vom Betriebs-Chemiker kann verlangt werden, daß er weiß, in welchem Stadium die Fabrikation sich zu irgendeiner Stunde befindet und befinden muß.

Soweit es nicht vom Meister geschehen kann, scheue man nicht die Mühe, selbst die Arbeiter für bestimmte Arbeiten gründlich einzuarbeiten und nicht eher davon abzulassen, bis man die Überzeugung gewonnen hat, daß sie die Arbeit und das, worauf es dabei besonders ankommt, tadellos ausführen. An den Gebrauch der unvermeidlichen chemischen und physikalischen Fremdwörter gewöhne man sie nach und nach, schreibe ihnen die Wörter auf und beobachte, ob sie sich auch das Richtige darunter vorstellen. Solange das Kapitel der Fremdwörterverdrehung durch die Arbeiter nur Heiterkeit erregt, ist es harmlos, hört es aber auf zu sein, wenn sich aus dem Unverständnis der technischen Ausdrücke nachteilige Irrtümer herleiten. Mit den Meßinstrumenten, wie Thermometern, Bauméspindeln, Aräometern, Manometern usw., müssen wenigstens die Vorarbeiter vertraut gemacht werden. Sie sollten wissen, wie sich das spezifische Gewicht der Flüssigkeiten mit ihrer Temperatur ändert und was dergleichen Dinge mehr sind. Oft werden besondere Betriebslaboranten mit der Überwachung der Fabrikation betraut.

Mit den einzelnen Arbeiten des Betriebes sollten mindestens immer zwei Arbeiter vertraut sein, damit sie sich gegenseitig vertreten und ersetzen können (s. S. 7/8). Dasselbe gilt für den Schichtwechsel.

Zur Kontrollierung des Verbrauchs an Rohmaterialien, der Ausbeuten und der Zwischenprodukte werden die erzielten Zahlen und Gewichte — stets mit dem Datum versehen — entweder auf Tafeln oder in Bücher geschrieben, die im Betriebe bleiben und die Unterlagen für das vom Betriebs-Chemiker zu führende Fabrikationsjournal liefern. Aus dem letzteren muß der ganze Betrieb sich zahlenmäßig ergeben und mit Übersichtlichkeit verfolgt werden können. Außer diesen von den Arbeitern zu machenden Notizen empfehlen sich in Betrieben, deren richtiger Arbeitsverlauf von der Innehaltung ganz bestimmter Bedingungen abhängt, auch noch weitere Kontrollnotierungen. Dafür sind übersichtliche Bücher einzurichten, damit für diese Einschreibungen möglichst wenig Zeit benötigt wird. Das Führen solcher Rapportbücher bleibt ein gutes Mittel, in dem damit Betrauten das Gefühl der Wichtigkeit seiner Arbeiten zu erwecken und ihn zur Selbstkontrolle zu veranlassen. Sollte man aber feststellen, daß die gemachten Notizen nicht der Wirklichkeit entsprechen und nur wertlose Schreibereien darstellen, so ist mit allem Nachdruck einzuschreiten und das Aufzeichnen einem anderen zu übertragen. Zuverlässigkeit ist eine Eigenschaft, die man unter allen Umständen zu erreichen suchen muß.

Die Aufzeichnungen aus dem Betriebe, die eigenen Notizen und die Verladezettel bilden die Unterlage für die Betriebsbuchführung. Je hochwertiger das Produkt ist, das erzeugt werden soll oder um je größere Mengen es sich bei Massenfabrikation handelt, desto wichtiger wird die technische Buchführung. Diese lehnt sich eng an die kaufmännische Praxis an. Sie bucht auf der „Soll“-Seite die eingebrachten Rohstoffmengen nach Gewicht und Reingehalt und registriert auf der „Haben“-Seite die am besten gewonnenen Zwischen- oder End-

produkte nach der Analyse: beide Zahlen ergeben die Ausbeute, die erzielt worden ist. Derartige Zusammenstellungen sollten jeden Tag angefertigt werden; ihre Ergebnisse sind am besten dekadens-, monats- und vierteljahrsweise zusammenzuziehen, um geeignetes Vergleichsmaterial zu geben. Die graphische Aufzeichnung der Ausbeutekurven ist sehr zu empfehlen. Nachfolgendes Beispiel erläutert das Prinzip der technischen Betriebsbuchführung:

Tag	Zahl der Apparate in Betrieb	Eingebracht				Ausgebracht				Ausbeute an N H ₂ SO ₄ %	
		NaNO ₃		H ₂ SO ₄ : 60° Bé		HNO ₃		NaHSO ₄			
		t gesamt	tN	t gesamt	tH ₂ SO ₄ rein	t gesamt	tN	t gesamt	= t H ₂ SO ₄	x	y
1. 1. 21	10	a	a ₁	b	b ₁	c	c ₁	d	d ₁	x	y

Heinrich Trillich hat in seiner „Kaufmännischen und technischen Fabrikbetriebskunde“ (Leipzig 1920) alle Fragen, die hier aufgeworfen wurden, berührt: auf sein Werk sei deshalb verwiesen. Die Ergebnisse der Betriebsbuchführung ergeben die zahlenmäßigen Unterlagen für die Selbstkostenberechnung, deren Grundzüge u. a. M. Dolch in der Chemikerzeitung (1920, S. 926, 953) besprochen hat.

Dauernde aufmerksame Überwachung der Apparatur ist äußerst wichtig. Unverzüglich sollte Meldung von jedem nicht ordnungsmäßigen Zustande derselben erfolgen, der für ihre Beschaffenheit oder für die Fabrikation nachteilige Folgen haben könnte. Ein guter Arbeiter wird während des Betriebes oder doch sonst bei der ersten sich bietenden Gelegenheit aus eigenem Antriebe Veranlassung nehmen, die Apparate in sauberem Zustande zu erhalten. Leute, die man immer und immer wieder auf dergleichen gelegentliche Arbeiten hinweisen muß, zählen nicht zu denjenigen, die man ungern fortgehen sieht. Nichts wirkt nachteiliger, als vernachlässigte, verschmutzte und verrostete Einrichtungen. Die Nachlässigkeit überträgt sich dann ganz unfreiwillig auf die Arbeit und auf die Fabrikation, weil eben Bequemlichkeit, um nicht zu sagen Faulheit, und mangelndes Interesse die Ursachen solcher Zustände sind, die schließlich einen wenig schmeichelhaften Schluß auf die Fabrikleitung ziehen lassen.

Ein gut geführter Betrieb verrät seinen erfreulichen Zustand auf den ersten Blick, welcher Art die Fabrikation auch sein mag. Den Unterschied zwischen der durch Vernachlässigung entstandenen Unsauber-

keit und der durch die Fabrikation bedingten sieht ein fachkundiges Auge sofort. Gerade unter den chemischen Betrieben gibt es solche, die an sich nicht zu den reinlichsten gehören und in diesen muß eben das größte Bestreben nach Ordnung und Sauberkeit herrschen, um wenigstens einen erträglichen Zustand zu erhalten. Auch sind in einem rein gehaltenen Betriebe Leckstellen, Verluste durch Überkochen, Verschütten usw. viel leichter zu bemerken, als wenn der Boden stets überschwemmt ist.

Die in regelmäßigen Zeitabschnitten sich wiederholende gründliche Überholung der Apparatur empfiehlt sich unter allen Umständen. Eine Anreicherung von Materialresten oder abgeschiedenen Verunreinigungen an versteckten Stellen kann die Güte des Fabrikats verschlechtern, die Reinigung erschweren und die Fabrikation schließlich ganz ins Stocken bringen. Bei solcher Gelegenheit werden oft auch Defekte der Apparatur in einem Stadium entdeckt; in dem sie noch nicht betriebsstörend wirken und leicht auszubessern sind.

Die Betriebsvergrößerung. Wenn die meistens angenehme Notwendigkeit herantritt, die Betriebsleistung zu erhöhen, so ergeben sich folgende, nacheinander zu erwägende Möglichkeiten:

1. Abkürzung der Fabrikationsdauer,
2. Vergrößerungen der Betriebschargen;
3. Verlängerung der Arbeitszeit und
4. Vergrößerung der Apparatur.

Die Verkürzung der Fabrikationsdauer kommt im großen ganzen einem intensiveren Arbeiten gleich und wird daher häufig auf den Widerstand der Arbeiter, ja selbst des Vorarbeiters stoßen, da jeder von ihnen glaubt, nicht mehr leisten zu können, als bisher. Von solchen Einwänden wird man sich jedoch nicht beeinflussen lassen, wenn man seinen Betrieb so kennt, wie man ihn kennen soll. Es gibt da eine Menge Dinge, die möglicherweise verbessert werden können. Oft läßt sich die Zubringung der Rohmaterialien und die Chargierung durch andere Disposition, durch Anschaffung besserer Transportmittel und schneller arbeitender Füll- und Entleerungsvorrichtungen beschleunigen. Dann ist zu kontrollieren, ob die Reaktionsdauer, das Anheizen, Abkühlen usw. nicht in kürzerer Zeit von statten gehen kann oder ob durch Vermehrung der Arbeiterzahl etwas erreicht wird.

Die Vergrößerung der Betriebschargen ist durch die Abmessungen der Gefäße und die Leistungen der Maschinen begrenzt. Es kann jedoch auch dann nicht immer vorausgesagt werden, ob, wenn es die Größe der Apparatur selbst zuläßt, eine Chargenerhöhung möglich ist; häufig hängt der Verlauf und die Zeitdauer einer Reaktion von den Mengenverhältnissen ab. Mitunter läßt sich der Ansatz konzentrierter machen, was einer Erhöhung der Betriebscharge gleichkommen würde.

Wird die Verlängerung der Arbeitszeit in Erwägung gezogen, so kann bisweilen schon durch Zugabe einiger Stunden am Abend oder

durch frühzeitigeres Beginnen in gewissen Phasen der Fabrikation mehr produziert werden. Wenn dies nicht genügen sollte, ist Nachtbetrieb einzuführen, der zunächst voraussetzt, daß dadurch die Arbeit auch gefördert werden kann und diese Zeit nicht schon für die Fabrikation ausgenützt wird, wie etwa durch das Absetzen oder Kristallisieren von Laugen, die Abkühlung oder Anwärmung großer Massen, das Sättigen von Flüssigkeiten mit Gasen, — Betriebsvorgänge, wozu die Anwesenheit von Arbeitern kaum nötig ist. Mit der Einführung des Nachtbetriebes werden zugleich verschiedene andere Einrichtungen nötig, wie Erhöhung des Heizer- und Maschinenpersonals, Anstellung eines Nachtmeisters usw.

Als letztes Mittel bleibt die Vergrößerung der Betriebsapparatur übrig. Bisweilen kommt man schon mit der Vermehrung oder der Vergrößerung eines Anlageteils aus, um eine größere Menge produzieren zu können. In je ausgedehnterem Maße aber die Betriebsvergrößerung notwendig wird, um so mehr spielt die Frage der Zulänglichkeit der Betriebsräume eine Rolle. War bei der Betriebseinrichtung bereits spätere Vergrößerung berücksichtigt, so werden sich keine besonderen Schwierigkeiten ergeben, da der Platz und die Anschlüsse an die neuen Betriebsteile ja schon vorgesehen waren. Viel schwieriger und umständlicher wird sich die Vergrößerung gestalten, wenn darauf früher keine Rücksicht genommen wurde oder werden konnte. Es müssen dann andere Betriebe verlegt werden, um den nötigen Platz zu schaffen oder die ganze Betriebsanlage muß vielleicht in neue Räume kommen oder es müssen selbst neue Gebäude dafür errichtet werden.

Wohl in den meisten Betrieben wird es dann und wann vorkommen, daß die Fabrikation für kürzere oder längere Zeit eingestellt werden muß. Für diese Ruhezeit darf der Betrieb nun keineswegs so stehen und liegen bleiben, wie er sich im Augenblicke der letzten Fabrikation befindet. Er wird vielmehr in dieser Zeit in einen Zustand gebracht, der in jedem Augenblick die Fortsetzung der Arbeit gestattet. Zunächst werden in einer solchen rein technisch bisweilen höchst willkommenen Periode Rückstände, Fehlfabrikate oder andere Sachen aufgearbeitet, die sich wohl in jedem Betriebe von Zeit zu Zeit ansammeln. Daran schließen sich größere Reparaturen, Umbauten und manche anderen notwendig gewordenen Änderungen, die in der Betriebszeit nicht besorgt werden konnten und die nun zur Ausführung gelangen, — vorausgesetzt, daß der Betrieb bestimmt wieder aufgenommen wird. Im anderen Falle vermeidet man natürlich alle unnötigen Kosten.

Ist dies alles erledigt, dann wird die Anlage für die Ruhezeit hergerichtet. Dazu gehört die Gangbarerhaltung — gute Schmierung — aller beweglichen Teile, die Verhinderung des Rostens (z. T. durch Einölen) und des Einstaubens durch Zudecken, die Sicherung zerbrechlicher und die Befestigung loser Zubehörteile. Dampf-, Wasser- und sonstige Leitungen werden gegebenenfalls abgestellt und, wenn nötig, entleert. Die Verschußapparate der gefüllt bleibenden Behälter sind, wenn ihr mangelhafter Zustand ein Herausfließen zur Folge haben

kann, ganz besonders zu kontrollieren. Endlich sind alle übrig bleibenden Zwischenprodukte, deren Aufarbeitung nicht angebracht ist, genau zu bezeichnen. Der Stand der Fabrikation ist so zu vermerken, daß beim Wiederbeginn alle Daten vorhanden sind.

Unter der Winterkälte haben die chemischen Fabriken im allgemeinen schon deshalb viel zu leiden, weil die meisten Betriebe aus den ursprünglichen Räumen herauswachsen und ihre Vergrößerungen in wenig geschützten Verschlügen oder auch ganz im Freien aufstellen müssen. Für das Arbeiten im Freien sind oft auch Betriebsgründe maßgebend (Dämpfe, Gase). So ungemütlich das Arbeiten an diesen Stellen nun auch ist, so wenig läßt sich da in allen Fällen eine Änderung treffen. Die Ursache ist häufig Platzmangel und dieser kann nur, wenn es schließlich gar nicht mehr gehen will, durch An- oder Neubau beseitigt werden. Um die Wasser- und sonstigen Leitungen vor dem Einfrieren zu schützen (Strohseilpackung), sind sie, wenn nicht andere Verhinderungsmittel in Frage kommen, zu entleeren. Damit dies aber auch wirklich geschieht und nicht — weil zu umständlich — „vergessen“ wird, sind an den bestimmten Stellen kleine Entwässerungshähne anzubringen. Die Dampfleitungen bleiben am besten ganz wenig geöffnet, damit sich in den Rohren kein Kondenswasser ansammeln kann, das zu Wasserschlägen, Eisbildung und Rohr- und Ventilbrüchen Veranlassung geben kann.

Vor wahrscheinlichem Eintritt von Frostwetter Sorge man dafür, daß Leuchtgasleitungen von etwaigem Wasser befreit und auch, wenn nötig, ausgeblasen werden, um die sonst unausbleiblichen Schwierigkeiten zu vermeiden.

Für die Reparatur der Betriebsapparatur in den Werkstätten müssen bezüglich der Reihenfolge der zu erledigenden Arbeiten bestimmte Grundsätze walten. Alle einen augenblicklichen Stillstand bedingenden oder eine drohende Gefahr in sich schließenden Ganzdefekte, wie Rohr- oder Wellenbrüche, gehen jeder anderen Arbeit, die sofort unterbrochen werden muß, vor. Außer diesen selten auftretenden Fällen stellen sich meist sichtbar zunehmende Schäden ein, denen gegenüber man Vorkehrungen zu treffen hat. Die Betriebslage wird einem sagen, zu welcher Zeit sich die Reparatur am günstigsten, d. h. ohne oder wenigstens ohne zu lange Unterbrechung ausführen läßt. Nötigenfalls wird die Ausbesserung schon vorbereitet, teils durch Besorgung des notwendigen Materials, teils durch Anfertigung des nachher nur einzuwechselnden Ersatzstückes. Um ein herausgenommenes auszubesserndes Stück auch wieder genau und ohne Umständlichkeiten in dieselbe richtige Lage einbringen zu können, versehe man es mit einem Zeichen, das mit einem gleichen, am Apparat angebrachten korrespondiert. Bei Unterlassung dieser einfachen Vorsicht kann es leicht geschehen, daß solche falsch eingesetzten Teile so schlecht schließen, daß die Fabrikation abermals unterbrochen werden muß, um sie von neuem zu reparieren. Für die zu einer bestimmten Zeit mit Rücksicht auf den Betrieb auszuführenden Arbeiten müssen alle Handwerker verfügbar sein.

Um die Reparaturen bis zum beabsichtigten Zeitpunkte aufschieben zu können, muß man sich vielleicht auch mit provisorischen Ausbesserungen behelfen. Geplatze Rohre oder gesprungene Gefäße werden z. B. mit einer Schelle oder sonstwie bandagiert, Löcher und Undichtigkeiten mit Lehm oder mit für diesen Fall geeigneteren Kitten verschmiert u. dgl. Auch setzt man wohl die Beanspruchung herab, begnügt sich mit mäßigerem Druck, vermeidet starke Erschütterungen, mäßigt die Spannung durch Lockerung von Schrauben und was sich sonst als angezeigt empfiehlt.

Viele Reparaturen können aber auch während und ohne Unterbrechung des Betriebes vorgenommen werden; man vermeide sie jedoch prinzipiell an allen beweglichen Teilen. Sprechen zwingende Gründe dafür, daß sie doch während des Betriebes ausgeführt werden, so geschehe das nur unter allen erforderlichen Vorsichtsmaßregeln. Besonders ist darauf zu achten, daß die ausführenden Handwerker nicht mit sich leicht verfangenden Kleidungsstücken, wie Schürzen, aufgeknöpften oder langen Röcken usw., an die Arbeit gehen. Der Pantoffel ist auch schon so manchem Arbeiter zum Unglück geworden. An die Möglichkeit einer Verletzung oder Vergiftung durch die vorhandenen Produkte oder die ausströmenden Gase denke man ebenso, wie an die mögliche Betriebsgefährdung durch die Art der Ausbesserung, wie z. B. an eine Entzündung — Explosion — feuergefährlicher Stoffe durch heiße LötKolben oder starkes Klopfen.

Kommt ein Betrieb zum völligen Stillstand und die Apparatur zum Abbruch, so wird dieser mit der nötigen Schonung ausgeführt, die für eine etwaige spätere Wiederbenutzung der Apparate dringend anzuraten ist. Alle lösbaren Teile sind getrennt und mit Etikett oder Aufschrift versehen aufzubewahren. Die Schrauben werden gelöst, in Petroleum getaucht, vielleicht auch wieder eingesetzt und mit der Mutter versehen. Die Armaturen werden nachgesehen, die Hähne, wenn nötig, nachgeschliffen, die Ventilsitze neu ausgedreht, die verrosteten Teile und die Leitungsrohre gereinigt und nach dem Material geordnet. Die größeren Apparatekörper selbst werden, wenn sie im Freien lagern, soweit es zugänglich und nötig ist, abgedichtet oder doch wenigstens so gestellt, daß Schnee und Regen nicht hineintreiben können; damit sie besonders auf nassem Erdboden nicht rosten, sind sie vorteilhaft mit Leinölfirnis oder gebrauchtem Maschinenöl einzureiben und auf Latten oder Hölzer zu legen.

Vierte Abteilung.

Einrichtungen zur Verhütung von Unfällen und Betriebsgefahren.

A. Allgemeines über die Einrichtungen zur Sicherung des Betriebes¹⁾.

Die Anzahl der bei der chemischen Berufsgenossenschaft zur Anmeldung gelangten Unfälle ist alljährlich sehr groß und illustriert die Bedeutung der zur Verhütung von Unfällen und Gefahren zu treffenden Vorkehrungen.

Diese Vorkehrungen, von denen leider gesagt werden muß, daß sie bisweilen so lange unterschätzt werden, bis ein eingetretener Unfall den Wert wirklich notwendiger umfassender Sicherheitsmaßregeln beweist, bestehen einmal in technischen Sicherheitsvorrichtungen und dann in der Befolgung der Unfallverhütungsvorschriften für Arbeitgeber und -nehmer. Hierher gehören alle Einrichtungen, die zur Verhütung von Betriebsgefahren, wie Feuersbrunst, Explosion, Materialverlust usw., zu treffen sind, wiewohl letzterer seinerseits leicht Unfälle zur Folge haben kann.

Außer den nachher wiedergegebenen und erläuterten allgemeinen Vorschriften, die von der chemischen Berufsgenossenschaft erlassen sind, ergeben sich aus den einzelnen Betriebsarten besondere Vorrichtungen und Verordnungen, die für eine Reihe von Betriebsgruppen ebenfalls von der Berufsgenossenschaft normiert sind, die sonst aber der Initiative des gewissenhaften und erfahrenen Betriebsleiters überlassen bleiben. Mit der Erfüllung der behördlichen Vorschriften allein kann sich ein Leiter nicht entlastet fühlen, der auch moralisches Verantwortlichkeitsgefühl besitzt.

In welcher Weise den Arbeitern der Inhalt der für sie bestimmten Unfallverhütungsvorschriften bekannt zu geben ist, muß überlegt werden. Plakate mit langem Text und folglich auch kleiner Schrift bleiben erfahrungsgemäß tote Buchstaben, weil die Arbeiter solche Bekanntmachungen entweder gar nicht oder nur flüchtig lesen und sie sehr bald vergessen. Entschieden wirksamer sind Anschläge, die in kurz gefaßtem Text die Verbote und Bestimmungen in genügend großer, bequem leserlicher Schrift enthalten und die an geeigneten Stellen, wo die Gefahren eintreten können, angebracht werden.

Dann müssen den Arbeitern aber noch die ausführlichen Vorschriften — am besten bei Übergabe der Arbeitsordnung — mit der mündlichen Betonung eingehändigt werden, daß sie in Rücksicht auf

1) K. Hartmann, Sicherheitseinrichtungen in Chemischen Betrieben. Leipzig 1911.

ihre Wichtigkeit aufmerksam durchzulesen sind und daß ihre Nichtbeachtung u. U. strafbar machen kann.

Mit diesen schriftlichen Anordnungen hat die Fürsorge keineswegs ihr Ende erreicht: jeder Text, der einem tagtäglich vor Augen hängt, wird schließlich nicht mehr beachtet; andererseits wird man auch nicht glauben, daß sich der Arbeiter des Abends zu Hause hinsetzt und aus lauter Pflichtgefühl seine Vorschriften hervorholt, um sie sich ins Gedächtnis zurückzurufen. Es bleibt also nichts weiter übrig, als bei jeder passenden Gelegenheit an die möglichen Gefahren und die Vorschriften zu erinnern und beständig darauf zu achten, daß die Unfallverhütungseinrichtungen sich stets in ordnungsmäßigem Zustande befinden. Hierin muß man von den Meistern natürlich unterstützt werden.

Sodann ist es entschieden nützlich, gewisse typische Unglücksfälle durch Anschläge an die Fabriktafel bekannt zu geben und die Paragraphen zu erwähnen, gegen die u. U. gefehlt wurde; man erinnere nachdrücklich an das, was zur Verhütung eines solchen oder eines ähnlichen Falles in Zukunft zu geschehen hat.

Solche Veröffentlichungen werden von den Arbeitern immer gelesen und sie erregen — wenn sie einen Unfall betreffen — teilnehmendes Interesse; damit aber werden zu übende Vorsicht und zu beachtende Sicherheitsmaßregeln am wirksamsten in Erinnerung gebracht.

Während in den mechanischen Industrien bestimmte äußere Merkmale auf das Vorhandensein von Gefahren hinweisen, treten diese in den chemischen Industrien leider nicht so deutlich zutage, sondern hängen oft von sehr geringfügigen und unkontrollierbaren Ursachen ab. Ganz geringe Temperaturabweichungen, zu stark beschleunigte Erhitzung, unvollkommene Reinheit der Chemikalien, sind z. B. Faktoren, die Umsetzungen in einem Grade zu erregen imstande sind, daß die freiwerdende Energie ins Ungeheuere gesteigert wird und gewaltsamer Ausbruch erfolgen muß. Deshalb ist es auch unmöglich, bestimmt formulierte, allgemeine Vorschriften zu erlassen. Gewissenhaftigkeit und gründliche Sachkenntnis vermögen allein die in jedem Falle besten Vorkehrungen zu treffen.

In Ausführung des § 120a der Gew.-Ord., wonach die Gewerbeunternehmer verpflichtet sind, nicht nur die Arbeitsräume, sondern auch die Betriebsvorrichtungen, Maschinen und Gerätschaften so einzurichten und zu unterhalten, daß die Arbeiter gegen Gefahr für Leben und Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes erfordert, sind die Gesetzkraft besitzenden „Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie“¹⁾ veröffentlicht worden.

Die Berufsgenossenschaften sind nach § 9 des Unfallversicherungsgesetzes vom 6. Juli 1884 die Träger der Unfallversicherung und nach

1) Genehmigt vom Reichsversicherungsamt am 5. August 1897, 22. Juli 1899 und 16. Mai 1903, sowie Nachträge.

§ 78 Abs. 1 des U.-V.-G. befugt, Unfallverhütungsvorschriften zu erlassen, um nicht nur das Leben und die Gesundheit der Arbeiter durch Schutzvorkehrungen gegen Unfälle zu bewahren, sondern auch durch die Verhütung von entschädigungspflichtigen Unfällen die Genossenschaft finanziell zu entlasten.

Daß auch dem Betriebsleiter der Inhalt der Unfallverhütungsvorschriften nicht gleichgültig sein darf, geht aus dem § 96 Abs. 1 des G.-U.-V.-G. hervor, welcher lautet:

„Diejenigen Betriebsunternehmer, Bevollmächtigten oder Repräsentanten, Betriebs- oder Arbeitsaufseher, gegen welche durch strafgerichtliches Urteil festgestellt worden ist, daß sie den Unfall vorsätzlich oder durch Fahrlässigkeit mit Außerachtlassung derjenigen Aufmerksamkeit, zu der sie vermöge ihres Amtes, Berufes oder Gewerbes besonders verpflichtet sind, herbeigeführt haben, haften für alle Aufwendungen, welche infolge des Unfalles auf Grund dieses Gesetzes oder des Gesetzes betreffend die Krankenversicherung der Arbeiter vom 15. Juli 1883 von den Genossenschaften oder Krankenkassen gemacht sind.“

Die uns interessierenden allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften enthalten solche für Arbeitgeber und Betriebsleiter einerseits und für Arbeitnehmer andererseits und betreffen die Betriebsanlage, die Betriebsführung, Fürsorge für Verletzte; den Betrieb von Dampfkesseln, Kraftmaschinen, Transmissionen, Arbeitsmaschinen; die Fahrstühle und Hebezeuge und den Transport zu Lande.

Nachstehende schematische Aufstellung des Inhaltes der allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften möge zur leichteren Orientierung in der umfangreichen Materie dienen.

B. Allgemeine Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie.

Vorschriften für

Arbeitgeber und Betriebsleiter.

Arbeitnehmer.

1. Allgemeine Vorschriften.

- | | |
|---|-------------------|
| <p>A. Betriebsanlage. (Verkehrswege, bauliche Anordnung, Höfe, Treppen, Leitern, Ventilation, Beleuchtung.) Abs. 1—15.</p> <p>B. Betriebsführung. Abs. 16—26.</p> <p>C. Fürsorge für Verletzte. Abs. 27 bis 30.</p> | <p>Abs. 1—23.</p> |
|---|-------------------|

2. Betrieb von Dampfkesseln.

- | | |
|--|--|
| <p>A. Allgemeines. Abs. 31—38.</p> <p>B. Betrieb der Kessel. Abs. 39 und 40.</p> | <p>A. Allgemeines. Abs. 24—28.</p> <p>B. Betrieb der Kessel. Abs. 29—44.</p> <p>C. Außerbetriebsetzung der Kessel. Abs. 45 und 46.</p> <p>D. Reinigung der Kessel. Abs. 47 und 48.</p> |
|--|--|

3. *Kraftmaschinen.*

Abs. 41—49. | Abs. 49—57.

4. *Transmissionen.*

Abs. 50—63. | Abs. 58—64.

4a. *Arbeitsmaschinen.*

A. Allgemeines. Abs. 64—68. | Abs. 65—68.
 B. Besonderes. Abs. 69—83. |

5. *Fahrstühle und Hebezeuge.*

A. Fahrstühle (zur Beförderung von Lasten mit und ohne Personen). Abs. 84—97. | A. Fahrstühle. Abs. 69—71.
 B. Hebezeuge. Abs. 98—101. | B. Hebezeuge. Abs. 72—76.

6. *Transport zu Lande.*

Fuhrwerke und Karren aller Art nicht auf Schienen laufend.
 Abs. 102—107. | Abs. 77—84.

Schmalspur-, Roll-, Seil- und Kettenbahnen.

Abs. 108—120. | Abs. 85—90.

Normalspurbahnen.

Abs. 121—129. | Abs. 91—98.

I. Allgemeine Unfallverhütungsvorschriften für die Arbeitgeber und Betriebsleiter.

1. Allgemeine Vorschriften.

A. Betriebsanlage.

1. Alle zum Betriebe gehörigen baulichen Anlagen sind im bausicheren Zustande zu erhalten.



Fig. 115.

2. Es ist Sorge zu tragen, daß sich die Verkehrswege in allen Arbeitsräumen in gutem Zustande befinden und nicht durch Anhäufung von Material oder durch den Transport von Gegenständen versperrt werden, sofern dies nicht durch die Betriebsweise vorübergehend bedingt ist.

Anmerkung. Das Herumliegenlassen von körnigem und schlüpfrigem Arbeitsmaterial, das Veranlassung zum Ausgleiten geben kann, ist demnach unstatthaft. Im Winter ist aus demselben Grunde die Bildung von Eis auf Wegen zu verhindern oder dasselbe zu entfernen. Verschüttete scharfe Laugen und Säuren sind unverzüglich zu beseitigen. Wird es durch die Betriebsweise bedingt, daß das Arbeitsmaterial zeitweise auf dem Fußboden angehäuft wird, so ist es oft angezeigt, diese Anhäufungen durch hochkantig gestellte, zu einem Rahmen vereinigte Bretter einzudämmen. Rohrleitungen, die, wenn es sich

anders nicht ermöglichen läßt, auf dem Fußboden liegen müssen, werden durch beiderseitig befestigte schräge Bretter (Fig. 115) gesichert.

Auf den Verkehrswegen liegengelassene Schläuche, Taue, Walzen und Brechstangen geben auch Ursache zu Unfällen. Ebenso herumstehende Transportkarren, offen gelassene Schlammfänger, Kanäle usw.

3. Zwischen bewegten Maschinen und Transmissionsteilen befindliche enge Räume, die nur mit Gefahr betreten werden können, sind für Unberufene abzusperren.

Anmerkung. Solche Räume sperrt man am besten überhaupt und für jedermann ab, wenn ihr Betreten sich irgend vermeiden läßt.

4. Alle Fußböden sind, soweit es die Natur des Betriebes gestattet, in gutem Zustande zu erhalten; sofern das Entstehen schlüpfriger oder glatter Stellen nach der Art des Betriebes oder nach den Witterungsverhältnissen nicht vermieden werden kann, ist einem Ausgleiten durch geeignete Mittel nach Möglichkeit vorzubeugen.

Anmerkung. In solchen Fällen sind genügend breite, in der Richtung der Verkehrswege auf dem unpassierbaren Fußboden festgelegte Laufbretter recht praktisch. (S. auch Anm. 2.)

5. Galerien, Bühnen, feste Übergänge und Treppenöffnungen sind mindestens von einer Seite mit einem festen Geländer und mit Fußleiste zu versehen.

Anmerkung. Feste Geländer, die nicht stark oder fest genug montiert waren, sind schon wiederholt gebrochen, wenn der fehlretende Arbeiter Halt daran suchen wollte.

6. Laufbretter und Laufplanken müssen eine genügende Breite besitzen und so stark oder derart unterstützt sein, daß beim Betreten oder Befahren ein Kippen und größere Schwankungen vermieden werden.

7. Feststehende Treppen sind mindestens an einer Seite mit Handleiste oder Handseil zu versehen.

Anmerkung. Für Treppen, die zum regelmäßigen Material- (z. B. Ballon-) Transport bestimmt sind, empfiehlt es sich, daß sie für das Tragen durch mehrere Arbeiter hinreichende Breite und an beiden Seiten Handleisten haben, damit sich die zu beiden Seiten der Last gehenden Träger festhalten können.

8. Bewegliche Leitern, Treppen und Treppenleitern (Stehleitern) müssen genügend stark sein und sind in betriebssicherem Zustande zu erhalten.

9. Leitern sind der Beschaffenheit des Fußbodens und dem oberen Stützpunkte entsprechend so auszurüsten, daß sie gegen Abgleiten und Ausrutschen möglichst gesichert sind.

10. Leitern, welche zu Aufmauerungen, Bühnen, Luken usw. führen, müssen mindestens $\frac{3}{4}$ m über die Oberkante der zu besteigenden Stellen hinausragen, falls nicht eine andere Vorrichtung eine genügende Sicherheit für das Hinauf- und Hinabsteigen bietet.

11. Um Personen aus Feuersgefahr leicht retten zu können, ist für zweckentsprechende Bauart von Ausgängen, Ausgangstüren, Treppen und Fenstern Sorge zu tragen.

Anmerkung. Die Baupolizeiordnungen schreiben ihrerseits u. a. auch vor, wie die Treppen, Treppenhäuser und Türen beschaffen sein müssen, um bei Bränden die nötige Sicherheit zu gewähren.

Außerdem werden in allen feuergefährlichen Betrieben nach Maßgabe der Entstehungsmöglichkeit für Brände die nötigen Betriebssicherungen zu treffen sein, die einerseits den Brandherd auf ein Minimum beschränken, andererseits die geeignetsten Löschvorrichtungen in dauernder Gebrauchsfähigkeit erhalten.

Freitragende steinerne und gußeiserne Treppen sind auch in geschlossenen Räumen nicht als feuersicher zu bezeichnen. Denn wenn eine solche Schwelle durch die Hitze springt, stürzt der ganze darüber befindliche Treppenteil in die Tiefe, wie es bei einem Brande gelegentlich passierte, wo einige Ballons Äther in einem solchen steinernen Treppenhouse in Brand gerieten.

Ferner ist es entschieden wichtig, allen Arbeitern bestimmte Anweisungen zu geben, wie sie sich bei ausbrechendem Feuer in irgendeinem Teile der Fabrik zu verhalten haben, was von ihnen zu geschehen hat, um in ihren eignen oder in mehr oder minder entfernten Arbeitsräumen Personen und Material in Sicherheit zu bringen usw. Fehlen solche Instruktionen, dann tritt gar zu leicht eine Panik oder eine solche Unruhe ein, daß jeder Versuch, brennbare Stoffe in Sicherheit zu bringen, gefährlich wird. Durch Ruhe und Besonnenheit des Vorgesetzten und durch prompte, aber nicht überstürzte Befolgung der Befehle kann in solchen Fällen manches Unheil vermieden oder doch eingeschränkt werden. Die Gefahr macht den Menschen bisweilen waghalsig, und so aner kennenswert eine solche persönliche Aufopferung auch ist, so darf man in richtiger Abschätzung der Gefahr doch keinen Mann sich zu sehr exponieren lassen.

12. Alle ins Freie führenden und bis zum Fußboden reichenden Luken der oberen Stockwerke sind an beiden Seiten mit Handgriffen und mit einer Brustwehr zu versehen.

13. Gruben, Kanäle, versenkte Gefäße und andere gefahrbringende Vertiefungen in den Arbeitsräumen und auf den Arbeitsplätzen sind, soweit dies mit der Arbeitsweise vereinbar ist, sicher abzudecken oder mit festem Geländer oder vorstehendem Rand zu versehen.

Wo eine Verwehrung des Zuganges, ein Abdecken, eine Einriedigung oder ein Abschluß durch ein Geländer nicht möglich ist, ist bei eintretender Dunkelheit für Beleuchtung zu sorgen. Gestattet die Art des Betriebes, die Beschaffenheit der Räume und Arbeitsplätze oder der Verkehr in denselben eine geeignete Beleuchtung nicht, so sind die Arbeiter zu verpflichten, beim Begehen dieser Räume und Arbeitsplätze Laternen bei sich zu führen.

Für die am Fußboden befindlichen Luken genügen selbstschließende Falltüren.

14. Behälter, welche ätzende, heiße oder giftige Stoffe enthalten, sind, soweit dies mit der Arbeitsweise vereinbar ist, sicher abzudecken oder einzufriedigen oder mit ihrem Rande so hoch über den Standort des Arbeiters zu legen, daß bei gewöhnlicher Vorsicht ein Hineinstürzen von Personen verhindert wird.

Anmerkung. Mitunter werden die absperrenden leichten Barrieren so nahe an den Rand der Vertiefungen aufgestellt, daß sie zu spät warnen und deshalb das Hineinstürzen nicht sicher verhindern. In allen Fällen, in denen sie nicht fest genug sind und es die Räumlichkeit irgend gestattet, sollten sie daher mindestens ein Schritt vor dem Rande der Vertiefung angebracht sein.

15. Alle Arbeitsstätten und Verkehrswege sind, soweit die Natur des Betriebes es gestattet, für die Dauer der Benutzung ausreichend zu beleuchten.

Anmerkung. Unter Arbeitsstätten sind im Sinne der Gew.-Ord. 120a alle Räume zu verstehen, in denen die Arbeiter sich aufhalten und verkehren

müssen, so die Maschinen-, Kessel-, Pumpen-, Turbinen-, Vorratsräume, Trep- pen- und Verbindungsgänge, Hofräume, Keller, die Abortanlagen und die Räume, in denen die Pausen zugebracht werden.

Der Begriff „genügende Beleuchtung“ bezieht sich auf das Tages- und auf künstliches Licht. Es soll die Arbeiter nicht nur vor Unfällen schützen, sondern auch das Auge nicht überanstrengen. Überdies leidet die Arbeit unter zu mangelhafter Beleuchtung. Eine gleichzeitige Beleuchtung dunkler Plätze durch Tages- und Lampenlicht ist sehr schädlich und verursacht selbst körperliche Schmerzen. In hygienischer Hinsicht stehen die elektrischen Lampen an erster Stelle, darauf folgt das Gasglühlicht, dann die gewöhnlichen Gas- und Petroleumlampen.

Die Wartung der Lampen ist bestimmten Personen zu übertragen, damit sie sich immer in ordnungsmäßigem Zustande befinden. Im anderen Falle ist darauf nicht mit Sicherheit zu rechnen.

B. Betriebsführung.

16. Der Unternehmer hat für die Instandhaltung der Schutzvorrichtungen Sorge zu tragen und die Ausführung der für den Betrieb erlassenen Unfallverhütungsvorschriften zu überwachen oder geeignete Personen mit diesen Obliegenheiten zu betrauen.

17. Alle im Gebrauch befindlichen Geräte, Apparate und maschinellen Einrichtungen sind in betriebssicherem Zustande zu erhalten.

18. Personen, von denen dem Arbeitgeber bekannt ist, daß sie an Trunksucht, Fallsucht, Krämpfen, zeitweiligen Ohnmachtsanfällen, Schwindel, Schwerhörigkeit oder anderen körperlichen Schwächen oder Gebrechen in dem Maße leiden, daß sie dadurch bei gewissen Arbeiten einer außergewöhnlichen Gefahr ausgesetzt sind, dürfen mit derartigen Arbeiten nicht betraut werden.

19. Betrunkenen Personen ist der Aufenthalt an den Betriebsstätten nicht zu gestatten.

20. Besonders gefährliche Arbeiten dürfen nur solchen Personen übertragen werden, denen die damit verbundene Gefahr bekannt ist.

Anmerkung. Nicht nur die Kenntnis der damit verbundenen Gefahr ist zu verlangen, sondern, wenn es sich nur irgend machen läßt, auch eine gewisse Fertigkeit in der Besorgung der Arbeit und genügende Intelligenz, welche die beste Garantie für ein gutes Gelingen gibt.

21. Die Aufbewahrung von feuergefährlichen und explosiven Stoffen innerhalb der Arbeitsräume ist, soweit die Natur des Betriebes es nicht erfordert, zu verbieten.

Anmerkung. Sofern dergleichen gefährliche Flüssigkeiten in Glasballons enthalten sind, sollten letztere samt den Körben immer in Behältern stehen, die — am einfachsten aus Blech hergestellt — bei eintretendem Bruch die Flüssigkeit aufnehmen. Wenn sich dies nicht durchführen läßt, stelle man die Ballons in große, flache, wasserdichte Kästen, oder dämme zum allerwenigsten die für solche Ballons bestimmten Teile der Räume derart ein bzw. versehe sie so mit Kanälen, daß die infolge von Bruch ausfließenden Massen in die richtigen Bahnen geleitet werden. Kommt es weniger darauf an, bei eintretendem Bruche den Balloninhalt zu retten, als ihn unschädlich zu machen, dann empfiehlt es sich, den als Standort für solche Ballons bestimmten Platz mit einer genügend dicken Schicht Sand zu bedecken und die Ballons auf diesen zu stellen, so daß beim Bersten eines Ballons der Inhalt von dem Sande aufge- sogen wird. Durch alle diese Vorkehrungen wird auch die Gefahr einer Ent- zündung verringert und selbst ein entstehender Brand möglicherweise in engen

Grenzen gehalten. Das Stroh der konzentrierte Salpetersäure enthaltenden Ballons ist mit Salzlösung zu imprägnieren und dann vor auslaugendem Regen zu schützen.

22. Eine Anhäufung von gebrauchtem Putzmaterial und selbstentzündlichen Fabrikabfällen in den Arbeitsräumen ist zu verbieten.

Anmerkung. Zur Ansammlung dieser Stoffe und zur Aufbewahrung der für diese und jene Zwecke benötigten Putzwolle sind immer Blechgefäße mit guten Handgriffen und festem Deckel zu benutzen, in denen das u. U. in Brand geratene Zeug leicht erstickt und aus den Räumen entfernt werden kann.

23. Für Räume, geschlossene Gefäße und Apparate, in welchen bei gewöhnlicher Vorsicht eine gefahrdrohende Entwicklung, Ansammlung oder Ausbreitung leicht entzündlicher oder explosiver Gase, Dämpfe oder staubförmiger Körper eintreten kann, ist die Verwendung jedes offenen Feuers unzulässig. Das Betreten solcher Räume ist, sofern sie nicht mittels zuverlässig isolierter Innen- oder umschlossener Außenbeleuchtung erhellt sind, nur mit Davyschen oder die gleiche Sicherheit bietenden Lampen zu gestatten.

Anmerkung. Unter zuverlässiger Innenbeleuchtung ist zu verstehen, daß die dafür allein in Frage kommenden elektrischen Glühlampen mit einer Schutzglocke versehen sein müssen. Auch ist auf die Art der elektrischen Leitung Rücksicht zu nehmen, um jede durch mögliche Kurzschlüsse entstehende Gefahr in feuergefährlichen Räumen auszuschließen. Am besten eignen sich für solche Räume verlötete Bleikabel. Der Einschalter und etwaige Sicherungen usw. werden nach außerhalb verlegt. Die umschlossene — wohl in den meisten Fällen vor den Fenstern befindliche — Außenbeleuchtung ist derart anzubringen, daß das Anzünden durch Öffnen der Fenster von den feuergefährlichen Räumen aus nicht möglich ist, sonst können sich die Arbeiter aus Bequemlichkeit, z. B. bei schlechter Witterung, dazu verleiten lassen.

24. Auf Arbeitsstellen oder in geschlossenen Gefäßen und Apparaten, wo zu befürchten ist, daß trotz gewöhnlicher Vorsicht gesundheitsschädlicher Staub, gesundheitsschädliche Gase oder Dämpfe in gefahrdrohender Menge sich ansammeln können, sind den daselbst beschäftigten Arbeitern Mundschwämme, Respiratoren oder andere zweckentsprechende Schutzmittel zur Verfügung zu halten.

25. Bei allen Arbeiten, die ihrer Natur nach zu Augenverletzungen leicht Veranlassung geben können, sind den damit beschäftigten Personen geeignete Schutzmittel (Brillen, Masken, Schirme) zur Verfügung zu halten.

Anmerkung. Diese Schutzmittel für Mund, Nase und Augen lassen oft an praktischer Brauchbarkeit zu wünschen übrig und werden deshalb von den Arbeitern nicht in dem erforderlichen Maße benutzt. Man erreicht ihre Anwendung eher, wenn man den Arbeitern verschiedene Modelle zur Verfügung stellt und sie selbst das am wenigsten hinderliche auswählen, und vielleicht auch nach ihren Wünschen dies oder jenes daran ändern läßt. Mit dieser fürsorgenden Art und Weise hat man häufig guten Erfolg.

26. Das Ab- und Anlegen, sowie das Aufbewahren der Kleidungsstücke in unmittelbarer Nähe bewegter Triebwerke ist zu verbieten.

Anmerkung. Schon aus allgemeinen Ordnungsgründen ist die Aufbewahrung der Kleidungsstücke außer in der allgemeinen Kleiderablage nur an den dazu bestimmten Orten zu gestatten, indem man gleichzeitig bekannt gibt, daß man für die in Betriebsräumen aufbewahrten und darin beschädigten oder daraus abhanden gekommenen Kleider nicht aufkommt.

C. Fürsorge für Verletzte.

27. In jedem Betriebe ist mindestens eine Tafel aufzuhängen, auf der die erste Hilfeleistung bei Unfällen allgemeinverständlich beschrieben und durch entsprechende Abbildungen, soweit erforderlich, erläutert ist.

28. In jedem Betriebe ist das notwendigste Verbandsmaterial vorrätig zu halten und zum Schutze gegen Verunreinigung durch Staub, unreine Hände usw. zweckentsprechend aufzubewahren.

Anmerkung. Damit die Fürsorge für Verletzte auch zu jeder Zeit in Wirkung treten kann, ist vor allem notwendig, daß der als Verbandstation bestimmte Raum von allen Arbeitern gekannt wird, und daß mit dem richtigen Gebrauch des Verbandmaterials eine Person (der Meister, Pförtner usw.) vertraut gemacht wird, die sich möglichst während der ganzen Arbeitsdauer in der Fabrik befindet. Beamte, die doch meist nur kürzere Zeit in der Fabrik anwesend sind, genügen allein nicht. Für die Nacht ist am besten der mit der Nachtwache betraute mit dem Gebrauch dieser Hilfsmittel vertraut zu machen.

Die Bestandteile einer Unfallapotheke werden später noch genannt.

29. Es ist darauf zu halten, daß, solange eine offene Wunde nicht wenigstens durch einen Notverband geschützt ist, der Verletzte die Arbeit unterbricht.

30. Verletzte, welche infolge eines Unfalles, der eine drei Tage übersteigende Arbeitsunfähigkeit zur Folge hatte, ärztlich behandelt worden sind, dürfen erst dann zur Arbeit wieder zugelassen werden, wenn durch den Arzt die Wiederherstellung ihrer Arbeitsfähigkeit bescheinigt ist.

2. Betrieb der Dampfkessel.

A. Allgemeines.

31. Bei jeder Kesselanlage ist eine Dienstvorschrift für Kesselwärter an einer in die Augen fallenden Stelle in Plakatform anzubringen und in lesbarem Zustande zu erhalten. Wo eine solche von den zuständigen Behörden nicht erlassen ist, sind die von der Berufsgenossenschaft erlassenen bezüglichen Vorschriften für Arbeitnehmer als Dienstvorschriften zum Aushang zu bringen.

Bei beweglichen Kesseln ist die Dienstvorschrift dem Revisionsbuche anzuheften.

32. Jede absichtliche Überschreitung des erlaubten höchsten Dampfdrucks, insbesondere jede eigenmächtige Überlastung des Sicherheitsventils ist zu verbieten.

Anmerkung. Die Überlastung der Sicherheitsventile geschieht häufiger als man glaubt, besonders wenn die Ventile nicht recht schließen wollen. Es gibt Einrichtungen, die eine solche Überlastung unmöglich machen [Glocken aus Drahtgewebe, die über diesem Armaturteil befestigt sind].

33. Es ist Sorge zu tragen, daß, sofern die Wasserstandsgläser mit Schutzhülsen versehen sind, diese die Beobachtungen des Wasserstandes nicht wesentlich beeinträchtigen.

34. Das Manometer des Kessels und der Wasserstandsanzeiger müssen vom Heizerstande aus kontrollierbar sein.

35. Die Abblasevorrichtungen sind so einzurichten, daß ein Verbrühen von Personen beim Abblasen ausgeschlossen ist.

36. Das Betreten des Kesselraumes und der Aufenthalt in demselben ist Unbefugten zu verbieten.

37. Es ist Sorge zu tragen, daß aus der unmittelbaren Umgebung des Kessels alles ferngehalten wird, wodurch der Zugang zu demselben, insbesondere zu den Sicherheitsapparaten erschwert werden kann.

38. Für ausreichende Beleuchtung der Kesselanlage, insbesondere der Wasserstandsanzeiger und Manometer, ist Sorge zu tragen.

B. Betrieb der Kessel.

39. Die sorgfältige Reinigung des Kessels ist in angemessenen Zwischenräumen zu veranlassen. Der zu befahrende Kessel ist von den gemeinschaftlichen Ablaß-, Dampf- und Speiseleitungen in geeigneter Weise abzuschließen. Ebenso sind gemeinschaftliche Feuereinrichtungen sicher abzusperren.

40. Die im Verkehrsbereiche liegenden Dampf- und Heißwasserleitungen sind zur Verhütung von Verbrennungen zweckentsprechend zu verkleiden.

3. Kraftmaschinen.

41. Es ist dafür zu sorgen, daß Dampf-, Gas- u. dergl. Kraftmaschinen, bzw. Teile derselben, sofern sie nicht in besonderen Räumen aufgestellt oder unmittelbar mit Arbeitsmaschinen verbunden sind, durch ein festes Geländer oder auf andere geeignete Weise von den Arbeitsräumen abgeschlossen werden.

42. Wasserräder und Turbinen sind in besonderen Räumen aufzustellen oder, wenn sie durch ihre Lage für Unberufene nicht unzugänglich sind, mit schützender Einfriedigung zu umgeben.

43. Das Anlassen und Abstellen der Kraftmaschine muß durch ein in allen Betriebsräumen hörbares, bestimmtes Zeichen angekündigt werden können.

Von einer solchen Einrichtung kann abgesehen werden, wenn die Kraftmaschine nur zum Betriebe einer mit ihr unmittelbar verbundenen Arbeitsmaschine dient, die der Wärter zugleich bedient und vor Augen hat.

Anmerkung. Vgl. auch Nr. 63. Die Verständigung zwischen dem Maschinenraum und den einzelnen Betriebsabteilungen der ganzen Fabrik wird am besten mit Hilfe elektrischer Klingelzeichen geregelt, so daß an jedem Druckknopf ein Schildchen angebracht ist, auf welchem die Bedeutung der Klingelzeichen geschrieben steht. Z. B. einmal drücken: „Maschine halt“; zweimal drücken: „Langsam laufen“; dreimal drücken: „Normaler Gang“.

44. Die Schwungräder, Hauptriemen oder -seile sind im Verkehrsbereiche in geeigneter Weise einzufriedigen.

45. Alle im Verkehrsbereiche freiliegenden bewegten Teile einer Kraftmaschine (Kurbel, Kreuzkopf, Lenk- und Kolbenstangen, Schwungkugeln) sind zweckentsprechend zu umwehren.

46. Räder, hervorstehende Keile und Schrauben der sich drehenden Teile an Kraftmaschinen sind, soweit der Maschinenwärter dadurch gefährdet werden kann, in geeigneter Weise zu verdecken.

47. Sofern das Ölen und Schmieren einzelner Teile der Kraftmaschinen während des Ganges erforderlich ist, sind geeignete Einrichtungen zu treffen, welche dies ohne Gefahr ermöglichen.

Kurbelzapfen, Kreuzkopf, Exzenter, Hauptlager, Gleitbalken und Stopfbüchsen sind mit selbsttätigen Schmiervorrichtungen zu versehen.

48. Das Reinigen schnellgehender Kraftmaschinenteile ist nur während des Stillstandes zuzulassen.

49. Bei allen Kraftmaschinen, einschließlich der Wasserräder und Turbinen, sind Einrichtungen zu treffen, welche ein sicheres Stillsetzen ermöglichen.

4. Transmissionen.

50. Alle bis zu einer Höhe von 1,8 m über dem Fußboden liegenden Transmissionswellen sind in geeigneter Weise zu umwehren.

Wellen, welche an einzelnen Stellen überschritten werden müssen, sind an den Übergangsstellen zu überdecken.

51. Stehende Wellen sind bis zu einer Höhe von 1,5 m über dem Fußboden der Verkehrsstelle in geeigneter Weise zu umwehren.

52. Sofern die Transmissionswellen während des Ganges gereinigt oder geputzt werden sollen, sind die dazu geeigneten Werkzeuge zur Verfügung zu halten.

53. Werden in unmittelbarer Nähe bewegter Transmissionsteile Bau- oder Montagearbeiten ausgeführt, so sind vorübergehend geeignete Schutzvorkehrungen zu treffen.

54. Es ist zu verbieten, daß Treibriemen von mehr als 30 mm Breite sowie Seile und Ketten, sofern sie mit einer größeren Geschwindigkeit als 10 m in der Sekunde laufen, während des Ganges von Hand aufgelegt oder abgeworfen werden. Dieses Verbot gilt auch für langsamer laufende Treibriemen von mehr als 60 mm Breite.

55. Zum Verschieben der Riemen zwischen Los- und Festscheibe sind Riemenausrücker fest anbringen zu lassen.

56. Für abgeworfene Riemen und Seile müssen, falls dieselben nicht ganz entfernt werden, feste Träger so angeordnet sein, daß die Riemen usw. mit bewegten Teilen der Wellenleitung nicht in Berührung kommen können.

57. Riemen, welche mit einer Geschwindigkeit von mehr als 10 m in der Sekunde laufen, und alle Riemen von mehr als 180 mm Breite müssen in sicherer Weise unterfangen werden, sofern sie sich über einer Arbeits- oder Verkehrsstelle befinden.

58. Alle Riemen sind, soweit sie niedriger als 1,8 m über dem Fußboden der Verkehrsstelle laufen, zu umwehren.

Riemen, welche durch Fußböden gehen, sind mit einem 1,8 m hohen Schutzverschlag zu versehen, sofern nicht eine Umweh rung der betreffenden Transmissionsabteilung vorhanden ist. Im letzteren Falle

sind die Durchgangsöffnungen mit mindestens 0,125 m hohen Fußleisten zu umgeben.

59. Das Fetten und Harzen der Riemen ist nur bei langsamem Gange der Transmissionen zu gestatten.

60. Auf Seiltriebe, mit Ausnahme derjenigen von Laufkränen, finden die vorstehenden in Nr. 53—58 enthaltenen Vorschriften sinn-gemäße Anwendung.

61. Bei sämtlichen bewegten Teilen von Transmissionen sind hervor-stehende Keile, Schrauben u. dergl. zu vermeiden oder durch glatte Umhüllungen zu verdecken. Das Umwickeln der hervorstehenden Teile mit Lappen, Putzwolle oder dergl. ist zu verbieten.

62. Riemenscheiben, Zahnräder, Friktionsscheiben, deren niedrigster Punkt tiefer, wie 1,8 m über dem Fußboden der Verkehrsstelle liegt, sind bis zu dieser Höhe in geeigneter Weise zu umwehren.

63. Die Transmission ist, soweit es die Betriebs- und baulichen Verhältnisse gestatten, so einzurichten, daß sie in jedem Arbeitsraum selbständig stillgestellt werden kann.

Wo eine solche Einrichtung nicht vorhanden ist, ist in den ein-zelnen Arbeitsräumen eine Signalvorrichtung anzubringen, mittels welcher nach der nächstliegenden Ausrückstelle hin ein Zeichen zum Stillstehen der Transmission oder nach der Kraftmaschine hin ein Zeichen zum Abstellen und Wiederanlassen gegeben werden kann.

Die Ausrückvorrichtungen sind so einzurichten, daß eine selbst-tätige Inbetriebsetzung ausgeschlossen ist.

Anmerkung. Siehe auch Nr. 43.

4a. Arbeitsmaschinen.

A. Allgemeines.

64. Jede von einer Wellenleitung aus angetriebene Arbeitsmaschine ist mit einer Ausrückvorrichtung zu versehen, falls die Arbeitsmaschinen nicht in Serien gebraucht oder gleichzeitig ausgerückt werden.

Die Ausrückvorrichtung muß vom Standplatze des Arbeiters aus bequem gehandhabt werden können; sie muß sicher wirken und so gebaut sein, daß eine Selbsteinrückung ausgeschlossen ist.

Die Führung der Antriebsriemen auf die feste und lose Riemenscheibe, mit Ausnahme der Stufenscheiben, muß mittels fest ange-brachten Ausrückers erfolgen.

65. Alle im Verkehrsbereiche liegenden Riemenscheiben, Zahn-räder, Friktionsscheiben und Schneckengetriebe sind zweckentsprechend zu umwehren.

66. Keile und Stellringschrauben sind entweder versenkt anzu-ordnen oder es sind deren hervorstehende Teile glatt zu verkleiden.

67. Ausbessern, Schmieren und Putzen der Maschine während des Ganges ist zu verbieten; sofern aber das Ölen und Schmieren ein-zelner Teile der Arbeitsmaschine während des Ganges erforderlich ist, sind geeignete Einrichtungen zu treffen, welche dies ohne Gefahr er-möglichen.

68. Die vorgeschriebenen Ausrück- und Bremsvorrichtungen sind stets in gutem Zustande zu erhalten und, wo die Ausrück- und Bremsvorrichtungen nicht ständig im Gebrauch sind, solche auf ihre Wirksamkeit zeitweise zu prüfen.

B. Besonderes.

69. Bei Bohrmaschinen ist die Befestigung des Bohrers ohne hervorstehende Teile zu gestalten und sind die Antriebsräder der Bohrspindel zu verdecken.

70. Die Kreissägen sind mit Schutzhaube (möglichst selbsttätig) und Spaltkeil und unter dem Tisch mit Schutzkasten oder Schutzscheiben um das Sägeblatt auszurüsten. Für Kreissägen, bei denen die Schutzhaube auch den hinteren Teil des Sägeblattes bedeckt, ist der Spaltkeil nicht erforderlich.

71. An Bandsägen ist das Sägeblatt derart zu verkleiden, daß nur der zum Schneiden nötige Teil frei bleibt und der Arbeiter gegen Verletzung durch das Abspringen des Sägeblattes geschützt ist.

Die untere Bandseite ist nach der Arbeitsseite hin ganz zu verkleiden.

72. An Abrichthobelmaschinen ist die Messerspalte mit Schutzvorrichtung zu verdecken.

73. Schneidemaschinen jeder Art müssen tunlichst mit einer Schutzvorrichtung versehen sein, welche Verletzungen durch das Messer während des Ganges ausschließt.

74. Stanzmaschinen sind tunlichst mit einer Schutzvorrichtung zu versehen, welche eine Verletzung der Hände durch die Stanze ausschließt.

Exzenter- und Kurbelpressen sind tunlichst mit einer Schutzvorrichtung zu versehen, welche ein Erfäßtwerden der Hand durch den Stempel ausschließt.

Bei Spindelpressen mit Balancier, sofern letzterer sich bei der Arbeit in Kopfhöhe des Arbeiters bewegt, ist der Weg der Kugel bzw. Handstangen zu sichern.

75. Durch Motore bewegte, zum Nachschleifen von Werkzeugen bestimmte Schleifsteine dürfen nur mit Hilfe von Druckscheiben, nicht aber mittels Holzkeilen auf der Welle befestigt werden.

Die Druckscheiben müssen mittels Schraubenmuttern angezogen werden. Zwischen Druckscheiben und Stein sind elastische Zwischenlager einzulegen.

Die Schleifflächen der Schleifsteine sind möglichst glatt und rundlaufend zu erhalten.

76. Bei den Schmirgelmaschinen müssen die Schmirgelscheiben von 200 mm Durchmesser aufwärts, soweit es die auf ihnen auszuführenden Arbeiten gestatten, mit entsprechend starken Schutzkappen versehen sein. Die Schmirgelscheibe muß leicht auf die Spindel zu schieben sein. Sie darf auf letzterer nur mit Druckscheiben befestigt werden, die etwa den halben Durchmesser der Schmirgelscheibe haben und mittels Schraubenmuttern angezogen werden müssen.

Zwischen Befestigungs- und Schmirgelscheibe sind elastische Zwischenlagen einzulegen.

Jede neue Schmirgelscheibe muß, bevor sie in Gebrauch genommen wird, durch ein unter Beobachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln zu veranstaltendes Probelaufen, womöglich mit erhöhter Umlaufgeschwindigkeit, auf ihre Festigkeit geprüft werden.

77. Die zulässig größte Geschwindigkeit für Schleifsteine und Schmirgelscheiben ist wesentlich von der Güte des Materials, der Konstruktion der Maschine und der Art der Verwendung abhängig, deshalb nur von Fall zu Fall unter sachverständiger Leitung festzustellen.

Es darf angenommen werden, daß bei Anwendung nur guten Materials folgende Umfangsgeschwindigkeiten ohne Gefährdung der Arbeiter zugelassen werden können:

bei Sandsteinen höchstens 12,5 m in der Sekunde;

bei Schmirgelscheiben:

a) beim Nachschleifen höchstens 12,5 m in der Sekunde;

b) beim Trockenschleifen höchstens 25 m in der Sekunde.

78. Die Einfüll- und Entleerungsöffnungen an Zerkleinerungsmaschinen, Brechwerken, Kugelmühlen, Desintegratoren, Knet- und Mischmaschinen und sonstigen Rührapparaten usw. sind möglichst so einzurichten, daß der Arbeiter mit den gefährlichen Stellen nicht in Berührung kommen kann.

Der Weg der Becher, Transportgurte und Transportschnecken ist in ausreichender Weise zu sichern.

Das Nachstoßen der Einfüllmasse darf nur mittels geeigneter Werkzeuge erfolgen.

Störungen an Maschinen durch Verstopfung dürfen nur bei Stillstand der Maschinen beseitigt werden.

79. An Stampfwerken ist der Weg der Hebdaumen abzusperrern, sobald derselbe im Verkehrsbereich liegt.

80. Sofern der Rand der Läufersteller an Läuferwerken nicht mindestens 90 cm über dem Fußboden liegt, ist das Läuferwerk mit einem Schutzringe zu umgeben.

Müssen zum Schmieren der Kollergänge die Teller derselben betreten werden, so ist der Antrieb derselben in solcher Weise außer Tätigkeit zu setzen, daß eine Inbetriebsetzung ohne Wissen des betreffenden Arbeiters ausgeschlossen ist.

81. Die Arbeiter müssen gegen gefahrbringende Berührung von Exhaustoren und Ventilatoren durch geeignete Schutzmittel hinreichend geschützt werden.

82. Walzen und Kalander müssen, wo die Eigenart dieses Materials es bedingt und sich die Gefahr der Walzen durch geeignete Schutzvorrichtungen nicht vollständig beseitigen läßt, mit einer von dem Standpunkte des Arbeiters bei der Arbeit leicht erreichbaren und sofort wirkenden Ausrück- oder Bremsvorrichtung versehen sein.

83. Bei Zentrifugen soll die größte und zulässige Belastung und Tourenzahl auf einem Schild sichtbar angegeben sein.

Zentrifugen mit eigenem Motor sind mit Geschwindigkeitsmesser zu versehen, auf welchem die größte zulässige Geschwindigkeit markiert ist. Jede Zentrifuge ist mit Bremse zu versehen, ausgenommen solche, bei denen Gefahr für Entzündung explosibler Gase oder des Schleudergutes vorliegt.

Der Außenmantel der Zentrifuge muß aus zähem Material — Schmiedeeisen, Kupfer oder Stahl — hergestellt sein; Gußeisen und Hartblei sind ausgeschlossen. Ausgenommen sind bereits im Betrieb befindliche, anders konstruierte Zentrifugen, doch empfiehlt es sich, deren Mäntel durch schmiedeeiserne Bandagen wo irgend möglich zu verstärken.

Während des Betriebes ist das Hineingreifen in die Zentrifuge mit und ohne Werkzeug zu verbieten. Das Verteilen der Füllung darf nur bei langsamem Gang der Trommel stattfinden.

Anmerkung. Um die Höchstbelastung der Zentrifuge nicht zu überschreiten, was für die Betriebssicherheit von großer Wichtigkeit ist, darf das Gewicht des Füllgutes nicht lediglich abgeschätzt, sondern es muß so lange eingewogen werden, bis der die Zentrifuge bedienende Arbeiter durch Übung die nötige Sicherheit in der Abschätzung des Gewichtes — z. B. aus der Größe der Betriebschergen — der eingefüllten Menge gewonnen hat.

Bei vorhandener Fußbremse empfiehlt sich die Anbringung von Handhaben zum Festhalten, an denen der Arbeiter beim möglichen Abgleiten von der Fußbremse Halt finde. Handbremsen bieten eine größere Sicherheit.

5. Fahrstühle und Hebezeuge.

A. Fahrstühle.

Die nachstehenden Unfallverhütungsvorschriften gelten nur für Aufzüge mit festgeführten Förderschalen (Förderkorb, Fördergefäß) zum Transport von Lasten mit oder ohne Personenbeförderung in Fabriken, Warenhäusern, Speichern, Gasthöfen und Wohngebäuden. Ausgenommen sind Aufzüge für ausschließliche Personenbeförderung, ferner die Aufzüge in Hochofenanlagen und Bergwerken, sowie die kleinen Aufzüge.

Unter letzteren sind solche zu verstehen, deren Förderschale nicht betreten wird und deren Schachtquerschnitt 0,70 qm nicht übersteigt.

84. Es ist dafür Sorge zu tragen, daß bei den im Innern der Gebäude liegenden Fahrstühlen der Raum, welchen der Fahrkorb oder die Förderschale einer Fahrstuhl-anlage bestreicht, von allen Seiten bis auf mindestens 1,8 m Höhe vom Fußboden an jeder Ladestelle so eingefriedigt ist, daß Unberufene nicht in den Fahr-schacht geraten können.

Bei Fahrstühlen an den Außenfronten der Gebäude ist der tiefste Stand der Förderschale im Erdgeschoß, gegebenenfalls auch im Keller auf mindestens 1,8 m zu umwehren.

85. Die Zugänge zu dem Fahr-schacht sind in zweckentsprechender Weise absperren zu lassen.

Die Fahr-schachtzugänge ausschließlich durch Ketten und Seile abzusperren, ist zu verbieten.

86. An jedem Schachtzugange ist eine Tafel anzubringen, mittelst welcher Vorsicht geboten und Unbefugten der Zutritt untersagt wird.

Außerdem ist an den Zugängen in augenfälliger Weise anzugeben: a) bei Lastenaufzügen: die größte zulässige Belastung in Kilogramm, sowie die Vorschrift, daß Personen mit dem Aufzuge nicht befördert werden dürfen; b) bei Lastenaufzügen mit Personenbeförderung: die größte zulässige Belastung, sowie die außer ihr noch zulässige Personenanzahl, einschließlich des Fahrstuhlführers.

87. Die Förderschale ist bei Lastenaufzügen an den nicht zum Be- und Entladen bestimmten Seiten so einzufriedigen, daß das Herabfallen des Ladegutes verhindert wird. Bei Lastenaufzügen mit Personenbeförderung sind die nicht zum Be- und Entladen benutzten Seiten mit einer 1,3 m hohen Schutzwand zu umgeben. Die Zugangsseiten sind mindestens durch eine Querstange abzuschließen. Die Förderschale ist mit einem Dach derart zu überdecken, daß die den Fahrstuhl benutzenden Personen durch herabfallende Gegenstände nicht verletzt werden können.

88. Bei Lastenaufzügen ohne Personenbeförderung muß das Seil (Kette, Gurt usw.), an welchem die Förderschale hängt, die größte zulässige Belastung mit fünffacher Sicherheit tragen können.

Die Förderschalen der unmittelbar wirkenden hydraulischen Fahrstühle sind mit dem Kolben derartig fest und sicher zu verbinden, daß die Förderschale vom Kolben nicht durch etwa angebrachte Gegengewichte abgehoben werden kann.

89. Fahrstühle, deren Förderschale an Seilen (Ketten usw.) hängt, sind mit einer sicher wirkenden Fangvorrichtung oder Geschwindigkeitsbremse zu versehen. Letztere darf eine Niedergangsgeschwindigkeit von höchstens 1,5 m in der Sekunde gestatten.

Bei unmittelbar wirkenden hydraulischen Fahrstühlen ist zwischen Steuerungsapparat und Treibzylinder eine Sicherheitsvorrichtung einzuschalten, durch welche ein zu schnelles Niedergehen der Förderschale im Falle eines Rohrbruches verhindert wird.

90. Werden Gegengewichte angewendet, so sind dieselben an Seilen (Ketten usw.) aufzuhängen, welche sie mit fünffacher Sicherheit zu tragen vermögen.

Die Gegengewichte sind auf ihrer ganzen Bahn so sicher zu führen, daß sie weder aus ihr heraustreten, noch bei etwaigem Niederfallen Menschen oder die Förderschale beschädigen können.

91. Jeder mit elementarer Kraft betriebene Fahrstuhl ist mit selbsttätiger Ausrückung für die höchste und tiefste Stellung zu versehen.

92. Bei allen Fahrstühlen, welche durch mehrere Stockwerke gehen, ist an jeder Ladestelle eine Sperrvorrichtung anzubringen, durch welche das Steuerseil oder die Steuerstange in der Ruhelage der Förderschale festgehalten wird.

93. Bei Fahrstühlen ohne Zwischenstationen muß die obere Schachtöffnung mit selbsttätigem Verschuß versehen sein.

94. Wenn ein Fahrstuhl von mehreren Stockwerken aus in Bewegung gesetzt werden kann, so muß eine Verständigung zwischen

den verschiedenen Ladestellen gesichert, oder eine Zeigervorrichtung angebracht sein, die den jeweiligen Stand der Förderschale erkennen läßt. Wird die Steuerung nur von einer Stelle aus gehandhabt, so muß die sichere Verständigung zwischen dieser Stelle und den einzelnen Ladestellen ermöglicht werden können.

An jedem Fahrstuhl ist eine Signal- oder Zeigervorrichtung anzubringen, welche anzeigt, daß der Fahrstuhl sich bewegt.

95. Jede Fahrstuhlanlage ist mindestens einmal jährlich auf ihre Tragfähigkeit und sichere Wirksamkeit zu prüfen.

Die Tragfähigkeit der Seile, Ketten und Gurte ist mit der doppelten größten zulässigen Belastung, die Wirksamkeit der Sicherheitsvorrichtung mit der einfachen größten Belastung zu prüfen.

96. Es ist anzuordnen, daß Fahrstühle, die ausschließlich zur Beförderung von Lasten bestimmt sind, von Personen nur benutzt werden, soweit es die Untersuchung und Instandhaltung erfordert.

97. Die Bedienung von Fahrstühlen darf nur Personen, die mit der Handhabung der Steuerung genau vertraut sind, übertragen werden.

B. Hebezeuge.

98. An sämtlichen Hebezeugen ist die Tragfähigkeit derselben in deutlich sichtbarer Weise anzugeben.

99. Die Einlaufstellen der Zahnräder und Reibungsräder sind, sobald sie nicht an sich geschützt liegen, zu verkleiden.

100. Hebewerkzeuge mit Kurbel- oder Zugseilbetrieb sind mit einer wirksamen Sperrvorrichtung zu versehen, sofern sie nicht selbstsperrend sind.

Geschieht das Herablassen der Last nur durch das Eigengewicht der letzteren, so muß eine zuverlässige Bremsvorrichtung vorhanden sein.

Vorrichtungen, durch welche die Fördergeschwindigkeit verändert wird, müssen so eingerichtet sein, daß sie sich nicht von selbst verstellen.

101. Alle Teile der Hebezeuge sind mindestens jährlich einmal auf ihre Tragfähigkeit und sichere Wirksamkeit zu prüfen.

6. Transport zu Lande.

Fuhrwerke und Karren aller Art, nicht auf Schienen laufend.

102. Jeder Wagen, welcher mit Pferden oder Rindvieh bespannt und in bergigen Gegenden oder Ortschaften verwendet wird, ist mit einer wirksamen, jederzeit gebrauchsfähigen Brems- oder Hemmvorrichtung zu versehen.

103. Wagen müssen, soweit es ihre Bauart oder Benutzung zuläßt, einen mit Rück- und Seitenlehne versehenen Sitz für den Kutscher haben. Sofern ein solcher Sitz nicht vorhanden ist oder die Ladung selbst einen sicheren Sitz oder Stand nicht gewährt, ist dem Kutscher die Führung vom Wagen aus nicht zu gestatten.

104. Fuhrwerke aller Art sind auf Fahrten während der Dunkelheit so zu beleuchten, daß die Annäherung des Gefährtes erkennbar ist.

105. Zum Lenken eines mit Pferden bespannten Fuhrwerkes sind nur des Fahrens kundige Personen zu verwenden.

106. Bissige Zugtiere sind mit einem sicheren Maulkorbe zu versehen.

107. Zugtiere, welche erfahrungsgemäß beißen, schlagen oder stoßen, sind auf ihren Ständen als solche besonders zu kennzeichnen.

Anmerkung. Den Verkehr von Kraftwagen zur Last- und Personenbeförderung regeln entsprechende Sonderbestimmungen.

Schmalspur-, Roll-, Hänge-, Seil- und Kettenbahnen.

108. Für Einzelfahrzeuge auf Schmalspurbahnen müssen Bremsmittel vorhanden sein.

109. Werden mehrere Fahrzeuge auf einer Schmalspurbahn zu einem Zuge vereinigt, so ist, wenn keine Lokomotive am Zuge, mindestens ein mit Bremsvorrichtung versehener Wagen einzuschalten. Die Bremse muß während der Bewegung des Zuges bedienbar und so stark sein, daß sie für alle vorhandenen Gefälle genügt.

110. Bei Hängebahnen, Seilbahnen, Kettenbahnen und solchen Anlagen, bei denen das Mitfahren von Bremsern ausgeschlossen ist, muß mindestens an der Zentralstelle eine wirksame Bremsvorrichtung vorhanden sein.

111. Falls die Fahrzeuge durch Zugtiere bewegt werden, sind diese bei Gefällen von mehr als 1 : 100 mit dem Wagen derart zu kuppeln, daß ein Aushängen der Zugstränge leicht und sicher bewerkstelligt werden kann. Bei Gefällen von mehr als 1 : 30 müssen die Zugtiere bei Talfahrten unbedingt abgekuppelt sein.

112. Personen, von denen dem Arbeitgeber bekannt ist, daß sie an Epilepsie, Krämpfen oder Ohnmachten leiden oder dem Trunke ergeben sind, dürfen im Fahrdienst nicht verwendet werden.

113. An jeder Drehscheibe und Schiebebühne muß eine Vorrichtung zum Feststellen angebracht sein.

114. Zur Verhütung von Einklemmungen zwischen den Schienen der Drehscheiben und Schiebebühnen einerseits und den Schienen der Anschlußgleise andererseits müssen geeignete Vorrichtungen angebracht sein. Ebenso ist an den Hauptverkehrswegen für gefahrloses Überschreiten der Schienengleise durch Pflasterung oder Dielung Sorge zu tragen.

115. An Kurven, welche nicht von allen Seiten vollständig übersehen werden können, müssen Warnungstafeln in entsprechender Weise angebracht werden.

116. Kippwagen müssen so konstruiert sein, daß sie bei normaler Beladung nicht von selbst kippen.

Anmerkung. Man achte auch darauf, daß die ein selbsttätiges Kippen des Wagenkastens verhindernden Feststellvorrichtungen während des Transports nicht außer Gebrauch bleiben.

117. Verkehrswege auf dem Fabrikterrain unter Seil- und Hängebahnen müssen gegen herabfallende Stücke gesichert sein.

118. Gleise, wie Schienenstöße, ferner Weichen, Kreuzungen, Drehscheiben, Schiebebühnen mit Anschlüssen daran sind stets gut im Stande zu halten.

119. Bei Hänge- und Seilbahnen ist das zu starke Schwanken der Wagen, sowie das zu schnelle Durchfahren der Kurven und Weichen möglichst zu verhindern. Es sind Einrichtungen zu treffen, durch die ein Ausgleisen aus den Weichen nach Möglichkeit vermieden wird. Bei letzteren ist eine Sicherung anzubringen, welche eine Verletzung durch die freischwebende Spitze der Weiche ausschließt.

120. Hochliegende Absturzgleise sind so zu sichern, daß ein Hinabfallen von Personen verhindert wird.

Normalspurbahnen.

121. Alle Rangierarbeiten dürfen nur unter Leitung von damit vertrauten Personen ausgeführt werden.

122. An jeder Drehscheibe und Schiebebühne muß eine Vorrichtung zum Feststellen derselben angebracht sein.

123. Zur Verhütung von Einklemmungen zwischen den Schienen der Drehscheiben und Schiebebühnen einerseits und den Schienen der Anschlußgleise andererseits müssen geeignete Vorrichtungen angebracht sein. Ebenso ist für gefahrloses Überschreiten der Schienengleise an den Hauptverkehrswegen durch Pflasterung oder Dielung Sorge zu tragen.

124. Die Drehscheiben müssen bedeckt oder eingefriedigt sein.

125. Laderampen und Gebäude, sowie die beiden Seiten von Durchfahrtsöffnungen müssen von der Mitte der Gleise eine Entfernung von mindestens 2 m haben. Die zur Zeit des Erlasses dieser Vorschriften bereits vorhandenen Rampen, Gebäude und Durchfahrtsöffnungen werden von dieser Vorschrift nicht getroffen, doch ist bei einem geringeren Abstand Vorsorge zu treffen, daß beim Wagenschieben niemand an die gefährdete Stelle tritt.

126. Hochliegende Absturzgleise sind so zu sichern, daß ein Hinabfallen von Personen verhindert wird.

127. Beim Befahren von Gefällen ohne Lokomotive ist Sorge zu tragen, daß die Wagen durch geeignete Mittel gebremst werden können.

128. Gleise, wie Schienenstöße, ferner Weichen, Kreuzungen, Drehscheiben und Schiebebühnen mit Anschlüssen daran sind stets gut im Stande zu halten.

129. Barrieren und Torabschlüsse in Bahngleisen sind in offenem Zustande gegen selbsttätiges Zuschlagen zu sichern.

II. Vorschriften für Arbeitnehmer.

1. Allgemeine Vorschriften.

1. Jeder Arbeiter hat vor der Benutzung von Werkzeugen, Geräten und Apparaten und maschinellen Einrichtungen diese, sowie die dabei angebrachten Schutzvorrichtungen daraufhin zu prüfen, ob dieselben sich in ordnungsmäßigem Zustande befinden. Sofern dies nicht der Fall ist, hat er sofort die vorhandenen Mängel zu beseitigen oder seinem Vorgesetzten davon Anzeige zu machen.

Anmerkung. Die Prüfung der Apparate und maschinellen Einrichtungen seitens der Arbeiter beschränkt sich natürlich auf die Feststellung des richtigen „Funktionierens“ und hat mit der konstruktiven Seite nichts zu schaffen. Inwieweit man etwa eintretende Mängel von dem Arbeiter selbständig beseitigen läßt, kann nur von Fall zu Fall entschieden werden. Zunächst muß von solchen Vorkommnissen wohl immer der Meister oder Vorarbeiter benachrichtigt werden.

2. Die Arbeitsgeräte und Schutzvorrichtungen sind nur zu dem Zwecke, zu dem sie bestimmt sind, zu benutzen. „Der Mißbrauch, die eigenmächtige Beseitigung, absichtliche Beschädigung, Nichtbenutzung der vorhandenen Sicherheitsvorrichtungen und vorgeschriebenen Schutzmittel ist strafbar.“ Schutzvorrichtungen, die aus Betriebsrücksichten für bestimmte Zwecke entfernt worden sind, müssen, nachdem dieser Zweck erreicht ist, sofort wieder angebracht werden.

Anmerkung. In Betrieben, in denen Sicherheitsvorrichtungen wiederholt von Seiten der Arbeiter beseitigt wurden, ist nachher mit Erfolg der in Anführungsstrichen stehende Satz als Plakat angeschlagen worden.

3. Alle den Zwecken des Betriebes zuwiderlaufenden Beschäftigungen, insbesondere Spielereien, Neckereien, Zänkereien und sonstige mutwillige Handlungen, die geeignet sind, den Urheber selbst oder andere zu gefährden, sind verboten.

Anmerkung. Wiederholen sich dergleichen Auftritte, so ist der Vorarbeiter oder Meister dafür zur Verantwortung zu ziehen, denn in einem ordentlich beaufsichtigten Betriebe kommen solche Dinge nicht vor.

4. Arbeiter, die an Fallsucht, Krämpfen, zeitweiligen Ohnmachtsanfällen, Schwindel, Schwerhörigkeit, Kurzsichtigkeit, Bruchschäden oder anderen nicht in die Augen fallenden körperlichen Schwächen oder Gebrechen in dem Maße leiden, daß sie dadurch bei gewissen Arbeiten einer außergewöhnlichen Gefahr ausgesetzt sind, haben die Verpflichtung, ihren Vorgesetzten hiervon Kenntnis zu geben, sofern sie mit einer derartigen Arbeit beauftragt werden.

5. Betrunkene Arbeiter dürfen die Betriebsstätten weder betreten, noch sich dort aufhalten.

6. Jeder Arbeiter hat die Pflicht, diejenigen Personen, welche ihm zur Hilfe oder Unterweisung beigegeben sind, insbesondere Lehrlinge oder jugendliche Arbeiter, auf die mit ihrer Beschäftigung verbundenen Gefahren aufmerksam zu machen und darauf zu achten, daß die gegebenen Verhaltensvorschriften seitens dieser ihm unterstellten Personen befolgt werden.

7. Jeder Arbeiter ist verpflichtet, etwa von ihm wahrgenommene Beschädigungen oder sonstige auffallende Erscheinungen an den Betriebseinrichtungen sofort anzuzeigen.

8. Dem Arbeiter ist es verboten, sich an Maschinen zu schaffen zu machen, deren Bedienung, Benutzung oder Instandhaltung ihm nicht obliegt.

9. In Arbeitsräumen und auf Arbeitsplätzen dürfen die Arbeiter nur die ihnen zugewiesenen Verkehrswege, Ein- und Ausgänge benutzen. Unbefugten ist es verboten, abgesperrte Räume zwischen bewegten Maschinen- und Transmissionsteilen zu betreten.

10. Verkehrswege dürfen durch Anhäufung von Material oder durch den Transport von Gegenständen nicht versperrt werden, sofern dies nicht durch die Betriebsweise bedingt ist.

11. Das Ausruhen und Schlafen an Feuerstellen, auf Öfen, Kesselmauerungen, Dächern, hohen Gerüsten oder in besetzten Pferdeständen, sowie in unmittelbarer Nähe von laufenden Maschinen, Gruben oder Gleisen ist nicht gestattet.

12. Das Ab- und Anlegen, sowie das Aufbewahren von Kleidungsstücken in unmittelbarer Nähe bewegter Triebwerke ist verboten.

13. Das Betreten nicht beleuchteter Arbeitsstätten und dunkler Räume ist, soweit die Natur des Betriebes eine Beleuchtung zuläßt, nur mit Licht gestattet.

14. Arbeiter dürfen die ihnen für bestimmte Zwecke überwiesenen Leitern nur zu diesen verwenden. Die Benutzung nicht betriebssicherer Leitern ist verboten.

15. Das Ansammeln feuergefährlicher und explosiver Stoffe innerhalb der Arbeitsräume in größeren Mengen, als dies die Natur des Betriebes bedingt, ist verboten.

16. Gebrauchtes Putzmaterial und selbstentzündliche Fabrikabfälle dürfen in den Arbeitsräumen nicht angehäuft werden.

17. Räume, für welche die Benutzung von Sicherheitslampen vorgeschrieben ist, dürfen nur mit solchen und nur von Befugten betreten werden. In solchen Räumen ist das Anzünden von Streichhölzern, die Benutzung von Feuerzeugen und das Öffnen der Lampen verboten.

18. Arbeitsräume und Arbeitsplätze mit Gruben, Kanälen, versenkten Gefäßen und anderen gefahrbringenden Vertiefungen, welche weder abgedeckt, noch eingefriedigt, noch durch Geländer eingeschlossen sind, dürfen bei Dunkelheit, insoweit sie nicht beleuchtet sind, nur mit Laternen begangen werden.

19. In Betriebsräumen, in denen sich feuergefährliche oder explosive Stoffe befinden, darf nicht geraucht werden.

20. Die mit der Wartung und Bedienung von Motoren und Transmissionen beschäftigten Arbeiter sind verpflichtet, anschließende Kleider zu tragen.

21. Den in der Nähe bewegter Maschinenteile beschäftigten Personen ist das Tragen lose hängender Haare und Zöpfe, freihängender Kleiderteile, Schleifen, Bänder, Halstuchzipfel u. dergl., verboten.

22. Jede im Betriebe erhaltene Verletzung ist von dem Verletzten, sobald er hierzu imstande ist, an zuständiger Stelle zu melden.

Anmerkung. S. S. 282. Die Unfallstation.

23. Der Arbeiter hat dafür Sorge zu tragen, daß jede Wunde, auch wenn sie noch so geringfügig erscheint, sofort gereinigt und gegen das Eindringen von Staub und sonstigen Unreinlichkeiten sorgfältig geschützt wird.

Solange die Verletzung nicht mindestens durch einen Notverband geschützt ist, hat der Verletzte die Arbeit zu unterbrechen.

2. Betrieb von Dampfkesseln.

A. Allgemeines.

24. Die Kesselanlage ist stets rein und in Ordnung, alles nicht Dahingehörige fern zu halten.

25. Der Kesselwärter darf Unbefugten das Betreten des Kesselraumes und den Aufenthalt in demselben nicht gestatten.

26. Der Kesselwärter darf während des Betriebes seinen Posten, solange nicht für Ersatz gesorgt ist, nicht verlassen und ist für die Wartung des Kessels verantwortlich.

27. Der Kesselwärter muß während des Betriebes den Ausgang stets frei und unverschlossen halten.

28. Der Kesselwärter hat bei eintretender Dunkelheit für die Beleuchtung der Kesselanlage, insbesondere der Wasserstandsanzeiger und Manometer Sorge zu tragen.

B. Betrieb der Kessel.

29. Der Kesselwärter hat sich vor dem Füllen des Kessels von dem ordnungsmäßigen Zustande desselben, sowie der sämtlichen dazu gehörigen Apparatur zu überzeugen.

30. Das Anheizen darf erst erfolgen, nachdem der Kessel genügend mit Wasser versehen ist.

31. Während des Anheizens soll das Dampfventil geschlossen, das Sicherheitsventil dagegen so lange geöffnet bleiben, bis Dampf entweicht.

32. Das Nachziehen der Dichtungen hat während des Anheizens zu erfolgen.

33. Dampfabsperrentile sind langsam zu öffnen und zu schließen.

34. Der Kesselwärter darf den Wasserstand nicht unter die Marke des niedrigsten Standes sinken lassen; geschieht dies dennoch, so ist die Einwirkung des Feuers aufzuheben und dem Vorgesetzten Mitteilung zu machen.

35. Die Wasserstandsanzeiger sind unter Benutzung sämtlicher Hähne und Ventile täglich wiederholt zu probieren. Sind zwei Wasserstandsgläser vorhanden, so sind beide dauernd zu benutzen.

36. Sämtliche Speisevorrichtungen sind täglich zu benutzen und stets in brauchbarem Zustande zu erhalten.

37. Das Manometer ist zeitweise daraufhin zu prüfen, ob der Zeiger bei Absperrung des Drucks auf Null zurückgeht.

38. Der Dampfdruck soll die festgesetzte höchste Spannung nicht überschreiten.

39. Die Sicherheitsventile sind täglich durch vorsichtiges Anheben zu lüften. Jede Vergrößerung der Belastung der Sicherheitsventile ist verboten.

40. Kurz vor oder während der Stillstandspausen ist der Kessel über den normalen Wasserstand zu speisen und der Zug zu vermindern.

41. Beim Schichtwechsel darf der abtretende Wärter sich erst dann entfernen, wenn der antretende Wärter den Kesselbetrieb übernommen hat.

42. Steigt der Dampfdruck über die zulässige Spannung, so ist der Kessel zu speisen und der Zug zu vermindern. Genügt dies nicht, so ist die Einwirkung des Feuers aufzuheben.

43. Gegen Ende der Arbeitszeit hat der Wärter den Dampf tunlichst aufzabrauchen, das Feuer allmählich zu mäßigen und eingehen zu lassen bzw. vom Kessel abzusperrern. Außerdem muß der Rauchschieber geschlossen und der Kessel bis über den normalen Stand gespeist werden.

44. Bei außergewöhnlichen Erscheinungen: Undichtigkeiten, Beulen, Erglühen von Kesselteilen usw. ist die Einwirkung des Feuers sofort aufzuheben und dem Vorgesetzten unverzüglich Meldung zu machen.

C. Außerbetriebsetzung des Kessels.

45. Das vollständige Entleeren des Kessels darf erst vorgenommen werden, nachdem das Feuer entfernt und das Mauerwerk möglichst abgekühlt ist. Muß die Entleerung unter Dampfdruck erfolgen, so darf solches mit höchstens 1 Atm. Druck geschehen.

46. Das Einlassen von kaltem Wasser in den entleerten heißen Kessel ist verboten.

D. Reinigung des Kessels.

47. Der zu befahrende Kessel muß von anderen im Betriebe befindlichen Kesseln in sämtlichen Rohrverbindungen und Feuerungseinrichtungen sicher abgesperrt werden.

48. Beim Befahren des Kessels und der Feuerzüge ist die Benutzung von Petroleum und ähnlichen, bei höherer Temperatur leicht entzündlichen Beleuchtungsstoffen verboten.

3. Kraftmaschinen.

49. Der Maschinenwärter hat bei eintretender Dunkelheit für die vorschriftsmäßige Beleuchtung des Maschinenraumes Sorge zu tragen.

50. Der Maschinenwärter darf unbefugten Personen das Betreten des Maschinenraumes und den Aufenthalt in demselben nicht gestatten.

51. Nach jedem längeren Stillstande der Kraftmaschine hat sich der Wärter vor ihrer Inbetriebsetzung von dem ordnungsmäßigen Zustande derselben und ihrer Schutzvorrichtungen zu überzeugen, sowie insbesondere für ausreichendes Ölen und Schmieren zu sorgen. Nicht sofort abstellbare Mängel sind dem Vorgesetzten zu melden.

52. Ist das Ölen und Schmieren einzelner Teile der Kraftmaschine während des Ganges erforderlich, so darf dies nur mittelst der passenden hierzu bestimmten Einrichtungen erfolgen.

53. Das Reinigen schnellgehender Kraftmaschinenteile darf niemals während des Ganges derselben geschehen.

54. Das Anziehen der Keile und Schrauben an sich drehenden Teilen von Kraftmaschinen während des Ganges derselben ist verboten.

55. Beim Schichtwechsel darf der abtretende Wärter sich erst dann entfernen, wenn der antretende Wärter die Maschine übernommen hat.

56. Vor dem jedesmaligen Anlassen und Abstellen der Kraftmaschine muß das vorgeschriebene Zeichen gegeben werden.

Wird von einem Arbeitsraume aus das Zeichen zum Stillstande der Kraftmaschine gegeben, so ist sie sofort still zu stellen und erst dann wieder anzulassen, wenn das dafür vorgeschriebene Zeichen gegeben ist.

Anmerkung. Wichtig ist, die Möglichkeit zu vermeiden, daß, nachdem von einem Betriebe das Zeichen zum Stillstehen der Maschine gegeben wurde, von einem anderen Betriebe der Fabrik, dem die Pause zu lange dauert, ein vorzeitiges Zeichen zum Wiederanlassen übermittelt werden kann. In manchen Fabriken besteht deshalb die gute Vorschrift, daß das Haltsignal mündlich oder gegen Quittung von einem Arbeiter des meldenden Betriebes dem Maschinenwärter bestätigt wird und daß das Wiederanlassen nur auf mündliche Bestellung und Quittung desselben Arbeiters erfolgen darf, nachdem das Zeichen dafür von dem Maschinisten gegeben ist.

57. Der Maschinenwärter hat vor Andrehen des Schwungrades der Dampfmaschine das Dampfeinströmungsventil zu schließen und vorhandene Zylinderhähne zu öffnen.

4. Transmissionen.

58. Unverdeckte Wellenleitungen, Riemen, Seile usw., die sich in Bewegung befinden, dürfen nicht überschritten werden.

59. Umwehrte oder abgeschlossene Räume, innerhalb deren Transmissionen laufen, dürfen nur von besonders dazu befugten Personen betreten werden.

60. Die Bedienung der Transmission (Schmieren, Reinigen, Putzen, das Ausbessern, Auflegen und Abwerfen der Transmissionsriemen und -seile) darf nur von den hierzu bestimmten Personen bewirkt werden. Diese Vorrichtungen dürfen nur beim Stillstande vorgenommen werden, sofern ein solcher durch die Natur des Betriebes nicht ausgeschlossen ist.

Alle Transmissionswellen dürfen während des Ganges nur von festem Standpunkte aus und nur mittelst geeigneter Werkzeuge gereinigt oder geputzt werden.

61. Treibriemen von mehr als 30 mm Breite, sowie Seile und Ketten, sofern sie mit einer größeren Geschwindigkeit als 10 m in der Sekunde laufen, dürfen während des Ganges nicht von Hand aufgelegt oder abgeworfen werden. Dieses Verbot gilt auch von langsamer laufenden Treibriemen von mehr als 60 mm Breite.

62. Abgeworfene Riemen und Seile müssen entweder ganz entfernt oder an festen Trägern so aufgehängt werden, daß sie mit bewegten Teilen nicht in Berührung kommen können.

Dieselben Vorsichtsmaßregeln sind beim Nähen, Verbinden und Ausbessern der Riemen zu treffen.

63. Das Fetten und Harzen der Riemen darf nur bei langsamem Gange vorgenommen werden.

64. Wenn eine, die gewöhnliche Zeit des Stillstandes überdauernde Arbeit an der Transmission vorgenommen wird, so muß an zuständiger Stelle hiervon und auch von der Beendigung der Arbeit Mitteilung gemacht werden, sofern nicht die betreffende Transmission sicher ausgerückt werden kann.

4a. Arbeitsmaschinen.

65. Das Ausbessern, Schmieren, Reinigen und Putzen der Maschinen während des Ganges derselben ist verboten; das Schmieren während des Ganges ist zulässig, wo Vorrichtungen vorhanden sind, welche daselbe gefahrlos ermöglichen.

66. Die Arbeiter sind verpflichtet, die vorhandenen Schutzvorrichtungen aufs gewissenhafteste zu benutzen.

67. Werden von den im Gange befindlichen Zerkleinerungsmaschinen, Brechwerken, Kugelmühlen, Desintegratoren, Knet- und Mischmaschinen Stücke des Zerkleinerungsgutes oder demselben beigemengte Fremdkörper nicht erfaßt, so sind diese Stücke oder Fremdkörper nur während des Stillstandes zu entfernen.

Ein Nachstoßen des Einfüllgutes ist nur mittelst geeigneten Werkzeuges gestattet.

68. Das Hineingreifen in die Zentrifuge mit oder ohne Werkzeug und das Berühren der Trommel mit der Hand während des Ganges ist verboten, und die vorhandenen Schutzvorrichtungen sind gewissenhaft zu benutzen. Das Verteilen der Füllung darf nur bei langsamem Gange der Trommel stattfinden.

Die an dem Geschwindigkeitsmesser markierte, zulässig größte Umdrehungszahl darf nicht überschritten werden.

5. Fahrstühle und Hebezeuge.

A. Fahrstühle.

69. Die an dem Schachtzuge angegebene größte zulässige Belastung des Fahrstuhls darf in keinem Falle überschritten werden.

70. Das Beladen der Fahrstühle hat so zu erfolgen, daß die Last möglichst gleichmäßig über die Förderschale verteilt ist, das Ladegut nirgends über dieselbe hervortritt und nicht herabfallen kann.

Fahrstühle, die ausschließlich zur Förderung von Lasten bestimmt sind, dürfen von Personen nur benutzt werden, soweit es die Untersuchung und Instandhaltung erfordert.

71. Die Bewegung des Fahrstuhls darf erst eingeleitet werden, nachdem der Zugang zu ihm geschlossen worden ist; bei Fahrstühlen, deren Steuerung nur von einer Stelle aus gehandhabt wird, erst dann, wenn eine Verständigung von der Be- und Entladestelle aus über die vorgenommene Abschließung erfolgt ist.

Bei allen Aufzügen, welche durch mehrere Stockwerke gehen, ist die Sperrvorrichtung, welche das Steuerseil oder die Steuerstange in der Ruhelage der Förderschale festhält, zum Feststellen zu benutzen und vor Ingangsetzung auszulösen.

B. Hebezeuge.

72. Die an den Hebezeugen angegebene größte zulässige Belastung darf in keinem Falle überschritten werden.

73. Die zum Befestigen der Last am Hebezeug zu benutzenden Ketten oder Seile sind in zweckentsprechenden Stärken zu wählen und sorgfältig an der Last und am Hebezeug zu befestigen. Sofern die Gefahr einer Beschädigung der Ketten oder Seile durch die Last vorliegt, sind sie durch elastische Zwischenlagen: Strohseile, Holzstücke, Lappen u. dergl. zu schützen.

74. Die Arbeiter haben sich so zu stellen, daß sie von dem beim Niedergange der Last etwa mitlaufenden Kurbeln nicht getroffen werden.

75. Unter freischwebenden Lasten ist jeder Verkehr verboten.

76. Beim Aufwinden der Last muß die Sperrklinke im Sperrrade liegen.

Geschieht das Herablassen der Last mittels Bremse, so ist dieselbe zur Vermeidung von Stößen gleichmäßig zu handhaben.

Die Bremse darf nicht früher gelöst werden, als bis die an den Kurbeln beschäftigten Arbeiter diese losgelassen haben und zur Seite getreten sind.

6. Transport zu Lande.

Fuhrwerke und Karren aller Art, nicht auf Schienen laufend.

77. Die Führer von Fuhrwerk dürfen dasselbe nicht verlassen, ehe Sicherheitsmaßregeln getroffen sind, um das Durchgehen der Zugtiere zu verhindern.

78. Beim Abwärtsfahren ist die Hemmvorrichtung sachgemäß zu benutzen.

79. Wagentritte (Trittstufen) sind dauernd in solchem Zustande zu erhalten, daß bei gehöriger Aufmerksamkeit ein Ausgleiten auf denselben verhütet wird.

80. Der Führer eines Fuhrwerks hat dasselbe auf Fahrten während der Dunkelheit so zu beleuchten, daß die Annäherung des Gefährtes erkennbar ist.

81. Führer von Fuhrwerk dürfen während der Fahrt nicht schlafen.

82. Fuhrwerke, die nicht mit einem sicheren Sitz versehen sind, oder deren Ladung einen sicheren Sitz oder Stand nicht gewährt, dürfen nicht vom Wagen aus geführt werden. Das Sitzen auf der Deichsel oder auf dem Langbaum während der Fahrt ist untersagt.

Es ist verboten, während der Fahrt auf der Langseite des Wagens mit nach außen herabhängenden Beinen zu sitzen.

83. Bissigen Zugtieren ist für die Dauer der Fahrt der Maulkorb anzulegen.

84. Auf- und Absteigen während der Bewegung des Fuhrwerks ist verboten.

Anmerkung. Vgl. dazu die Anmerkung S. 272 zu Nr. 107.

Schmalspur-, Roll-, Hänge-, Seil- und Kettenbahnen.

85. Die Führer des Zuges haben sich vor der Fahrt davon zu überzeugen, daß die Wagen fest gekuppelt sind.

86. Die Führer des Zuges haben die Pflicht, die innerhalb der Gleise verkehrenden Personen durch Zuruf oder durch ein deutliches Signal auf die Annäherung des Zuges rechtzeitig aufmerksam zu machen.

87. Bei Befahren von Kurven, welche nicht von allen Seiten vollständig übersehen werden können, müssen die Führer des Zuges rechtzeitig Warnungssignale geben und langsamer fahren.

88. Das Besteigen oder Verlassen eines Wagens, solange er sich schneller bewegt, als ein Fußgänger gehen kann, ist verboten.

89. Das Gleis der Drehscheiben und Schiebebühnen muß, solange dieselben nicht im Gebrauch sind, in der Richtung des Zufahrtstranges festgestellt sein.

90. Wagen sind für die Dauer eines längeren Stillstandes durch geeignete Vorrichtungen gegen ein unbeabsichtigtes Fortbewegen festzustellen.

Normalspurbahnen.

91. Das Stehenbleiben und Gehen innerhalb der Gleise, sowie das Überschreiten derselben vor einem herannahenden Zuge ist verboten.

92. Das Fortbewegen der Wagen durch Personen darf nur von der Seite oder von hinten geschehen. Das Drücken an Puffern ist verboten.

93. Das Besteigen oder Verlassen eines Wagens, solange er sich schneller bewegt, als ein Fußgänger gehen kann, ist verboten.

94. Das Durchkriechen unter den Wagen ist verboten, selbst wenn sie stehen.

95. Das Gleis der Drehscheiben und Schiebebühnen muß, solange dieselben nicht im Gebrauch sind, in der Richtung des Zufahrtstranges festgestellt werden.

96. Wagen sind für die Dauer eines längeren Stillstandes durch geeignete Vorrichtungen gegen ein unbeabsichtigtes Fortbewegen festzustellen.

97. Bei Befahren von Gefällen ohne Lokomotive müssen die Wagen durch geeignete Mittel gebremst werden.

98. Gleise, wie Schienenstöße, ferner Weichen, Kreuzungen, Drehscheiben, Schiebebühnen mit Anschlüssen daran sind stets gut im Stande zu halten.

III. Ausführungs- und Strafbestimmungen.

1. Für die in Gemäßheit vorstehender Bestimmungen zu treffenden Änderungen wird den Betriebsunternehmern eine Frist von 6 Monaten vom Tage der amtlichen Bekanntmachung durch den Reichsanzeiger gewährt.

2. Wenn es sich herausstellen sollte, daß die Vorschriften in einzelnen Fällen ohne erhebliche Schwierigkeiten und unzuträgliche Kosten nicht ausgeführt werden können, so sollen etwaige Abweichungen auf Antrag des Betriebsunternehmers und nach Anhörung des Beauftragten der Genehmigung des Genossenschaftsvorstandes unterliegen.

3. Genossenschaftsmitglieder, welche den Unfallverhütungsvorschriften zuwiderhandeln, können durch den Genossenschaftsvorstand in eine höhere Gefahrenklasse eingeschätzt, oder, falls sich dieselben bereits in der höchsten Gefahrenklasse befinden, mit Zuschlägen bis zum doppelten Betrage ihrer Beiträge belegt werden (§ 112 Abs 1 Ziff. 1 und § 116 des G.-U.-V.-G.).

4. Versicherte Personen, welche den Unfallverhütungsvorschriften zuwiderhandeln oder welche die angebrachten Schutzvorrichtungen nicht benutzen, mißbrauchen oder beschädigen, können mit einer Geldstrafe bis zu 6 Mk. belegt werden. Die Festsetzung dieser Strafe erfolgt durch den Vorstand der Betriebs-(Fabrik-)Krankenkasse, oder, wenn solche nicht für den Betrieb errichtet ist, durch die Ortspolizeibehörde. Die Strafbeträge fließen in die Krankenkasse, welcher der zu ihrer Zahlung Verpflichtete zur Zeit der Zuwiderhandlung angehört, oder, wenn er keiner Krankenkasse angehört, in die Kasse der Gemeindekrankenversicherung des Beschäftigungsortes (§ 112 Abs. 1 Ziff. 2, §§ 116 und 154 Abs. 1 des G.-U.-V.-G. vom 30. Juni 1900).

C. Die Unfallstation.

Es wurde bereits auf S. 263 hervorgehoben, daß in jeder Fabrik ein von dem Fabrikarzt für gut befundener und dem ganzen Personal bekannter Raum (das Pfortnerzimmer, der Waschraum, eine besondere Station o. a.) stets für die erste Hilfeleistung bei Betriebsunfällen bestimmt sein sollte. Ferner muß immer eine Person (Pfortner, Wächter, Meister, Heilgehilfe) während der ganzen Betriebsdauer in der Fabrik anwesend sein, der Verletzungen zunächst zur Kenntnis zu bringen sind, die ferner mit der von der Berufsgenossenschaft bekannt gegebenen Anweisung von Unfallbehandlungen bis zur Ankunft des Arztes genau

vertraut und fähig ist, angemessene Hilfe zu leisten. Gerade in der Behandlung eines Verunglückten bis zur Ankunft des Arztes kann leicht Schaden angerichtet werden. Am besten ist es, wenn der dafür Bestimmte einen Samariter- oder ähnlichen Kursus durchgemacht hat. Die Adressen und telephonischen Anschlüsse der zuständigen Ärzte und auch die der vorhandenen Unfallstationen, Krankenhäuser und Krankentransportinstitute sind an einem geeigneten Orte — am Telephon oder im Pfortnerraum — anzuschlagen.

Um dem Verunglückten bis zur ärztlichen Behandlung sachgemäße Hilfe ange-deihen zu lassen und um dem eintreffenden Arzt das Hilfsmaterial zur sofortigen Verfügung zu halten, ist es endlich auch notwendig, außer einem bequemen Stuhl, einer Tragbahre und einigen Decken, die notwendigsten Geräte und Medikamente in einer Unfall-Apotheke in guter Beschaffenheit und genügender Menge vorrätig zu halten.

Die Unfall-Apotheke untersteht am besten der Kontrolle des Fabrikarztes, der auch die nötigen Anweisungen über die in Laienhänden sonst leicht Schaden anrichtenden schärferen Medikamente und Verbandmittel angeben sollte,

Die im nachfolgenden Verzeichnis aufgeführten Mittel werden in den meisten Fällen genügen, sofern sie nicht durch weitere zu ergänzen sind, die sich für spezifische Unfälle bestimmter Betriebsarten als besonders brauchbar erwiesen haben.

- Binden. Leinen- und Mullbinden verschiedener Breite.
 - Leinwand. Tücher und Streifen.
 - Verbandwatte. Salizylwatte. Verbandgaze. Jodoformmull. Sublimatmull. Guttaperchapapier. Brandliniment.
 - Schere. Messer. Pinzette. Sicherheitsnadeln. Stecknadeln. Einige emaillierte Becken.
 - Äther. Bleiessig. Bleiwasser (2 Eßlöffel Bleiessig auf 1 l Wasser). Brandliniment. Brechmittel, welches von dem Fabrikarzt verschrieben werden muß. Borsäure. Borvaseline. Borwasser 4%. Essigäther. Fruchtesig. Glaubersalz. Kalkwasser. Kamillentee. Karbolsäure, flüssig. Karbolwasser (15 g Karbolsäure auf 1 l Wasser). Gebrannte Magnesia. Natriumbikarbonat. Natriumkarbonat, rein zum Einnehmen. Pikrinsäurelösung gegen Verbrennungen. Olivenöl. Salmiakgeist. Senfmehl und Senfpapier (in gut schließenden Blechbüchsen aufzubewahren). Stärkungsmittel: Wein, Kognak, Arrak, Rum.
-

Fünfte Abteilung.

Arbeitsmethoden.

In diesem Kapitel sollen die verschiedenen Arbeitsmethoden nicht vom technisch maschinellen Gesichtspunkte aus behandelt werden, da eine Besprechung aller der für diese Sonderzwecke benötigten mannigfachen Arbeitsmaschinen und die Erläuterung ihrer Wirkungsweise weit über den Rahmen des Buches hinausführen würde. Eine kurze Erwähnung der hauptsächlichsten Typen der Arbeitsmaschinen genüge im Anschluß an die Hinweise auf die bei den verschiedenen Arbeitsmethoden allgemein zu berücksichtigenden Momente. Eine ausführliche Besprechung der fabrikatorischen Arbeitsmethoden würde ein Werk für sich bilden¹⁾.

Zerkleinern.

Ein bestimmter Feinheitsgrad ist für die Verarbeitung der Materialien entweder notwendig oder doch erwünscht, wenn die Verarbeitung selbst dadurch günstig beeinflusst wird. Aus diesem Grunde ist beim Einkauf darauf zu sehen, daß die Rohprodukte möglichst gleich im verlangten Zustande geliefert werden, besonders, wenn die sonst dazu nötigen Zerkleinerungsmaschinen nicht zur Verfügung stehen. In dieser günstigen Lage, das Material im erforderlichen Zustande erhalten zu können, wird man sich jedoch nur selten befinden, vielmehr die Zerkleinerung desselben meist selbst besorgen müssen, was überdies ja auch immer dann eintreten wird, wenn es sich um die Zerkleinerung von Zwischen- und Fertigprodukt handelt. Die dafür entstehenden Kosten sind natürlich mit in die Kalkulation hineinzuziehen. Daraus erklärt sich das Bestreben, mit den erforderlichen Maschinen bei geringstem Aufwand eine möglichst hohe Leistung zu erzielen.

Das Vermahlen geschieht entweder im Kleinen mit der Hand oder durch Maschinen, sobald es eben einen beständig wiederkehrenden Teil der Betriebsarbeit bildet.

Das am häufigsten zum Zerkleinern von Hand gebrauchte Instrument ist der Mörser aus Porzellan oder Metall. Infolge falscher Handhabung ist schon mancher Porzellanmörser zerschlagen oder die Zerkleinerung selbst nur ungenügend erreicht und erschwert worden. Man nehme nicht zuviel Material auf einmal in den Mörser, sondern nur eine solche Menge, daß der Boden gut bedeckt ist, halte das Pistill kurz in der Faust und schlage mit kurzen Stößen unter rei-

1) Vergleiche u. a. die Spezialwerke von Hausbrand, Naske, Bühler, Greiner, Wichelhaus u. a., F. Ullmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie, sowie R. Kaesbohrer, Technische Fragen für Betriebschemiker, Chem. Ztg. 1918, 2, 26, 42, 55, 68, 309, 461, 573; 1919, 221.

bender Bewegung zu sich hin gegen den Mörserboden. Das Pistill darf nicht schleudern und der Kopf nicht gegen die Mörserwand schlagen. Bei richtiger Handhabung wird von dem Material nichts herausgeworfen werden. Zur größeren Sicherheit kann der Mörser auch mit einem Tuche zugebunden werden, das in der Mitte für die Bewegung des Pistills ein Loch hat.

Die für den Betrieb bestimmten größeren Porzellanmörser bettet man am besten sogleich in Zement, indem man den Zementbrei in ein Gefäß aus Blech von geeigneter Form und Größe hineingießt, den Mörser in den Zement hineindrückt und ihn dann bis zum vollständigen Erhärten des letzteren unberührt stehen läßt.

Gelegentlich füllt man auch das zu zerkleinernde Material in einen Sack, legt ihn zugebunden und möglichst flach zwischen zwei Bretter oder auf ebenen Boden und bewirkt die Zerkleinerung mit einem Hammer oder einem anderen geeigneten Gegenstande.

Der Bau und die Arbeitsweise der Zerkleinerungsmaschinen hängt im wesentlichen von der Natur und der Größe des zu verarbeitenden Materials, dem verlangten Feinheitsgrade und der zu leistenden Menge ab.

Da es unmöglich ist, in jedem Falle von Hause aus zu wissen, welche Maschinen für einen bestimmten Zweck am geeignetsten sind, schickt man am besten eine Probe von dem in Frage kommenden Material mit der Angabe des verlangten Feinheitsgrades und der in einer bestimmten Zeit benötigten Menge an die in Betracht zu ziehende Maschinenfabrik, die sich gern mit diesen Zerkleinerungsversuchen befaßt und die dann auf Grund der erhaltenen Resultate die richtigste Offerte machen kann. Bei der Prüfung dieser letzteren erwäge man außer dem Preise den Kraftverbrauch und die Amortisierung; man berücksichtige auch, ob die der Abnutzung oder der Gefährdung hauptsächlich ausgesetzten Teile in der Fabrik selbst oder nur von der Spezialfirma ausgebessert und ersetzt werden können. Dieser letzte Umstand ist deshalb von Bedeutung, weil die für solche nie ausbleibenden Reparaturen erforderliche Zeit für die Benutzung der Maschine verloren ist und weil derartige Störungen fast immer dann auftreten, wenn die Arbeit am meisten drängt oder jede Stunde kostbar ist.

Für den Antrieb aller Zerkleinerungsmaschinen ist zu empfehlen, soweit es bei ihrer Konstruktion möglich ist, von Zeit zu Zeit die Umdrehungsrichtung durch Verschränkung der Antriebsriemen zu ändern, um eine nur einseitige Abnutzung der Maschine zu verhüten und so ihre Betriebsdauer zu verlängern.

Der Antrieb sollte immer nur durch Elektromotoren oder durch Riemen geschehen, die im schlimmsten Falle, wenn die Umdrehung durch Fremdkörper, wie Nägel, Steine usw., plötzlich aufhört auf den Scheiben schleifen. Bei Zahnrad- oder Kettenantrieb entstehen in solchen Fällen nur zu leicht Brüche.

Man kann die Zerkleinerungsmaschinen nach dem geleisteten Feinheitsgrad ihres Gutes in drei Gruppen teilen.

a) **Schottermaschinen.** Das sind Steinbrecher, die zum Vorzerkleinern, zur Herstellung von Schotter dienen. Schotter sind zerschlagene, nuß- bis faustgroße Bruchstücke von Zement, Schamotte, Erz, Kalkstein, Kiesen, Kohle, Koks, Knochen, Quarz, Salzen u. dergl. Je nach den speziellen Verwendungszwecken, für die sie gebaut sind, heißen sie auch Steinbrecher, Knochenbrecher und Koksbrecher.

b) **Schrotmaschinen** liefern erbsen- bis haselnußgroßes Gut mit griesbigem Mehl vermischt. Sie werden entweder zur Verarbeitung von hartem und weichem oder nur weichem Material gebaut. Dem ersteren Zwecke, also für hartes und weiches Material, dienen die Walzwerke, die Kollergänge, die Schraubenmühlen und die Pochwerke. Zur Herstellung von Schrot aus weichem und mittelhartem Material werden die Glockenmühlen und die Exzelsiormühlen verwendet.

Bei den Walzmühlen bewegt die von einem Vorgelege aus angetriebene feste Walze eine zweite elastisch gelagerte, zwischen denen beiden das Material zerdrückt wird. Sie werden meist durch mit Rüttelwerken verbundene Aufgabeeapparate beschickt und können durch ein System übereinander gelegter Walzen jeden gewünschten Feinheitsgrad liefern.

Ein Walzwerk von 1000 kg stündlicher Leistung und 700 kg Gewicht kostete vor 1914 an 500–600 M. und verbraucht gegen 2 PS.

Die Kollergänge bestehen aus einer tellerförmigen Bodenplatte, auf der zwei Walzen, die Kollersteine, um eine senkrechte Achse, die Königswelle rotieren. Sie wirken durch ihr eigenes Gewicht, auf dem Material kreisend, gleichzeitig zerdrückend und zerreibend und können daher das feinste Mehl liefern. Der Antrieb der Kollersteine geschieht von unten bzw. von oben oder aber die Bodenplatte führt die kreisende Bewegung aus.

Ein Kollergang für eine stündliche Leistung von rund 50 kg hat einen Kraftverbrauch von etwa 1,5 PS.

Die Schraubenmühlen liefern ein haselnuß- bis bohngroßes Produkt und bestehen im wesentlichen aus einer in einem Kasten rotierenden Brechschnecke aus Hartguß. Der Boden des Kastens besteht aus einem von außen verstellbaren Rost aus Stahlgußstäben, durch dessen Zwischenräume das gequetschte Gut hindurchfällt. Sie sind besonders geeignet für weniger harte Stoffe, wie Soda, Gips, Sulfat usw. Eine 3 (6) PS. verbrauchende Mühle leistet stündlich rund 200 (5000) kg.

Die Pochwerke bilden ein System nebeneinander gestellter Stempel, die durch Hebdaumen abwechselnd gehoben werden und beim Niederfallen das in einem bzw. in mehreren Mörsern oder sonstigen Gefäßen befindliche Material zerstampfen. Sie verursachen starkes Geräusch und werden deshalb in gewissen Fällen durch geräuschschwächere Zerkleinerungsmaschinen ersetzt.

Die Glockenmühlen bestehen aus einem hohlzylindrischen geriffelten Rumpf und einem darin rotierenden, auch geriffelten und für

die gewünschte Feinheit einstellbaren Konus. Der untere Durchmesser des Konus ist nicht viel kleiner, als der des Rumpfes, während die oberen Durchmesser beider Teile beträchtlich differieren, so daß das Material in dem Maße, als es zerkleinert wird, immer tiefer fällt und schließlich die Mühle im untersten Teile verläßt. Der Antrieb kann von unten oder oben geschehen.

Die Exzelsiormühle ist eine Scheibermühle, deren arbeitender, mahlender Teil aus zwei ringförmigen vertikalen Scheiben besteht, auf deren sich gegenseitig zugeneigten Flächen in konzentrischen Kreisen angeordnete Zähne derart stehen, daß die Zähne der einen Scheibe in den von diesen Zahnkreisen gebildeten Furchen der anderen rotieren. Das Material nimmt an der Umdrehung der einen beweglichen Scheibe teil, wird infolge der Zentrifugalkraft durch die beiden Scheibenringe hindurch nach außen geschleudert und auf diesem Wege von den Zähnen zermahlen.

Die Exzelsiormühlen werden für stündliche Leistungen von 10 bis 1000 kg und darüber als Handmühlen sowie für Riemenbetrieb gebaut.

Die Schleudermühlen oder Desintegratoren bestehen aus zwei mit mehreren konzentrischen Reihen von Stahlstäben versehenen Trommeln, den Stiftenkörben, die so ineinander geschoben sind, daß sich die Stiftkreise des einen Korbes in den ringförmigen Zwischenräumen des anderen, der in entgegengesetzter Richtung kreist, bewegen. Das Mahlgut wird in die Mitte gebracht, durch die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert und dabei durch die rotierenden Stifte zermahlen.

Die Desintegratoren eignen sich für das verschiedenartigste Material. Sie sind hinsichtlich der Menge sehr leistungsfähig und liefern ein mittelfeines Pulver.

Dismembratoren heißen sie, wenn nur die Schlagstiftscheibe rotiert und die Gegenscheibe feststeht.

In den Desaggregatoren (Schlagkreuzmühlen) läuft ein Schlagkreuz mit großer Geschwindigkeit in einem zylindrischen Gehäuse. Sie dienen zur Zerkleinerung von mehr zähen, als harten Stoffen, wie Asphalt, Düngerkalk, Rinden.

c) **Mehlmühlen.** Von diesen sind die Kugelmühlen die verbreitetsten. Im Prinzip bestehen sie aus einer Trommel, in der eine Anzahl verschieden großer Kugeln oder Zylinder kreist oder aus einer kreisenden Trommel, in der diese Kugeln eine fallende Bewegung ausführen und dabei das Material zerschlagen. Bei kreisenden Kugeln kann die Zentrifugalkraft als Druckkraft der Kugeln auf das Material ausgenutzt werden. Sind die Trommeln mit Siebböden versehen, dann kann das Zerkleinern bis zur größten Feinheit und aus dem größten Material in einem Prozeß geschehen. Sie sind für Trocken- und Naßmahlen gleich brauchbar und mehr für eine große Feinheit des Erzeugnisses als für eine hohe Leistung bestimmt.

Endlich sind die „Mahlgänge“ genannten gewöhnlichen Mahlmühlen mit horizontal liegenden Mahlsteinen von 0,8—1,5 m Durch-

messer zu erwähnen, die durch Einstellung der „Läufer“ genannten Steine jede Korngröße liefern können. Als Material der Mühlsteine dient Sandstein, Basalt, Granit und Quarz.

Sieben.

Zur Trennung körniger oder pulveriger Materialien oder zum Durchsiehen von Flüssigkeiten dienen die Siebe. Sie bestehen je nach ihrer Feinheit aus Geweben, Geflechten oder durchlochtem Blechen. Die gewebten Siebe können aus Seidengaze, Roßhaaren, Holz, Rohr und Drahtgewebe angefertigt sein. Je nach der Natur der abzusiebenden Produkte sowie nach der Beanspruchung ist das Siebmaterial verschieden [Holz-, Haar-, Eisen-, Messingsiebe]. Zur Erzielung eines einheitlichen Sichtgutes empfiehlt es sich, einen Normalsiebsatz zu halten, dessen Siebnummern mit denjenigen der Betriebssiebe übereinstimmen. Diese richten sich entweder nach der Maschenweite oder nach der Zahl der auf 1 qcm gehenden Öffnungen, so daß die Feinheit des Sichtgutes kurz mit der Nummer des erforderlichen Siebes bezeichnet wird.

Die recht häufig verwendeten Handsiebe bestehen aus einem Spannholzreifen von 35–45 cm Durchmesser, in dem das Siebgewebe eingespannt ist. Das Sieb wird in den genau eingepaßten Siebboden, die Untertrommel, gesteckt, der gleichfalls aus einem meist mit Leder überspannten Reifen von Spanholz besteht. Ein ebenso gebildeter Deckel, die Obertrommel, wird, wenn nötig, noch auf das Sieb aufgesetzt, um ein Verstäuben oder eine Belästigung durch Staub und Geruch zu verhindern. In gegebenen Fällen werden für eine Operation verschieden weite Siebe verwendet, um mit einer Arbeit gleich mehrere Pulversorten zu erhalten. Das beschickte, mit Boden und Deckel versehene Sieb wird entweder mit beiden Händen gehalten und durch kleine abwechselnde Stöße hin und her gerüttelt oder offen auf einen sauberen Tisch gestellt und das betreffende Material dann mit einer Bürste durchgerieben. Auch wird das Handsieb als viereckiger Kasten gebaut, der auf einem Lattengestell über dem das Sichtgut aufnehmenden Gefäße hin und her geschoben wird.

Wird ein Sieb für verschiedene Zwecke verwendet, dann muß es natürlich nach jedem Gebrauch gut gereinigt, wenn nötig, gewaschen und getrocknet werden, um die nachfolgenden Pulver nicht durch Reste von früher Gesiebttem zu verunreinigen. Längere Zeit nicht benutzte Siebe reinigen sich am besten durch das zu siebende Material selbst, von dem dann das zuerst durchgesiebte wieder in den Betrieb zurückgenommen wird. Die Vorsichtsmaßregel, das zuerst Durchgesiebte gesondert zu behalten, empfiehlt sich für alle Fälle. Durch Beschädigung oder Abnutzung entstandene Löcher in den Sieben dürfen nicht vernachlässigt werden, sondern sind sofort auszubessern oder ganz zu verschließen.

Die für den größeren Betrieb verwendeten Sieb- oder Sichtmaschinen werden als Plan- oder als rotierende Trommelsiebe gebaut.

Die Plansiebe sind viereckige oder runde Kästen, deren Ausstattung im ganzen den Handsieben ähnelt und die mit selbsttätiger Materialzu- und -abführung ausgerüstet sind. Die rüttelnde Bewegung wird ihnen durch ein Kurbel- oder Daumenrädchen erteilt.

Die Trommelsiebe haben zylindrische, etwas geneigt liegende Form mit meist auswechselbarem Siebrahmen. Sie arbeiten periodisch und kontinuierlich. Durch die rotierende Bewegung der Trommel wird das Siebgut bis zu einer gewissen Höhe mitgenommen, um alsbald wieder herunter zu fallen und so beständig über den Boden hingewälzt zu werden. Zur Vermeidung von Staubbildung und Verlusten ist die ganze Siebmaschine in einen Kasten eingeschlossen.

Eine weitere Art der Siebmaschinen sind die widerstandsfähigen Schurrsiebe, die zum Sieben von scharfen und schweren Materialien gebraucht werden. Sie bilden ein längliches, mit Drahtgewebe bespanntes Viereck, das verschieden schräg gestellt werden kann. Mit wachsendem Neigungswinkel, also mit steilerer Stellung, erhöht sich, wie leicht einzusehen, die Feinheit des Siebgutes. Der Gebrauch der Schurrsiebe ist von ihrer Verwendung auf Chausseen und Bauplätzen zum Sieben der Steine und des Sandes her bekannt.

Mischen.

Das Mischen ist für den von der Gleichmäßigkeit des Mischproduktes abhängigen weiteren Arbeitsprozeß ebenso wichtig, wie für die Beschaffenheit und das gute Aussehen des gemischten Fertigproduktes. Die Reaktionen zwischen ungenügend gemischten Körpern verlaufen oft nicht quantitativ und verringern somit die Ausbeuten. Die Analysen der aus ungenügend gemischten Materialien genommenen Proben können keine Gewähr für die Güte bieten.

Die Brauchbarkeit des Mischproduktes hängt nun ihrerseits von den dazu verwendeten Mischvorrichtungen ab, an die daher hohe Anforderungen gestellt werden. Sie weisen konstruktiv große Mannigfaltigkeit auf, je nachdem feste, flüssige und gasförmige Körper unter sich oder untereinander gemischt werden sollen.

Ein gelegentliches Mischen fester Körper von Hand geschieht am einfachsten in der Weise, daß man sie auf einen Haufen schüttet, diesen wiederholt ausbreitet und von neuem zusammenschaufelt, bis die Mischung augenfällig ist. Diese Methode ist kein betriebsmäßiges Verfahren; sie muß außerdem, wenn sie mit gesundheitsschädlicher Staubentwicklung verbunden ist, mit einer Schutzmaske durchgeführt oder durch mechanische Mischung in verschlossenen Apparaten ersetzt werden.

Die Mischmaschinen für feste Körper, zu denen auch die schon erwähnten Kollergänge, Desintegratoren und Mühlen gezählt werden können, arbeiten periodisch oder kontinuierlich. Konstruktiv zerfallen sie in den eigentlichen Mischungsmechanismus und den Füllapparat. Die Mischvorrichtung ist im allgemeinen eine horizontal oder etwas geneigt liegende Trommel oder ein Trog, in dem eine oder mehrere

Walzen rotieren, deren Schaufeln, Flügel oder Tatzen in der mannigfaltigsten Weise ausgebildet sind, um eben den verschiedenartigen Anforderungen gerecht zu werden. Der einfachste, aber auch am wenigsten vollkommene Apparat ist die Misch- oder Polterschnecke, bei der die Flügel der rotierenden Walze einen fortlaufenden Schraubengang bilden. Das Mischgut wird durcheinander gearbeitet und, nach dem offenen Ende der Trommel hinbefördert.

Bei anderen Konstruktionen rotiert der Mantel, der bisweilen auch geheizt oder gekühlt werden kann, oder beide, Mantel und Walze, drehen sich in entgegengesetzter Richtung.

Der Füllapparat macht die genaue Mischung von der Verlässlichkeit des Arbeiters unabhängig, indem er die Materialien automatisch dosiert und einschüttet. Er läßt sich auch derart einstellen, daß das Mischungsverhältnis geheim gehalten werden kann.

Zum Mischen von Flüssigkeiten können die Mischapparate für feste Körper benutzt werden, vorausgesetzt, daß sie dicht genug schließen. Im allgemeinen werden Flüssigkeiten jedoch durch Rührer und Rührgebläse in Apparaten gemischt, die nicht allein Mischapparate, sondern zugleich auch Reaktions-, Sammel- und Dekantiergefaß darstellen. Das Einbringen der verschieden schweren Flüssigkeiten in diese Apparate geschieht, wenn die Reaktionsbedingungen nicht eine andere Reihenfolge vorschreiben, vorteilhaft derartig, daß die spezifisch am schwersten zuletzt zugegeben werden, um sich so beim Hindurchfallen durch die schon in Bewegung befindlichen leichteren mit diesen zu mischen. Müssen hingegen die leichten Flüssigkeiten zuletzt eingefüllt werden, dann geschieht es in geeigneter Weise durch ein bis auf den Boden des Gefäßes reichendes Rohr, damit sie sich beim Aufsteigen mit den schwereren Flüssigkeiten vermischen können.

Zur Erzielung einer vollkommenen Mischung in stehenden Behältern dienen die Rührer, deren schräggestellte Schaufeln die Flüssigkeit entweder nach oben oder nach unten zu drücken bestrebt sind, je nach Stellung und Bewegungsrichtung. Bei Verwendung eines Rührgebläses — mit Hilfe von Dampf, Luft, Kohlensäure und sonstigen Gasen betrieben — tritt das Gas am Boden des Gefäßes durch ein Rohr aus einer Anzahl von Öffnungen ein. Diese sind so angeordnet, daß das Gas horizontal und bei stehenden zylindrischen Gefäßen zugleich tangential in die Flüssigkeit gelangt, um während seines Aufstiegs einen möglichst langen Weg durch dieselbe zurückzulegen. Das Gas muß mit einer gewissen Energie eingeblassen werden, da im anderen Falle die Gasblasen gemächlich in die Höhe steigen, ohne die Flüssigkeit nennenswert zu bewegen. Daß die Mischgefäße je nach Bedürfnis mit Heiz- oder Kühlmänteln und -schlangen zu versehen sind, versteht sich von selbst. Zur Erzielung einer sehr schnellen und großen Temperaturveränderung der Mischungen ist die heizende oder kühlende Oberfläche entsprechend groß zu bauen.

Die an den Mischgefäßen angebrachten Wasserstandsgläser können hinsichtlich der Anzeige des Niveaus trügen, indem sie sich mit der zuerst in das Gefäß fließenden Flüssigkeit allein füllen und eine von

der spezifisch leichteren oder schwereren Mischung im Gefäß verschieden hohe Flüssigkeitssäule zeigen. Zur Vermeidung eines solchen Irrtums entleert man nach vollendeter Mischung das Wasserstandsrohr durch Ablassen oder Hineinblasen, damit es sich mit der einheitlichen Mischung füllen kann. Die gleiche Erscheinung tritt bei Flüssigkeiten auf, die schwerere Teile ausscheiden und in das Wasserstandsglas drücken können. Aus solchen Irrtümern herrührende falsche Bestandsaufnahmen oder Kalkulationen und ein Überfließen von Gefäßinhalten und damit verbundene Materialverluste usw. gehören nicht zu den Unmöglichkeiten.

Beim Mischen mit Dampf, d. h. beim Erhitzen der Flüssigkeiten mit direktem Dampf, ist die durch den kondensierten Dampf bedingte Zunahme an Masse zu berücksichtigen. Diese Zunahme kann aus der Temperatur des Dampfes und der beabsichtigten Temperaturerhöhung nach dem früher Gesagten annähernd berechnet werden. Es gebrauchen z. B. 200 kg Wasser von 25° zur Erwärmung auf 95° C $\frac{200 \cdot (95 - 25)}{606,5 + 0,305 \cdot 150} = \sim 22$ kg Dampf von 150°.

Um feste Körper mit Flüssigkeiten zu gleichmäßigem homogenen Brei zu verreiben, setzt man dem genügend fein zerriebenen Material zu Anfang nur so wenig Flüssigkeit zu, wie eben zur Bildung eines steifen Breies gehört. Zu diesem fügt man dann unter sorgfältigem Verreiben nach und nach die übrige Flüssigkeit, so daß die Mischung immer homogen ist und keine festen Klumpen zurückbleiben. Solche lassen sich in der schließlichen Verdünnung nur sehr schwer beseitigen, wenn man nicht durch ein geeignetes Sieb seihen will.

Bei dem Schlammverfahren wird zur Trennung der feinsten Teilchen vom schweren Pulver ein Strom fließenden Wassers benutzt, der am Boden des mit dem Schlammmaterial beschickten Gefäßes eintritt und unter mäßiger Bewegung des Materials die feinsten und leichtesten Teilchen mitführt, die sich dann in einem zweiten Gefäße absetzen. Auf dem Boden des Schlammgefäßes schleifende Ketten machen den Prozeß kontinuierlich. Jede Unregelmäßigkeit in der Bewegung oder in der Wasserzufuhr hat aber eine Änderung in der Feinheit des Schlammproduktes zur Folge.

Das Mischen von Flüssigkeiten mit Gasen kann zur Sättigung der ersteren oder zum Waschen bzw. Kühlen oder Erhitzen der letzteren erfolgen. Die Beförderung der Gase durch die Flüssigkeiten wird z. B. durch Drücken oder Saugen bewerkstelligt. Prinzipiell ist beides insofern verschieden, weil drückende Gasleitungsanlagen beim Undichtwerden der Leitung das Gas in den Arbeitsraum eintreten lassen, während saugende Leitungen in diesem Falle dem Gase Luft beimischen. Aus den besonderen Umständen wird sich ergeben, welchem von beiden Beförderungsmitteln der Vorzug zu geben ist. Die Sättigung von Flüssigkeiten mit Gasen geschehe bei der dafür ermittelten günstigsten Temperatur und so, daß das Gas einen möglichst langen Weg — vielleicht durch Hinterschalten mehrerer in ge-

eigneter Weise miteinander verbundener Gefäße oder durch Siebböden, Prallflächen, Füllkörper usw. — durch die Flüssigkeiten nehmen muß. Wird die Flüssigkeit beim Sättigen mit dem Gase leichter, so muß letzteres bis auf den Boden des Gefäßes geleitet werden.

Das Waschen der Gase geschieht entweder dadurch, daß letztere durch die waschende Flüssigkeit hindurchgedrückt werden, oder aber, — was betriebsmäßig rationeller ist —, indem sie nach dem Prinzip des Gegenstromes mit der Waschflüssigkeit in Berührung gebracht werden. Zu dem Ende strömt das Gas durch zylindrische, nicht breite, aber um so höhere Gefäße, von unten nach oben steigend, während von obenher die Flüssigkeit als feiner Regen niederfällt. Ist das Gefäß mit Koks, Raschigringen oder anderem geeigneten Material beschickt, so rieselt die Flüssigkeit auf dieses nieder und sättigt sich auf dem langen Wege infolge der großen Oberfläche rasch mit dem Gase.

In manchen Fabrikationszweigen — Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure — spielen die Reaktionsstürme, in denen Flüssigkeiten mit Gasen gemischt und in Reaktion miteinander gebracht werden, eine wichtige Rolle. Sie sind konstruktiv hinsichtlich Form und Gestalt. Art der Zuführung des Gases sowie der Flüssigkeit und in der Füllmasse verschieden. Die zur Füllung verwendeten natürlichen Stoffe sind hauptsächlich Koks und Bimsstein wegen ihrer rauhen Oberfläche und des leichten Füllgewichtes. Flint-, Ziegel-, Granit- und andere Steine werden auch dazu gebraucht, sind aber nicht so geeignet, da sie zu glatte, ebene Oberflächen und ein sehr großes Gewicht haben. In dem Bestreben, die natürlichen Füllstoffe durch vollkommeneren, künstliche zu ersetzen, welche den jeweiligen Reaktionsbedingungen besser entsprechen, sind eine Reihe künstlicher Füllkörper hergestellt worden in Form von Platten, Schalen, Kegeln, Kugeln, Ringen usw. Welche Form nun auch in den einzelnen Fällen die geeignetste sein mag, eine möglichst große berieselte Oberfläche, ein recht langer Zickzackweg der Gase und ein nicht zu schweres Gewicht der Füllkörper bleiben immer Haupterfordernisse.

In den Kaskadentürmen fällt die Flüssigkeit von einem Teller auf den nächst tieferen, während das aufsteigende Gas die herabfallende Flüssigkeit durchströmen und mit ihr in innige Berührung kommen muß.

Eine in der Leuchtgasfabrikation übliche Waschmethode dürfte sich auch gelegentlich empfehlen. Bündel von Holzstäben mit möglichst großer Oberfläche tauchen abwechselnd in Wasser und werden dann von Gasen durchströmt. Ein zylindrisches, horizontal liegendes Gefäß wird von solchem nach Art der Straßenwalze gebauten rotierenden Bürstenkörper vollkommen ausgefüllt. Es ist ungefähr bis zur Hälfte mit Wasser beschickt, so daß das Gas durch die feuchten Ruten streichen muß, während diese bei entsprechender Umdrehung der Walze beständig das Waschwasser austauschen.

Das Mischen von Gasen in kleinerem Maßstabe verlangt zunächst die Berücksichtigung ihrer spezifischen Gewichte und der Tempera-

turen. Im Großbetriebe müssen stets die aus dem eingehenden Studium der Prozesse sich ergebenden Spezialkonstruktionen in der Apparatur zur Anwendung kommen.

Lösen, Auslaugen und Extrahieren.

Von diesen sehr häufig auszuführenden Betriebsarbeiten wird verlangt, daß sie mit möglicher Schnelligkeit und dabei doch quantitativ verlaufen. Nach diesen Gesichtspunkten sind auch die dafür benutzten Apparate gebaut.

Geschehen die Arbeiten in mit Rührwerk versehenen Gefäßen, dann berücksichtige man den Umstand, daß die Rührvorrichtung durch zu reichlich auf einmal zugegebenes festes Material aufgehalten, verbogen und zerbrochen werden kann. Um einen bestimmten Verdünnungsgrad innezuhalten, muß das durch Erhitzen oder Kochen verdampfte Wasser wieder ersetzt werden. Die zum Rühren verwendeten Spatel, Krücken oder Schaufeln sind aus einem für den jeweiligen Zweck geeigneten Material zu wählen. Es ist hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und der Indifferenz gegen die Lösung durchaus nicht einerlei, welches Material (Holz usw.) dazu verwandt wird. Auch auf die Form dieser Hilfsgeräte kommt es an. Sind sie zu breit, so ermüdet ihre Handhabung zu schnell, sind sie zu schmal, so ist ihre Wirkung im Vergleich zur aufgewandten Arbeit gering. Die Länge ist auch nicht nebensächlich. Sie muß so ausprobiert werden, daß in den Händen des Arbeiters die günstigste Hebelwirkung zustande kommt.

Das Lösen wird bisweilen ohne durch Hand oder Maschinen erzeugte Bewegung auszuführen sein. In diesen Fällen ist es unzweckmäßig, die festen zu lösenden Materialien auf den Boden der mit dem Lösungsmittel gefüllten Gefäße zu bringen, da so die sich bildende konzentrierte schwere Lösung die noch festen Teile bald überschichtet und das weitere Lösen oder Auslaugen verlangsamt; werden sie dagegen in den oberen Teil des Lösungsbottichs eingehängt — vielleicht in Weidenkörben oder einem anderen geeigneten durchlöcherten Gefäß —, so sinkt die sich bildende schwerere Lauge beständig zu Boden, während das zu lösende Material bis zum letzten Rest in dem dünnsten Lösungsmittel verbleibt.

Für das Auslaugen und Extrahieren gibt es eine Reihe von Spezialapparaten, die den verschiedenartigsten Ansprüchen gerecht werden. Sie sind für periodischen oder kontinuierlichen Betrieb und mit oder ohne Reihenschaltung der Einzelgefäße gedacht. Für die Anschaffung dieser Apparate gilt dasselbe, was von den Zerkleinerungsapparaten gesagt wurde: man mache der liefernden Firma ganz genaue Angaben über die Natur der Materialien und deren Verarbeitungsart, womöglich unter Einsendung einer Probe und lasse sich durch Belege garantierte Offerten einsenden.

Ausschütteln.

Durch das Ausschütteln wird ein in Lösung befindlicher Körper mittels eines anderen mit dem ersten nicht mischbaren Lösungsmittels extrahiert. Man bezweckt mit dieser Art von Extraktion in erster Linie eine Reinigung, also eine Trennung des Körpers von Verunreinigungen, die eben in der ausschüttelnden Flüssigkeit nicht oder viel weniger löslich sind. Die hauptsächlichsten Ausschüttelungsmittel sind Wasser, Äther, Chloroform, Amylalkohol, Benzin, Benzol.

Von der Ausschüttelungsapparatur wird verlangt, daß die Extraktion mit einem relativ kleinen Quantum des Extraktionsmittels und in angemessener Zeit vonstatten geht. In konstruktiver Hinsicht können sie als liegende oder stehende, selten als schräggestellte Rührwerke — denn es sind im Grunde Rührwerke — ausgebildet sein; dementsprechend arbeiten sie periodisch oder kontinuierlich.

Die liegenden Rührwerke haben den Vorteil, daß sie in kräftigem Rühren die beiden Flüssigkeiten sehr innig durcheinander schütteln und die extrahierende Flüssigkeit hochprozentig anreichern. Dem steht als Nachteil (außer den für die liegenden Rührwerke bereits angegebenen Eigenschaften) gegenüber, daß sie während der zur Trennung der beiden Schichten erforderlichen Ruhezeit außer Betrieb bleiben müssen, und daß ferner die Trennung von zu Emulsionierung neigenden Flüssigkeiten in ihnen sehr langsam vor sich geht, ja, daß in manchen Fällen durch diese Art der Durchmischung eine betriebsmäßige Ausschüttelung überhaupt nicht zu erreichen ist.

Bei den stehenden Ausschüttelungsrührwerken wird die auszuschüttelnde Lauge durch die für die jeweiligen Fälle entsprechend gebauten Rührer in gleichmäßig kreisende Bewegung versetzt und währenddessen die spezifisch leichtere extrahierende Flüssigkeit von unten nach oben hindurchgedrückt. Diese nimmt an der kreisenden Bewegung teil und steigt in Spiralen in der auszuschüttelnden Flüssigkeit empor, sich dabei mit dem zu extrahierenden Stoffe beladend. Eine Emulsionsbildung ist auf diese Weise ausgeschlossen. In Anbetracht der Möglichkeit, daß eine durch Auftrieb der unteren Flüssigkeit hervorgerufene Volumenzunahme den kontinuierlichen Betrieb stören könnte, sind die Gefäße angemessen hoch zu bauen und Ablaufstutzen für die extrahierende Flüssigkeit in verschiedenen Höhen anzubringen. Um nun die Anreicherung zu steigern, werden die den Einzelleistungen entsprechend bemessenen Zylinder terrassenförmig so hintereinander gestellt, daß die aus dem höchsten Gefäße abfließende extrahierende Flüssigkeit durch ihren eignen Druck den nächst niedrigeren Zylinder durchströmt usw., um aus dem letzten gesättigt auszutreten. Mit solchen Apparaten können selbst stark zu Emulsionierung neigende Flüssigkeiten ohne Unterbrechung ausgeschüttelt werden.

Der extrahierte Rückstand enthält meist einen Teil der ausschüttelnden Flüssigkeit gelöst, die gewöhnlich durch Destillation wieder zu gewinnen ist.

Eindampfen.

Das Eindampfen, Einengen, geschieht, wie der Name sagt, durch Verdampfung des Lösungsmittels und erfordert Wärme, also Heizmaterial.

Das Verfahren des Eindampfens wird demnach wirtschaftlich durch das Quantum Kohle bemessen, das zum Verdampfen von 1 kg Wasser oder anderen Lösungsmitteln verbraucht wird; der Schwerpunkt der fast unzähligen Konstruktionen von Eindampfapparaten liegt immer in der rationellen Heizmethode, die den verschiedenen Zwecken entsprechend natürlich ebenso verschiedenartig ausgebildet ist.

Ist das Eindampfen mit der Entwicklung schädlicher oder belästigender Dämpfe verbunden, so ist es entweder in geschlossenen und mit dem Abzugskanal verbundenen Apparaten oder in offenen Schalen in einem gut wirkenden Abzuge vorzunehmen. Zur Erzeugung eines guten Zuges und einer flotten Ableitung der Dämpfe müssen die geschlossenen Einkochapparate eine im Deckel an der entgegengesetzten Seite des Ableitungsrohres befindliche Öffnung erhalten, deren Querschnitt aber nicht größer sein darf, als der des Abzuges. Wenn diese Öffnung für den Lufteintritt fehlt, wird der Zug und der Abzug der Dämpfe ebenso verhindert, wie derjenige der heißen Luft aus einem dicht geschlossenen Ofen in den Schornstein hinein.

Bei dieser Gelegenheit sei der Bau der Abzugsvorrichtungen mit einigen Worten gestreift, da ihre Ausführung bisweilen gegen die elementarsten Regeln verstößt. Die meisten auf natürlicher Zugluft beruhenden Abzugsanlagen sind betriebsunzuverlässig. Witterung und Windverhältnisse können ihre Wirkung bis zum entgegengesetzten Resultat beeinflussen. So saugen selbst die hohen Essen der Dampfkesselanlagen, in welche die Abzugskanäle aus den Betrieben gern geleitet werden, nur so lange energisch, wie sie warm bleiben. Um ähnliche Verhältnisse, d. h. um heiße aufströmende Luft als saugende Kraft zu schaffen, läßt man in sonstigen Abzugskanälen zur Erzeugung eines künstlichen Luftstromes an geeigneter Stelle eine Flamme brennen, allerdings in der Voraussetzung, daß dadurch keine Entzündungsgefahr für die abziehenden Gase und Dämpfe auftritt. Auch durch Wasser- und noch besser durch Dampfstrahlgebläse lassen sich lebhaftere Luftströme erzeugen. Außer der saugenden Wirkung gewähren dieselben den weiteren Vorteil, daß die Gase gleichzeitig meist von dem Wasser absorbiert und mit ihm abgeführt werden. Deshalb sind sie namentlich für solche Fälle sehr geeignet, in welchen die Vermischung der Gase mit der atmosphärischen Luft verhindert werden muß. Mechanische Saugvorrichtungen sind recht wirksam, aber für die Praxis nur in gewissen Fällen geeignet, weil die zu beseitigenden Dämpfe und Gase meist sauer reagieren und den Mechanismus in kurzer Zeit verderben. Es gibt solche Ventilatoren auch aus Ton, die aber leicht zerbrechlich und schwer sind. Wenn sich solche Apparate nicht umgehen lassen, dann sind jedenfalls die konstruktiv ein-

fachsten als die billigsten am Platze, soweit nicht ganz bestimmte Formen und Bauarten für den gegebenen Fall verwendet werden müssen. Sonst empfiehlt sich die Verwendung säurefester Metallegierungen.

Jeder Abzugsraum sollte außer der am besten trichterförmig aus der Bedachung heraustretenden Abzugsleitung noch eine zweite in Höhe der Arbeitsplatte austretende und von der ersten unabhängige besitzen, um auch die schweren Dämpfe schnell zu beseitigen. Der Abzugsraum selbst bleibt zur Verstärkung des Zuges bis auf die zur Bedienung gerade notwendige Öffnung geschlossen. Zur Erhöhung des Schutzes für jenen Raum, in dem sich der Abzug befindet, kann letzterer noch mit einem, Fenster und Tür tragenden, kammerähnlichem Verschlage umgeben werden.

Mit zunehmender Länge der Saugleitung muß ihr Querschnitt größer werden, um die geschwindigkeitsverzögernde Reibung wieder auszugleichen, die natürlich nicht durch rauhe Oberflächen unnötig erhöht werden darf. Außerdem baut man die Saugleitungen nie ganz wagerecht, sondern gibt ihnen immer nach der passendsten Richtung hin ein mäßiges Gefälle, um den darin kondensierten flüssigen Teilen einen Abfluß und einen Austritt zu verschaffen. Die Vernachlässigung dieser Vorsichtsmaßregel kann zur Folge haben, daß das meist saure Kondensat in den Leitungsröhren stagniert, diese an den Verbindungsstellen bald undicht macht, auch in den Arbeitsraum tropft oder unerwartet zurückfließt, um alles mögliche zu verderben.

Je nach der Art der Wärmezufuhr erfolgt das Eindampfen durch direkte Feuerung, durch Dampf oder durch Heizbäder.

Mittelst direkter Feuerung wird es ausgeführt, wenn dazu höhere Temperatur erfordert wird, als mit Kesseldampf zu erreichen ist, oder wenn der Eindampfdruckstand ohne Unterbrechung noch weiter erhitzt, geglüht oder geschmolzen werden soll. Auch die genügend heißen Abgase einer anderen Feueranlage, z. B. des Dampfkessels, können in vielen Fällen noch zur Heizung von Eindampfgefäßen oder von Vorpfannen — zum Vorwärmen — ausgenutzt werden.

Das Material der Einkochgefäße mit direkter Feuerung ist Guß- (u. U. emailliert) und Schmiedeeisen, selten Kupfer. Bei dem Einmauern derselben ist dem Umstand Rechnung zu tragen, daß die ungeschützten Wandungen nicht der direkten Wirkung der Stichflamme ausgesetzt werden. Sie würden sonst sehr bald durchbrennen. Überdies ist auch darauf zu achten, daß die Gefäße schon zur guten Ausnutzung der Wärme immer so voll, wie möglich, gehalten werden.

Der Bau der Feuerungsanlage wird, wenn sie nur einigermaßen von Bedeutung ist, gleichgültig, ob sie als direkte, als Halbgas- oder Gasfeuerung gedacht ist, am besten einer Spezialfirma überlassen, die ihre eignen Erfahrungen mit der theoretischen Durcharbeitung der gestellten speziellen Aufgabe zu einem brauchbaren praktischen Ganzen vereinigen wird.

Es sei wiederholt, daß die — vorzugsweise zum kontinuierlichen Betriebe geeignete — Halbgasfeuerung von der direkten sich da-

durch unterscheidet, daß auf dem Roste infolge beschränkten Luftzutritts — durch sog. Sekundärluft — hauptsächlich nur Gasbildung eintritt. Die eigentliche Verbrennung findet hinter dem Roste statt, indem kurz vor der Feuerbrücke Luft zugeführt wird, die sich an Kanälen in den Wänden der Feuerzüge erwärmt. Es ist einleuchtend, daß an das Material der Feuerbrücke große Anforderungen mit Bezug auf Feuerfestigkeit gestellt werden.

Bei der Gasfeuerung wird die Kohle zunächst in einem Raume für sich vergast. Das Gas wird in einem davon getrennten Raume mit genügend vorgewärmter Luft vermischt, wobei die Temperatur so hoch sein muß, daß die Mischung sich hier entzündet und selbständig weiterbrennt. Der Grad der Vorwärmung von Luft, Gas und Mischung richtet sich nach der Natur des Brennstoffes und ist auszuwählen. Die Vorwärmung der Luft kann auf verschiedene Weise, sei es in von Abgasen umspülten Röhren, sei es an Kanälen, die in das Mauerwerk des Ofens oder Schornsteins eingebaut sind, erreicht werden.

Vorzüge der Gasfeuerung vor den beiden ersten sind: einfache Bedienung durch Regulierung des natürlichen Kaminzuges bis zur Einstellung der gewünschten Temperatur, reinlicher Betrieb und beste Ausnutzung geringer Kohlensorten.

Die Wassergasheizung, bei der überhitzter Wasserdampf durch glühenden Anthrazit geleitet wird und die ein aus Wasserstoff, Kohlenoxyd und Stickstoff bestehendes Gasgemenge gibt, erzielt bei Billigkeit und Reinlichkeit der Betriebsweise ziemlich hohe Temperaturen.

Über das Eindampfen mittelst Heizdampf kann man im allgemeinen sagen: das Kochen ist um so lebhafter, je größer das Temperaturgefälle, d. h. die Differenz zwischen der Temperatur des Heizdampfes und jener der eindampfenden Lauge, ist. Ein lebhaftes Kochen fördert die Wärmeübertragung und verringert die Krustenbildung; ungenügende Bewegung der eindampfenden Lauge verzögert dagegen das Loslösen der an den Wandungen und Röhren sich ansammelnden und den Wärmedurchgang behindernden Luft- und Dampfblasen.

Zur Abschätzung der in der Praxis für die verschiedensten Heizzwecke gebrauchten Wärmemenge sei zunächst daran erinnert, daß 1 kg gewöhnlicher Kesseldampf von 6—7 Atm. Spannung — wie aus dem früher Gesagten hervorgeht — rund 560 Kalorien abzugeben vermag. Bei der Heizung mit direktem Dampf gibt 1 kg von 6 Atm. je nach der Temperatur der zu erwärmenden Flüssigkeit nach der Tabelle auf S. 108 554—654 Kalorien ab.

Wird die Wärme des Heizdampfes durch Metallflächen übertragen, so werden durchschnittlich von den 637 Kalorien eines Kilogrammes Dampf 500 Kalorien ausnutzbar sein. Die überführbare Wärmemenge, die je Stunde und 1° Temperaturdifferenz durch 1 qm der Metallfläche vom wärmeren zum kälteren Mittel übergeht, heißt Wärmetransmissionskoeffizient. Derselbe ist abhängig:

1. von der Größe und Form der Metallflächen,
2. vom Metall der Heizkörper,
3. von der Menge des Dampfes und seiner Durchströmungsgeschwindigkeit und
4. von der spezifischen, der Verdampfungs- und der Schmelzwärme, sowie der Viskosität der zu erwärmenden Stoffe.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Heizflächen durch Inkrustierung allmählich an Wärmeleitvermögen verlieren, kann man annehmen, daß im Durchschnitt 1 qm Heizfläche bei Kupferrohren je Stunde und 1° Temperaturdifferenz 1000—1500 Kalorien überträgt. Schmiedeeiserne Rohre leisten etwa 75 %, gußeiserne 50 % und Bleirohre gegen 45 % dieser Zahl. Der Wärmetransmissionskoeffizient nimmt mit der Länge und der lichten Weite der Heizschlangen ab.

Erfahrungsgemäß kann man in offenen Gefäßen mit Kesseldampf und normalen kupfernen Heizschlangen (von 2—4 mm Wandstärke und nicht zu großer Länge) 100 l Wasser pro 1 qm Heizfläche und Stunde verdampfen. Bei Anwendung von Doppelböden oder sonstigen Heizmänteln, die zur Verringerung des Wärmeverlustes isoliert sind, beträgt die Leistung infolge unvollkommener Ausnutzung des Dampfes nur gegen 90 % der obigen.

Wenn anstatt Wasser dünne Laugen zu erwärmen sind, so kann man mit Heizschlangen aus Kupfer gegen 70 %, aus Schmiedeeisen gegen 60 %, aus Gußeisen gegen 40 % und aus Blei gegen 33 % der für Wassererwärmung mit Kupferrohren angegebenen Kalorien übertragen.

Hat man dicke, zähflüssige oder kristallinische Flüssigkeiten zu heizen, so fällt der Wärmetransmissionskoeffizient bis auf 300 oder gar 200 Kalorien.

Liegt also beispielsweise die Frage vor, wie lang eine Heizschlange aus Bleirohr von 40 mm lichter Weite und 5 mm Wandstärke sein muß, um aus einer dünnen Lauge (20°) stündlich 25 kg Wasser mit einem Dampf von 3 Atm. Kesseldruck = 144° C abzdampfen, so lautet die Antwort: 25 kg Wasserdampf aus einer anfänglich 20° warmen Lauge entsprechen $(80 + 540) \cdot 25 = 15500$ Kalorien. 1 qm Bleiheizfläche überträgt stündlich
$$\frac{(1000 - 2500) \cdot 33}{100} = \text{rund } 400 \text{ Ka-}$$

lorien bei einer Temperaturdifferenz von 1° und bei einer solchen von $144 - 100 = 44°$ folglich $44 \cdot 400 = 17600$ Kalorien. Es sind demnach zur Übertragung von 15500 Kalorien 0,88 qm Bleiheizfläche erforderlich; diese 0,88 qm entsprechen einer Rohrlänge von
$$\frac{0,88}{\pi \cdot 0,04}$$

= 7 m. Bei dieser Berechnung ist die Abnahme des Dampfdruckes im Bleirohre nach dem Ende zu nicht berücksichtigt; auch die im Eindampfgefäß durch Strahlung verlorengelende Wärme ist nicht eingesetzt, die je nach Form und Isolierung des Gefäßes verschieden sein wird. Berechnet könnte letztere aus folgenden Angaben werden:

Die je Stunde und 1 qm ausgestrahlte Wärmemenge (nach Péclet) S ist, wenn t die Temperatur des Körpers und t_0 die Temperatur der Umgebung ist:

$$S = 124,72 k 1,0077 t_0 (1,0077 t - 1) \text{ Kalorien,}$$

worin der Wärmeausstrahlungskoeffizient k für eine Reihe von Materialien folgende Werte hat:

Eisen	3,17	Ölanstrich	3,71
Eisen verbleit.	0,65	Papier	3,77
Bausteine	3,60	Sand	3,62
Glas	2,91	Schwarzblech	2,77
Gips	3,60	Silber	0,13
Holz	3,60	Wolle	3,68
Kupfer	0,16	Zink	0,24
Messing	0,26	Zinn	0,22
Öl	7,24		

Während des Eindampfens sich ausscheidende feste Substanzen sind durch Schaufeln, Krücken und andere auch selbsttätig wirkende Apparate zu entfernen, da sie sonst als Isolierschicht der Heizflächen wirken und das weitere Eindampfen verlangsamen. Die Form und das Innere der Eindampfgefäße dürfen die Entfernung der ausscheidenden Massen nicht erschweren. Eingelegte Heizschlangen werden daher hier am besten ganz vermieden oder doch wenigstens so geformt werden, daß die Beseitigung der ausgeschiedenen Masse zwischen den Heizrohren nicht zu schwierig wird.

Das Eindampfen mancher Laugen geht unter so starker Schaumbildung vor sich, daß der Schaum, wenn gelegentliches Abschöpfen oder ein eingebauter Schaumbrecher nicht hilft, durch geeignete Zusätze, wie Öl, Äther, Benzin u. dgl., zerteilt oder durch schnell kreisende Schaufeln zerschlagen werden muß. Zur Beseitigung dieses Übelstandes gibt es außer den Schaumabscheidern verschiedene Spezialkonstruktionen, die von den Fabrikanten für die Einzelfälle in den Fachblättern empfohlen werden.

Die für das Eindampfen mittelst Dampf erforderliche Apparatur ist zunächst stets so einzurichten, daß die Heizedampfleitung den zu heizenden Raum mit Gefälle durchzieht, also an der höchsten Stelle ein- und an der tiefsten Stelle austritt. Im anderen Falle stagniert das Kondenswasser im Apparate; es verkleinert die Heizfläche, verursacht schädliche Wasserschläge und beeinträchtigt auch die Wirkung der Kondenswasserableitung. Letzere ist, wie schon früher betont wurde, unter beständiger Kontrolle zu halten. Weiter ist es zur vollkommenen Ausnutzung des Heizedampfes erforderlich, daß die Luft, die schwerer als Dampf und der schlechteste Wärmeleiter ist, aus den Heizkörpern entfernt wird.

Die Form der Heizschlange und die Vereinigung der diese Schlange bildenden Rohre (ob durch Flanschen, Muffen oder Löten), die Ein-

bringung und Befestigung der Schlange im Apparat, das alles hängt von vielen Umständen ab. Solche sind z. B. chemische Beeinflussung, Art des Eindampfdruckes (ob flüssig oder fest, seine weitere Verarbeitung in demselben oder einem anderen Gefäße), gleichzeitige Anbringung von Rührern, Entleerungs- und Füllröhren sowie Thermometern u. dgl. Im allgemeinen ist beim Einbau der Heizschlange zu berücksichtigen, daß ein notwendig werdendes späteres Auswechseln der Abdichtung ihres Eintrittsstützens am Apparate möglich sein muß, ohne daß dabei die Heizschlange selber gedreht und pfropfenzieherartig verbogen wird. Es wird dies dadurch erreicht, daß am Eindampfgefäß zunächst ein Flanschenstutzen angebracht wird, darauf wird das Ende der Heizschlange von innen nach außen durchgesteckt und mit einer Bordscheibe versehen, um dann gemeinsam mit dem Gefäßstutzen an das Dampfrohr angeflanscht werden zu können. Die Heizrohre können auch in die Wandung des Eindampfgefäßes eingegossen sein: das Gefäß wird teuer, die Wärmeübertragung schlechter, aber man spart Material und hat den ganzen Innenraum für Reaktionen zur Verfügung.

Thermometer und Manometer sind überall da vorzusehen, wo bestimmte Temperatur- und Druckgrade beobachtet werden müssen. Man sollte nicht so häufig behaupten, daß es auch ohne solche Instrumente geht. Der infolge ungenügender Temperatur- oder Druckkontrolle entstehende Verlust durch gelegentliches Überkochen, verzögertes Eindampfen u. ä. übersteigt sehr bald die Anschaffungskosten der Instrumente.

Das den Kondenstöpfen entströmende Wasser sollte stets sichtbar in die Leitung fließen. Abgesehen davon, daß man die Wirkung des Kondenstopfes auf diese Weise beständig vor Augen hat und den Apparat genau einstellen kann, ist man auch in der Lage, die an der Heizschlange oder dem Heizmantel auftretenden Undichtigkeiten sofort an der Anreicherung des Dampfwassers mit abfließendem Gefäßinhalt zu erkennen und so Verluste zu verhüten. Das heiße Kondenswasser wird vorteilhaft in einer Tonleitung nach einem Sammelbassin abgeführt und zum Speisen des Dampfkessels benutzt: überdies empfiehlt sich der Anschluß einer Pumpe an das Heißwasserbassin, um für gelegentliche Zwecke heißes Wasser zu haben. Ob dieses heiße Sammelwasser selbst zur Speisung einer Heißwasserleitung verwendbar ist, deren Anlage an sich in vielen Fabriken von Nutzen ist, muß von Fall zu Fall entschieden werden.

Um das Eindampfen noch wirtschaftlicher zu gestalten, können außer der zweckentsprechendsten Anordnung der Dampfheizkörper die aus den eindampfenden Flüssigkeiten sich entwickelnden Dämpfe, die sog. Brüden (Wärmepumpe), wiederholt nutzbar gemacht oder das Eindampfen selbst kann in Vakuumapparaten vorgenommen werden. Nach der Häufigkeit der Brüdenausnutzung in einer Verdampfanlage unterscheidet man Ein-, Zwei-, Drei- und Mehrkörperapparate, bei denen der in einem Körper durch Einkochen erzeugte Dampf zum Heizen des nächsten usw. dient. So braucht man in einem Vier-

körperapparat nicht mehr Dampf, als in einem Einkörperapparat und nur den vierten Teil des Kühlwassers, nämlich nur für den letzten Körper.

Das Eindampfen in Vakuumapparaten ist deshalb vorteilhaft und billiger, weil unter Minderdruck alle Flüssigkeiten eine wesentliche Erniedrigung des Siedepunktes erfahren — im allgemeinen praktisch gegen 50°. Es tritt daher eine größere Temperaturdifferenz zwischen Dampf und Flüssigkeit auf, und die effektive Leistung der Heizfläche wird größer, als beim Eindampfen in offenen Gefäßen.

Im allgemeinen kann man annehmen, daß im Vakuum je 1 qm Heizfläche mit

	Abdampf	Kesseldampf
aus Wasser	gegen 100	150 l
aus dünnen Laugen	60	90 l
aus dicken „	35	45 l

Wasser in der Stunde verdampft werden können.

Stoffe, deren Siedepunkt höher als 160°, d. h. über der Temperatur des gewöhnlichen Kesseldampfes liegt, ferner solche, die nur niedrige Temperaturen vertragen und die deshalb überhaupt nur im luftverdünnten Raume unzersetzt übergehen, muß man in Vakuumapparaten eindampfen oder destillieren.

Bei den Vakuumverdampfapparaten ist die Güte der Kondensation und die davon abhängende Höhe des Vakuums, also die Leistung der Luftpumpe, von hervorragender Wichtigkeit. Im Kondensator wird der vom Verdampfer kommende Dampf durch eingespritztes Wasser verflüssigt und die Luftverdünnung durch eine Luftpumpe aufrecht erhalten.

Eine Luftpumpe, die außer der Luft zugleich das von der Kondensierung des Dampfes herrührende Wasser fortschafft, heißt nasse Luftpumpe. Sie wird eine trockene genannt, wenn sie nur die Luft aus dem Kondensator beseitigt, während dessen Sammelwasser durch eine andere Pumpe oder durch freies Gefälle — von mindestens 10 m — abgeführt wird.

Die Kondensatoren sind als Einspritz- oder als Oberflächenkondensatoren gebaut und unterscheiden sich, wie die Bezeichnung zu erkennen gibt, dadurch, daß bei den ersteren das kondensierende Wasser und das Kondenswasser zusammenfließen und gemeinsam aus dem Kondensator gepumpt werden, während bei den letzteren die Verdichtung der Dämpfe in Röhren vor sich geht, die von Kühlwasser umflossen sind. Hier ist nur das Kondenswasser aus dem Kondensator herauszupumpen. Aus diesem Umstande ergibt sich, daß das für Einspritzkondensatoren verwendete Wasser rein sein muß, um ein Verschleifen der Pumpenkolben zu vermeiden.

Um zu kontrollieren, ob in den Vakuumapparaten die einzuengende Lösung beim Überkochen mit dem Kondensationswasser weggespült wird, sind zunächst Schaugläser oder Wasserstandsrohre an geeigneten Stellen der Apparate anzubringen, außerdem ist aber auch zu emp-

fehlen, in die Vakuumleitung zum Kondensator ein Glasgefäß (Woulfsehe Flasche o. a.) einzuschalten, in dem sich die u. U. übergekochte Lösung sichtbar ansammeln kann. Auch ist die Untersuchung des Pumpenwassers auf eine mögliche Verunreinigung durch Überkochen zu empfehlen.

Bei Beginn des Eindampfens im Vakuumapparat ist es geboten, zuerst das Vakuum herzustellen und dann erst mit der Heizung zu beginnen. Bei umgekehrter Reihenfolge würde das der Luftdruckverminderung folgende raschere Sieden der Flüssigkeit unvermeidlich ein Überkochen mit sich bringen. Das Öffnen der Hähne der gemeinsamen Luftpumpenleitung, die häufig durch die ganze Fabrikanlage geht, darf stets nur ganz allmählich erfolgen, um keinen plötzlichen Luftdruckunterschied zu verursachen, der anderen Arbeiten schaden könnte.

Das Eindampfen durch Heizbäder ist zwar meist unökonomisch, läßt sich aber in gewissen Fällen nicht umgehen. Es kommen Metall- (geschmolzen und pulverig), Sand-, Öl-, Wasser- und Luftbäder sowie solche mit Salzlösungen, Glycerin und anderen Flüssigkeiten zur Verwendung. Die Einschaltung eines solchen Zwischenheizkörpers wird erforderlich, wenn das Bestehen einer besonderen Feuersgefahr die Anwendung des direkten Feuers ausschließt, wenn eine bestimmte und sehr gleichmäßige Temperatur erfordert wird und wenn die Natur der einzudampfenden Flüssigkeit Ton- oder Porzellengefäße verlangt, die der Sicherheit wegen von einem solchen Heizbade umgeben sind. Der Heizeffekt dieser Zwischenkörper hängt von ihrem Wärmeleitvermögen ab. Die allmähliche Zersetzung der flüssigen Heizbäder und ihre Einwirkung auf die Gefäße sind nicht außer acht zu lassen. Sandbäder gestatten nur langsame Temperaturregulierung und erfordern viel Brennmaterial. Metalle oxydieren sich, sind im Betriebe ziemlich teuer und erstarren nach dem Gebrauche, wobei auf das Einsatzgefäß ein schädlicher Druck ausgeübt wird. Salzlösungen können sich dissoziieren und das Material der Gefäße angreifen, auch verlangen sie einen beständigen Wasserersatz; gewisse Öle trocknen ein und im allgemeinen riechen Ölbäder unangenehm, sind brennbar und daher feuergefährlich. Heizbäder, die sich konzentrieren, erhöhen damit ihre Heiztemperatur, weshalb stets die Einstellung von Thermometern in die Heizbäder zu empfehlen ist.

Die Siedepunkte einiger für Heizbäder gebräuchlicher Lösungen sind:

Gesättigte	Chlornatriumlösung	108°.
„	Natriumnitratlösung	110°.
„	Chlorcalciumlösung	180°.

Destillieren.

Das über das Eindampfen Gesagte gilt im großen ganzen auch für das Destillieren, das sich von erstem ja nur dadurch unterscheidet, daß das Verdampfte hier durch Kühler kondensiert und in Vorlagen gesammelt wird, daß sich also der ganze Prozeß theoretisch ohne

Materialverlust in einem geschlossenen System abspielt. So ist auch das Eindampfen im Vakuum nichts anderes, als ein Destillieren.

Für die Destillation schwer siedender Flüssigkeiten muß das Übersteigrohr nach dem Kühler möglichst niedrig gehalten und bis zu seinem höchsten Punkte (so auch der Helm der Destillierblase) gegen äußere Abkühlung isoliert werden. Auch wirkt das Durchdrücken oder Durchsaugen eines den Prozeß nebenbei vielleicht günstig beeinflussenden oder wenigstens nicht störenden Gases durch Blase und Kühler und vielleicht auch durch die Vorlage fördernd auf die Destillation. Erstarrt das Destillat zu einer festen Masse, dann ist das Übersteigrohr dementsprechend weit zu halten, vielleicht auch von außen zu erwärmen und die Vorlage bei gänzlicher Ausschaltung des Kühlers ihrerseits selbst zu kühlen.

Viele organische Verbindungen polymerisieren sich bei Gegenwart verunreinigender anorganischer Salze oder Metalle während der Destillation oder kondensieren und liefern dadurch schlechte Ausbeuten. Deshalb sind solche unreinen Fremdstoffe nicht nur bis auf den als unschädlich ermittelten Rest zu entfernen, die Destillierblase muß auch nach jedesmaligem Gebrauche gesäubert werden.

Etwas anders gestaltet sich das Destillieren in den Fällen, in denen sich Destillat und Destillationsrückstand nur durch den Siedepunkt unterscheiden und in denen man den Vorgang richtiger als Fraktionieren bezeichnet. Im Betrieb verwendet man dazu die „Kolonnenapparate“. Kolonnenapparate sind Destillierapparate, die zur schärferen und vollkommeneren Trennung der verschieden hoch siedenden Flüssigkeiten einen zwischen Destillierblase und Kühler geschalteten Teil haben, der aus der Kolonne und dem Kondensator besteht.

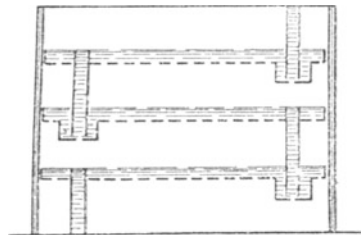


Fig. 116.

Die Kolonne bildet einen langen zylindrischen Aufsatz auf der Blase, der eine Anzahl unter sich in Verbindung stehender Zwischenböden besitzt. Nach der Gestaltung dieser Zwischenböden heißen die Kolonnen Glocken- oder Siebkolonnen.

Die Zwischenböden der Siebkolonne (Fig. 116) sind siebartig durchlöchert und haben ein Überlaufrohr, das 20–30 mm über den Boden herausragt — damit die Flüssigkeit nicht früher abläuft, als bis sie eine Schicht solcher Dicke auf dem Siebboden bildet — und dann in den im nächst tieferen Boden eingesetzten Napf einmündet. Das von diesem Boden wieder auf den nächst tieferen führende Rohr befindet sich diametral gegenüber usw.

Die Zwischenböden der Glockenkolonne (Fig. 117) sind voll und haben je eine Anzahl Glocken g . Damit die auf den tieferen Boden überfließende Flüssigkeit nicht auf dem kürzesten Wege aus einem

Abflußrohr r in das nächst tiefere r_1 gelangen kann, sondern den ganzen Boden bedecken muß, ist eine Scheidewand s eingelegt, um die sie herumfließen muß. Das letzte Überlaufrohr des untersten Bodens reicht bis in die Flüssigkeit der Blase.

Die Fortsetzung der Kolonne nach oben bildet ein Rohr, das von obenher in den Kondensator eintritt. Letzterer ist gleich einem Röhren- oder Schlangenkühler gebaut und soll die durchströmenden Dämpfe partiell kondensieren. Das unten aus dem Kondensator austretende Rohr teilt sich und führt mit der unteren Abzweigung und einem zwischengeschalteten U-Rohr (zur Absperrung der Flüssigkeit) das Kondensierte auf den obersten Kolonnenboden zurück, während die obere Abzweigung die nicht kondensierten Dämpfe in den Kühler leitet.

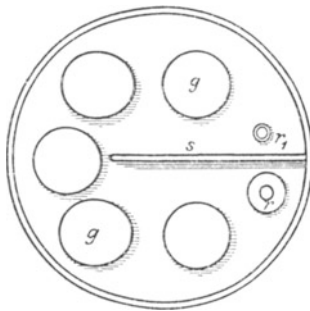
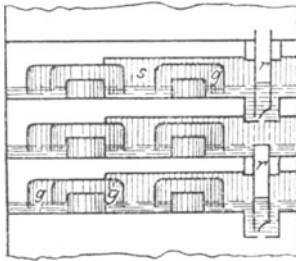


Fig. 117.

Der Verlauf der Fraktionierung ist nun folgender: Zunächst werden die in der Blase entwickelten Dämpfe durch die — durchlochten — Böden der Kolonne bzw. durch die Glocken hindurchstreichen und sich in dem Kondensator teilweise verdichten. Die schwerer siedende Flüssigkeit wird kondensiert und läuft durch die Kolonne in die Blase zurück, die Dämpfe der leichter siedenden Anteile werden nach Verflüssigung in dem Kühler als Vorlauf in die Vorlage übergehen. Die Flüssigkeit auf den Siebböden wird von dem Druck der von unten kommenden Dämpfe — dem Arbeitsdruck — getragen. Das Zuviel derselben fließt durch die Überlaufrohre nach den nächst tieferen Böden. Erst wenn das Überlaufrohr des untersten Bodens Flüssigkeit in die Blase zurücktreten läßt, befindet sich die Kolonne in richtiger Tätigkeit.

Die Kolonnenböden bilden eine Reihe von Kochherden, auf denen Leicht- und Hochsiedendes verdampft, jedoch ist das hauptsächlich von obenher kommende Leichtsiedende stärker beteiligt. Die Dämpfe gelangen — entweder durch die Sieblöcher oder durch die Glocken — auf die nächst höheren Böden, sich dabei beständig in die beiden Teile zerlegend, so daß sich in den obersten Böden immer mehr von dem Leichtsiedenden ansammelt und schließlich in dem Kondensator eine letzte Trennung vor sich geht.

Der Kondensator ist also ein unentbehrliches Zubehör des Apparates nicht nur deshalb, weil er eine gewisse Trennung durch partielle Kondensierung bewirkt, sondern auch weil er den für die volle Wirkung der Kolonne unbedingt erforderlichen, an Leichtsiedendem reichen Rücklauf erzeugt.

Während dieses Arbeitsstadiums herrscht in der Kolonne ein ganz bestimmtes Spannungsverhältnis, das vom Grade der Heizung, von den Abmessungen — der Höhe — der Kolonne und der Menge Rücklauf aus dem Kondensator abhängig ist. Da nun aber in einer Anlage die Größe der Kolonne unveränderlich ist und die Heizung so geleitet wird, daß ein gleichmäßiges ruhiges Sieden des Blaseninhaltes stattfindet, so geht aus dem Gesagten hervor, daß die Wärmeregulierung des Kondensators — besonders zu Anfang des Prozesses — das Wesentlichste für die Praxis ist. Es hat sich nun durch die Erfahrung bestätigt, daß die Temperatur des abfließenden Kondensatorwassers am besten durchschnittlich etwa um 10° unter dem Siedepunkt des jeweilig aus dem Kühler abfließenden Destillates gehalten werden sollte. Der Inhalt des U-Rohres muß nach Beendigung der Destillation entleert werden. Das bei unaufmerksamer Überwachung eintretende „Überschießen“ der Kolonne ist fast immer eine Folge zu starker Kühlung des Kondensators, seltener einer zu lebhaften Heizung der Blase; natürlich kann auch beides zugleich zur Ursache werden.

Bei der Inangangsetzung einer Destillation füllt man den Kondensator mit Kühlwasser und läßt die Temperatur durch die aufsteigenden Dämpfe bis auf etwa 10° unter den Siedepunkt des Vorlaufes steigen, dann erst reguliert man die Temperatur des Kondensatorwassers durch Einstellen des Zulaufhahnes.

Zu betonen ist noch, daß ein zu häufiges Drehen und Stellen an den Ventilen und Hähnen unter allen Umständen zu vermeiden ist. Je weniger man an der Apparatur herumstellt, desto besser arbeitet sie gewöhnlich. Nie darf man außer acht lassen, daß die Wirkung eines anders gestellten Ventiles oder Hahnes sich immer erst nach einer gewissen Zeit bemerkbar macht. Wenn die Kolonne einmal nicht nach Wunsch arbeiten will, ist Ruhe und Geduld das Wichtigste, um möglichst bald des Übelstandes Herr zu werden.

Den Glockenkolonnen ist vor den Siebkolonnen aus folgenden Gründen der Vorzug zu geben: Zunächst ist der Arbeitsdruck bei den Siebkolonnen größer, als bei den anderen. Dann können auch bei jenen infolge des Siedens auf den Siebböden eine Menge Tropfen auf die nächst höheren Böden überspritzen, wodurch eine Vermischung der Flüssigkeiten zweier übergeordneter Böden stattfindet, während gerade zur Erzielung eines möglichst hohen Fraktionsunterschiedes nur die leichteren Dämpfe von Boden zu Boden höher steigen sollen. Bei den Glockenkolonnen spritzen wohl auch ab und zu Tropfen gegen die vollen Böden des darüber befindlichen Abteils, sie können sich aber mit dessen Inhalt nicht mischen.

Aus Vorstehendem ergeben sich einige Momente, die bei der Aufstellung der Kolonnenapparate zu berücksichtigen sind. Zunächst müssen die Kolonnenböden besonders die der Siebkolonnen genau wagerecht in den aufgesetzten Kolonnenzylindern liegen, damit die abschließende Flüssigkeitsschicht auf der ganzen Fläche der Kolonnenböden gleichmäßig dick ist. Dann darf in den dazu er-

forderlichen sehr hohen Räumen keine Zugluft — durch geöffnete Fenstern u. a. — entstehen, die eine wechselnde Abkühlung der Kolonnenzylinder und eine dadurch bedingte Unregelmäßigkeit in der Arbeit zur Folge haben würde. Solche muß jedoch zur Erzielung einer guten Fraktionierung unter allen Umständen vermieden werden. Endlich muß außer für eine bequeme Beschickung der Kolonne und eine leichte Bedienung der Armaturen für unbehinderte Kontrolle des abfließenden Kondensatorwassers gesorgt werden. Die Temperatur desselben ist für die Einstellung des ganzen Betriebes wichtig.

Wenn somit der einen Kolonnenapparat bedienende Arbeiter zuerst mit Geduld angelehrt werden muß, bis er das Ganze nicht nur mechanisch zu handhaben gelernt, sondern auch wirklich begriffen hat, so wird er bei einiger Intelligenz doch bald dahin kommen, die Arbeit mit vollkommener Sicherheit und dem nötigen Verständnis zu besorgen.

Sublimieren.

Durch dieses Verfahren werden die Produkte in einer Form gewonnen, die sich durch einen hohen Glanz, große Leichtigkeit und Reinheit auszeichnet.

Das zu sublimierende Material wird zunächst in einem Ofen in flachen Schalen bis zur Sublimationstemperatur erhitzt. Die Beförderung der sich verflüchtigenden Masse nach der Vorlage, einem durch einen Kanal mit dem Ofen verbundenen großen Kasten, wird mit Hilfe eines vorgeheizten aber unschädlichen Gases — meist Luft oder Kohlensäure — beschleunigt. In dem mit indifferentem Material ausgekleideten Kasten sammelt sich das Gut, während das Gas aus einer mit Stoff bespannten, die festen Teile nicht durchlassenden Öffnung (Luftfilter) des Kastens entweicht. In den seltensten Fällen wird das Sublimieren aus solchen Apparaten befriedigende Ausbeute liefern, die denen für die Destillation nachgebildet sind, weil bei ihnen die Oberfläche des zu sublimierenden Materials zu klein ist.

Zur Erzielung guter Ausbeuten ist es wünschenswert, daß die Temperatur des Sublimierofens nicht zu hoch gesteigert wird und daß die zu sublimierenden organischen Produkte frei von anorganischen Verunreinigungen sind, die bei andauerndem Erhitzen auf die organischen Verbindungen kondensierend wirken können und dabei unbrauchbare Kondensationsprodukte liefern. Der nicht überhitzte Sublimationsrückstand kann meist durch Umkristallisieren gereinigt und zur abermaligen Sublimierung verwendet werden.

Entfärben.

Zum Entfärben und unter Umständen auch zur Geruchsbeseitigung wird außer rein chemisch — reduzierend und oxydierend — wirkenden Mitteln vornehmlich Kohle verwandt. Jede Kohle ist dazu nicht brauchbar. Holzkohle ist zunächst weniger wirksam, als Blut- und Knochenkohle. Von beiden letzteren Arten gibt es so verschiedene Qualitäten, daß man nur durch Ausproben die beste und zugleich

billigste für den jeweiligen Zweck findet oder zuweilen auch eine geringere Sorte durch Reinigung im bestimmten Sinne brauchbar machen kann. Für manche Betriebe, wie die Rübenzuckerfabrikation, werden sehr große Mengen Kohle gebraucht, bei denen dann der geringste verbilligende Faktor hinsichtlich Vorbereitung und Regenerierung nicht außer acht gelassen werden darf. Für die Analyse der Kohle bestehen genau ausgearbeitete Untersuchungsmethoden.

Vom feinsten Mehl bis zur Haselnußgröße werden die verschiedensten Körnungen bevorzugt, so daß man nicht von einer vorteilhaftesten Korngröße sprechen kann. Außer der wechselnden entfärbenden Kraft spielt der Gehalt an Salzen, besonders an Eisen, Kalk, Phosphorsäure usw., eine zur Vorsicht mahnende Rolle, da diese Bestandteile u. a. von den zu entfärbenden Flüssigkeiten ausgelaugt werden können und sie dann verunreinigen. Ebenso nimmt die Kohle außer Farbstoffen einen Teil der in Lösung befindlichen und zu reinigenden Substanzen, wie Alkaloide usw., auf, die ihr vor Regenerierung durch Auskochen wieder entzogen werden müssen. Schon zu stark mit Farbstoff beladene Kohle kann diesen an die Flüssigkeit wieder abgeben, die etwa zur Entfärbung damit behandelt wird; man darf daher die Kohle nicht bis zum äußersten ausnützen.

Die Regenerierung — Wiederbelebung — der Knochenkohle geschieht, wenn sich nicht aus der Verwendungsart eine einfachere Reinigung ergibt, in der Weise, daß sie nach dem Auswaschen mit kochendem Wasser mehrere Male abwechselnd mit verdünnter Salzsäure und Natronlauge ausgekocht, mit destilliertem Wasser gut gewaschen und nach dem Trocknen in verschlossenen Gefäßen geglüht wird. An entfärbender Kraft kann die Kohle durch Zusammensintern infolge zu starken Glühens verlieren; langes Liegen an der Luft ist schädlich; man bewahrt die Kohle am besten unter Wasser, zum mindesten aber feucht, auf.

Außer der Tierkohle findet die Kaolinkohle vielfache Verwendung, die man aus eisenfreien, porösen Porzellanbrocken erhält. Diese werden mit einer beim Verbrennen stark rußenden Flüssigkeit, wie Naphtalinlösung, Terpentinöl u. a., getränkt und bei beschränktem Luftzutritt abgebrannt. Neuerdings kommen bestimmte Präparate in den Handel (Norit, Karboraffin usw.).

Wie man zum Zwecke der Entfärbung zu verfahren hat, hängt von vielen Nebenumständen ab. In allen Fällen ist es von Wichtigkeit, daß die Kohle mit der zu entfärbenden Flüssigkeit soviel wie möglich in Berührung bleibt, was z. B. durch Rühren oder beim Kochen durch das Wallen der Flüssigkeit erreicht wird. Gefäße, die nicht geschüttelt werden können, oder solche mit mangelhafter Rührvorrichtung eignen sich zum Entfärben nicht. Die zwischen gelegentlichem Umrühren verstreichende Zeit ist für die Entfärbung so gut wie verloren.

Aus diesem Grunde finden mit großem Vorteil kontinuierlich und sehr schnell wirkende Kohlenkolonnen vielfach Verwendung. Es sind das in der Regel terrassenförmig hintereinander geschaltete Bottiche

oder zylindrische Gefäße aus Eisen, Kupfer und Ton, die ganz mit Kohle gefüllt sind. Die zu entfärbende Flüssigkeit durchfließt die Bottiche nacheinander von unten nach oben steigend in einstellbarer Geschwindigkeit, die vorher für genügende Entfärbung ermittelt wird. Um z. B. das Auskristallisieren heißer gesättigter Lösungen zu verhindern, können die Gefäße mit Heizschlangen ausgerüstet werden. Bei kontinuierlich arbeitenden Kohlenkolonnen empfiehlt sich, eine für den Gebrauch fertige, mit Kohle beschickte Reservekolonne bereit zu halten, damit stets ein Zylinder zur Reinigung ausgeschaltet werden kann. Die Entfärbung verläuft folgendermaßen: Wird die Flüssigkeit z. B. durch vier Kohlenzylinder gedrückt und tritt sie aus dem letzten ungenügend entfärbt aus, so wird ein frisch beschickter fünfter Zylinder dahintergeschaltet, während der erste und älteste ausgeschaltet wird, die vier Zylinder arbeiten dann in der Reihenfolge 2, 3, 4 und 5, während 1 erneuert wird. Wenn dann später 2 als der älteste unbrauchbar ist, wird 1 wieder eingeschaltet und die Zylinder arbeiten in der Reihenfolge 3, 4, 5, 1. Um die Gefäße in dieser Weise hintereinander schalten zu können, erhält jedes z. B. vier verschieden hohe, mit Hähnen versehene Austrittsöffnungen, die, dem jeweiligen Turnus entsprechend, mit den Boden- oder Eintrittsstutzen der benachbarten durch Schläuche verbunden werden können. Die Korngröße der Kohle ist so zu wählen, daß nicht nur keine Verstopfung eintreten kann, sondern daß auch das zum Durchdringen des Zylinders erforderliche Gefälle nicht zu groß werden muß. Gut ausgeglühte Holzkohle eignet sich auch zur Filtration empyreumatisch verunreinigter Gase. Auch Torf besitzt entfärbende und desodorierende bzw. desinfizierende Eigenschaften.

Klären.

Das Klären bezweckt die Beseitigung trübender Teile in einer Flüssigkeit (oder Schmelze), die durch Filtrieren allein oder doch nicht schnell genug blank erhalten werden kann. Bei genügender Ruhezeit klären sich wohl fast alle Flüssigkeiten durch bloßes Absitzen; da aber die dafür erforderliche Zeit aus fabrikatorischen oder sonstigen Gründen meist nicht abgewartet werden kann, müssen künstliche Klärmittel benutzt werden. Diese sind natürlich sehr verschieden und richten sich nach der Art der Trübstoffe.

Die zur Entfärbung verwendeten Zusätze wirken meist und gleichzeitig auch klärend. Bisweilen gibt zerzupftes Filtrierpapier oder ein daraus hergestellter Brei schon befriedigende Resultate. Zu Schaum geschlagenes Eiweiß, mit dem die zu klärende Flüssigkeit aufgeköcht wird, ist ein häufig verwendetes Klärmittel. In manchen Fällen kann die Trübung durch einen absichtlich erzeugten indifferenten Niederschlag (Kalkwasser und Schwefelsäure) beseitigt werden.

Gerbsäurehaltige Flüssigkeiten werden durch Leimzusatz in Form von Gelatine, Hausenblase, Abkochung von Kalbsfüßen oder mit Bleiazetat geklärt. Auch kann mit Gerbsäure und nachherigem Zusatz

von Leim gearbeitet werden. Andere Mittel sind Knochenkohle, poröses Porzellan, Bolus, Tonerde, gebrannter Gips oder Alaun, Kieselsäure usw.

Ein inniges und anhaltendes Mischen und Schütteln der zu klärenden Flüssigkeit vor dem Absitzen ist auch hier Hauptbedingung.

Kristallisieren.

Mit Hilfe der Kristallisation werden chemische Individuen entweder gereinigt oder in eine bestimmte (Handels-) Form übergeführt. Die zur Erzielung dieser Zwecke innezuhaltenden Arbeitsbedingungen sind nicht immer die gleichen.

Bei der eine Reinigung bezweckenden Kristallisation sucht man im allgemeinen eine möglichst kleine Kristallform zu erhalten, da große Kristalle und Kristalldrusen oft durch eingeschlossene Mutterlauge verunreinigt sind. Oft ist es auch angebracht, die ausgedehnten Kristallagglomerate später zu brechen, um die eingeschlossene Mutterlauge entfernen zu können. Auch wird sich das zur Reinigung geeignetste Lösungsmittel nicht immer mit dem zur Erzielung einer bestimmten Kristallform erforderlichen decken.

Für die Wahl des günstigsten unter den in Betracht kommenden Lösungsmitteln sind, abgesehen von der rein chemischen Beurteilung, folgende Faktoren zuerst zu berücksichtigen: der eben erwähnte Einfluß des Lösungsmittels auf die Kristallform und ferner die lösende Kraft bei verschiedenen Temperaturen. Ist der Unterschied nicht genügend groß, so daß beim Erkalten der durch Kochen erhaltenen Lösung nur unbedeutende Abscheidung stattfindet, so muß die Lösung eingedampft werden, wodurch weitere Kosten entstehen. Wichtig ist das Verhalten der Verunreinigungen zum Lösungsmittel; wenn diese sich nicht schon beim Lösen abscheiden oder wenn sie andererseits nicht so leicht löslich sind, daß sie beim Auskristallisieren in der Lauge verbleiben, so muß letztere durch Zugabe von Kohle oder anderer für den besonderen Fall erprobter Zusätze geklärt und gereinigt werden. Vor der oxydierenden Wirkung des Luftsauerstoffes ist sie u. U. zu schützen oder auch wohl durch fraktionierte Kristallisation teilweise vorzureinigen. Schließlich ist auch der Preis des Lösungsmittels zu erwägen; ein technisch brauchbares darf die Kalkulation nicht zu stark belasten! Der rechnerisch zum Ausdruck kommende Verlust an Lösungsmittel muß durch rationelle Arbeitsweise und geeignete Einrichtungen, wie Verminderung des durch Verschütten und Verflüchtigung Verlorenen, Wiedergewinnung durch Destillation usw., auf das Mindestmaß beschränkt werden.

Die Umstände, von denen die Bildung einer bestimmten Kristallform, ob Schuppen, Blättchen, feine oder derbe, kurze oder spießige Nadeln u. a., abhängt, können in dem Rahmen der Laboratoriumsversuche auch nicht immer festgestellt werden, da die Kristallisationsbedingungen bei größeren Massen im Betriebe teils an und für sich andere sind, teils anders gestaltet werden müssen. So wird die Zeit

des Abkühlens unter Umständen zu beschleunigen oder zu verzögern und die geeignetste Bewegungsform der kristallisierenden Lösung durch die Gestalt der Rührschaufeln und der Rührgeschwindigkeit zu ermitteln sein. Krustenbildung kann durch häufiges Abstoßen von der Gefäßwand oder durch Umhüllung des Kristallisationsgefäßes mit einem Heizmantel vermieden werden, dessen Temperatur mit jener der kristallisierenden Flüssigkeit gleichmäßig abnimmt.

Dann ist ferner auch die Art der Trennung der Kristalle von der Lauge sowie die Trocknung und das Sieben derselben von Einfluß auf ihr Aussehen. Empfindliche Kristalle dürfen auf dem Filter und bei dem Sieben nicht zu viel gerührt und gerieben werden, um die Bildung von zu vielem unansehnlichen Grus zu vermeiden.

Nur in seltenen Fällen werden die Mutterlauge ohne weiteres für eine neue Kristallisation verwendbar oder als ganz wertlos zu verwerfen sein; viel häufiger werden sie, u. U. nach Ansammlung größerer Mengen und abermaliger Entfärbung, zum Auskristallisieren weiter eingedampft, um eine zweite Kristallisation zu liefern. Diese letztere ist meistens nicht so rein und schön, wie die erste und stellt daher meist geringere Handelsware dar, sofern sie nicht als ganz unbrauchbar in den Betrieb zurückgeht.

Nicht zu unterschätzen ist der Gebrauch des Thermometers bei der Kristallisation, dessen Beobachtung zunächst ein gleichmäßiges Arbeiten ermöglicht und außerdem vielleicht sehr bald ein Temperatur-optimum für den Kristallisationsvorgang erkennen läßt.

Wichtig sind die Verfahren der Kristallisation in Bewegung, über die B. Waeser kurz im Zusammenhang berichtet hat (Chem. Zeitung 1921, Nr. 1).

Trennung fester Körper von Flüssigkeiten.

Das Trennen fester Körper von Flüssigkeiten kann und muß je nach der Beschaffenheit beider Teile auf die verschiedenste Weise bewirkt werden, sei es durch Absetzen und Dekantieren, durch Filtrieren u. U. unter Druck oder unter Vakuum, sei es mit Hilfe aller möglichen Arbeitsmaschinen, wie Nutschen und Zentrifugen, hydraulischen und Filterpressen, Drehfiltern usw.

Wenn sich der feste Teil aus dem flüssigen scharf und nicht zu langsam ausscheidet, dann wird nach dem Absitzen zur Beschleunigung des Verfahrens soweit wie möglich abgegossen, abgezogen oder abgehert und nur der Rest auf mechanische Weise getrennt. Manche schleimigen Körper lassen sich nur mit Hilfe des Dekantierverfahrens trennen oder können nur durch Schleudern in der Zentrifuge (Klärzentrifuge) zum Absetzen gebracht werden.

Für die Trennung mittels einer filtrierenden Fläche und der darüber befindlichen Schicht des Rückstandes ist es immer nötig, daß dieser letztere für die Flüssigkeit möglichst durchlässig bleibt und zum Zwecke der nachfolgenden Auswaschung eine gleichmäßige, geschlossene,

nicht durch Risse zerklüftete sowie auch nicht zu lockere Schicht bildet. Unter anderen Umständen würde die Waschflüssigkeit durch die Risse und die am leichtesten zu passierenden Stellen hindurchgehen, ohne die Masse gleichmäßig auszuwaschen. Die Arbeiter der Betriebe, in denen diese Möglichkeiten eintreten können — bei Nutschenfiltern z. B. —, müssen daher über die richtige Behandlung der Filterkuchen unterwiesen werden.

Es gilt dies auch vom Filtrieren mit Hilfe von Trichterfiltern. Diese Art der Filtration, die in den Betrieben noch oft genug besorgt werden muß, wird mitunter so fehlerhaft ausgeführt, daß Zeit- und Materialverlust damit verbunden sind. Zunächst ist dem Arbeiter beizubringen, ein Faltenfilter ordentlich zu brechen und dasselbe richtig in den Trichter einzustellen, d. h. so, daß es gut filtriert und nicht reißt. Das gebrochene Filter ist mit der Spitze ordentlich in die Trichterröhre zu stecken, dann auszubreiten und zu füllen, indem die Flüssigkeit gegen die schräge Wand und nicht gegen den spitzen Boden gegossen wird. Ein sorglos locker in den Trichter eingesetztes Filter bildet anstatt der Spitze einen frei hängenden Sack ohne Faltenlücken, der das Filtrat des oberen Filterteiles zurückhält und überdies sehr leicht unter dem Druck der Flüssigkeit reißt. Daß das Filter nicht über den Trichterrand hinausragen und daß der Trichter selbst die sicherste, wenn auch schräge Stellung, im Flaschen- oder Ballonhalse einnehmen soll, klingt zwar sehr selbstverständlich und wird im Laboratorium auch beobachtet aber die durch Umbrechen des Filterrandes und Umkippen des Trichters in den Betriebsräumen verschütteten oder nochmals zu filtrierenden Mengen sind ansehnlich genug, um diesen Hinweis zu rechtfertigen. Sodann sollte nie die ganze zu filtrierende Flüssigkeit in ein Gefäß hinein filtriert werden, damit bei einem immerhin möglichen Reißen oder dergl. nicht die Arbeit umsonst gemacht ist. Auch das wird häufig aus Bequemlichkeitsgründen vernachlässigt. Endlich sei noch daran erinnert, daß größere Filter aus doppeltem Papier gebrochen haltbarer sind. Sie können außerdem durch eingesetzte Filterkonusse oder durch kleine in die großen gestellten Trichter unterstützt werden. Filtrierpapiere mit Stoffeinlage sind zwar teurer, aber wesentlich betriebssicherer. Leicht flüchtige und stark riechende Flüssigkeiten werden mit der Vorsicht filtriert, daß man sie weder in fallendem Strahle auf das Filter bringt, noch aus dem Trichterrohr frei abfließen läßt, sondern sie im Glasrohre bis fast auf den Boden des Filters und nachher im verlängerten Trichterrohre bis auf den Boden des Gefäßes fließen läßt und den Trichter mit einer Glasplatte zudeckt. Da es öfter notwendig wird, das Gewicht einer im Filtrieren begriffenen Flüssigkeit festzustellen, tut man gut, ein für allemal die Tara auf dem Trichter zu vermerken.

Das Filtrieren in größerem Maßstabe geschieht mit Hilfe von Tüchern und Beuteln. Die richtige Auswahl des geeignetsten, d. h. des am besten filtrierenden und dabei billigsten Stoffmaterials ist nicht immer leicht.

Das Abfiltrieren von schleimigen, amorphen und kolloidalen Niederschlägen wird unter Vermeidung jeden Druckes in flachen, mit Gitterböden versehenen Kästen vorgenommen, über welche die Filtertücher gelegt werden. Um zu verhindern, daß das Waschwasser sich in dem auszuwaschenden Brei einen Weg bahnt und nur unvollkommen auswäscht, bricht man den auffallenden Strahl des Waschwassers, indem man ihn auf ein Brett fließen läßt. Die sich in dem Filterkuchen bildenden Risse sind mit einer Kette oder einem Spatel glatt zu streichen.

Leichter filtrierende Substanzen werden durch Beutel gegossen, kolliert. Ein Beutel liefert trübes Filtrat, so lange er nicht ordentlich durchfeuchtet ist und das Gewebe sich nicht „verdichtet“ hat. Deshalb wird er am besten vorher ganz damit getränkt oder gleich zu Anfang ganz voll gegossen und das untergestellte Gefäß gewechselt, sobald das Filtrat klar läuft. Fehlerhaft ist es, den Beutel zuerst nur halb zu füllen und mit der zunehmenden Verlangsamung des Filtrierens ihn voller und voller zu gießen. Auf diese Weise wird der obere bisher trocken gebliebene Teil immer wieder trübes Filtrat liefern. Daß der Beutel dem Gewichte seines Inhaltes entsprechend in genügend festen Schlingen oder Ösen hängen soll, wird bisweilen vernachlässigt. Ein Rühren in den Beuteln ist nicht immer angängig, da dadurch häufig der Rückstand durch den Stoff gedrückt wird. Man tut besser, den Beutelinhalt zum Zwecke des Auswaschens in ein Gefäß zurückzuschütten, ihn dort mit dem Waschwasser anzurühren und das Ganze wiederum in den Beutel zu bringen.

Für viele Zwecke sind Sandfilter im Gebrauch, die in allen Abmessungen ausgeführt werden können. Sie werden in Gefäße und Bassins in der Weise eingebaut, daß auf eine Schicht gewaschener Steine oder Scherben zunächst kleinere Steinbrocken, dann grobe Kies- und zuletzt Sandmassen geschichtet werden. Auf dem Boden des Filters sammelt sich das Filtrat u. U. in Kanälen, die sich in der gemeinsamen Ableitung vereinigen. Zur Verhinderung des Auskristallisierens können beim Filtrieren heißer Lösungen Heizschlangen in die Kiesschichten gelegt werden. Für Herrichtung von Sandfiltern kleinerer Abmessung benutzt man flache, auf dem Boden durchlochte Tonschalen, die ihrerseits auf Holzbottiche, Tontöpfe u. dergl. gestellt sind. In gegebenen Fällen wird auf die oberste Sandschicht noch ein Filterstoff gelegt, der in einen aus spanischem Rohr gebogenen Reifen eingespannt wird.

Der Querschnitt der Filter richtet sich sowohl nach der zu filtrierenden Menge, als auch nach der Menge des Rückstandes und nach dessen Durchlässigkeit. Ist letztere nur gering, dann muß, wenn das Filtrieren nicht gar zu langsam vor sich gehen soll, das Filter reichlich breit genommen und die Schicht ziemlich dünn gehalten werden.

Vakuumfilter, auch Nutschen genannt, nutzen zur Erhöhung der Leistung die saugende Wirkung der Luftpumpe aus. Dieselben werden zunächst ohne Anstellung des Vakuums beschickt, das erst dann und auch nur ganz allmählich hergestellt wird, wenn die Flüssig-

keit bereits filtriert. Setzt man etwa erst unter Vakuum und bringt dann das Material auf das Filter, so wird ein trübes Filtrat erhalten und das Filter in kurzer Zeit versagen, weil sich die Poren der Filterschicht bei dieser Art des Saugens schnell verstopfen.

Bei Vakuumfiltration ist die Vorsichtsmaßregel nicht außer acht zu lassen, daß die Saugleitung im höchsten Punkte des Filtergefäßes angeschlossen und daß ferner in die Saugleitung ein Zwischengefäß eingeschaltet wird, um ein Übersaugen und ein damit verbundenes Verschmutzen der Pumpe zu verhindern sowie dem Entstehen von Verlusten vorzubeugen.

In manchen Fällen hat es sich als praktisch erwiesen, die auf dem Filter befindliche Mischung durch mäßiges Rühren in Bewegung zu halten, um den schlecht durchlässigen Rückstand am Absitzen zu hindern und die Dicke der von ihm gebildeten festen Schicht zu verringern.

Zur Trennung fester Körper von Flüssigkeiten unter Anwendung von Druck dienen Zentrifugen und Filterpressen. Sie können aus zweierlei Gründen in Anwendung kommen: erstens, wenn eine Trennung ohne Druck nicht betriebsmäßig durchführbar ist und zweitens, wenn eine schnelle und hohe Leistung erzielt werden soll.

Der Bau der Zentrifugen ist im Prinzip ja bekannt. Der Antrieb der rotierenden Trommel geschieht selten von oben, meist von unten, entweder durch ein ausrückbares Riemenvorgelege von der Transmissionswelle aus oder durch eine anmontierte Maschine bzw. einen Elektromotor, der auf der Trommelachse sitzt oder diese durch Riementrieb betätigt. Kleine Zentrifugen für gelegentliche Zwecke arbeiten mit Handbetrieb. Welcher Art des Antriebes der Vorzug zu geben ist, das hängt von den obwaltenden Umständen ab. Der unter der Trommel angebrachte Antrieb hat außer der leichteren Montage den Vorzug, daß der Zentrifugenkessel bequem zugänglich und daher leicht bedienbar ist und daß kein Schmieröl in denselben gelangen kann. Das Materiel der Schleudertrommel kann je nach dem Verwendungszweck Kupfer, Stahl, Schmiedeeisen, Nickel oder Bronze sein; die Trommel wird auch verbleit, emailliert, mit Hartgummiüberzug oder mit Ton- oder Porzellaneinsätzen geliefert. Die Entleerung der Zentrifugen erfolgt durch Austragen des abgetrockneten Inhalts von oben oder neuerdings durch Unten- oder Bodenentleerung, die für hängende Zentrifugen am bequemsten ist. Die Mengenleistung der Zentrifugen ist von wenigen Kilogramm pro Tag bis auf 100 t je 24 Stunden gestiegen.

Für den Zentrifugenbetrieb, der mit einer durchschnittlichen Umdrehungsgeschwindigkeit von 1000 Touren rechnet, muß sich alles in tadelloser Verfassung befinden, da sonst sehr schwere Unglücksfälle entstehen können. Das Maximum der für jede Zentrifuge zulässigen Beladung muß gerade so wie der Höchstdruck der Dampfkessel deutlich vermerkt sein (s. Unfallverh.-Vorschr. § 64 u). Eine Überschreitung ist streng zu ahnden. Das Füllen der Zentrifuge geschehe sehr sorgfältig im Stillstande oder bei langsamem Gang und das Anlassen ganz

allmählich, damit keine Schleuderbewegungen auftreten. Zum Ausgleich der nicht immer zu vermeidenden ungleichmäßigen Verteilung des Materials in der Trommel dient ein verschieden konstruierter Regulator, der in der Hauptsache aus einer Anzahl lose auf der Trommelachse sitzender Ringe besteht, die sich bei beginnender Rotation nach der zu wenig beschwerten Stelle hin verschieben. Dieser Regulator muß sich zunächst in absoluter Ordnung befinden, wenn Unheil vermieden werden soll.

Spezialausführungen erstrecken sich auf Vorrichtungen zur Verhütung von Verlusten bei leicht flüchtigen Flüssigkeiten, wie auch auf Heizbarkeit der Zentrifugen.

Zu den Filterpressen können letzten Endes auch die den Kopierpressen ähnlich gebauten, mit der Hand zu betreibenden Schrauben- und Kniehebelpressen, sowie die hydraulischen Pressen gerechnet werden. Das abzupressende Material wird in einen passenden Sack geschüttet, dieser wird dann zugebunden und zwischen den Preßbacken mit allmählich steigender Kraft ausgepreßt. Die Säcke sind so in die Pressen einzulegen, daß die Nähte bzw. die geschwächten Stellen von den Preßbacken bedeckt werden.

Die Filterpressen im engeren Sinne des Wortes sind die leistungsfähigsten Arbeitsmaschinen dieser Klasse. Sie bestehen aus einer Anzahl (4—50) $\frac{1}{4}$ —1 qm großer, meist quadratischer Filterkammern mit festen Scheidewänden, die, mit Ausnahme der ersten festen Kopfkammer, gegen die alle andern gepreßt werden, zwischen zwei horizontalen Tragschienen hängen und hin und her geschoben werden können. Das Anpressen geschieht mit Hilfe verschiedenartiger Schrauben, Hebel und hydraulischer Einrichtungen, die an der Schlußkammer ansetzen.

Die Art der Zuführung des Materials durch Pumpe, Monteju oder andere Vorrichtungen, die Überführung in die einzelnen Filterkammern, die Methode der Auslaugung, die Ableitung des Filtrats sowie endlich die Befestigung der Filtertücher, das alles wird sehr verschieden ausgeführt.

Nach dem Bau der Kammern unterscheidet man Kammerpressen und Rahmenpressen. Bei den ersteren wird die Filterkammer durch zwei benachbarte, mit vorstehenden Rändern zusammenstoßende Filterplatten hergestellt, so daß die Preßkuchen beim Öffnen der Presse — d. h. Auseinanderziehen der Filterplatten — frei herabfallen. Bei den letzteren werden die Filterkammern von den Rahmen gebildet, die abwechselnd zwischen zwei Filterplatten hängen, so daß die Preßkuchen mit den Rahmen herausgenommen werden können.

Die Kammerpressen werden bevorzugt, wenn die abgepreßte Flüssigkeit gewonnen werden soll oder wenn es sich um geringe Kuchenstärken, bis zu 25 mm, und um schwer filtrierbare Substanzen handelt. Rahmenpressen sind dort am Platze, wo die Kuchen das Hauptprodukt bilden und wo die Bildung großer Kuchenstärken möglich ist. Die Art der Materialzuführung zu den Kammern ist bei den beiden Pressen verschieden. Leicht verstopfende Massen können

z. B. nicht durch die engen Zuführungen der Rahmenpressen gedrückt werden.

Das Material dieser Pressen ist ebenso verschieden, wie das der Zentrifugen. Es richtet sich ganz nach der Beschaffenheit der zu filtrierenden Stoffe.

Neuerdings kommen die Drehfilter, Trommelfilter oder Saug-trockner recht in Aufnahme, die das Prinzip der Nutschenfiltration kontinuierlich ausgestalten und das Filtergut von der sich drehenden Filterfläche fortdauernd abschaben. Die Mengenleistung in der Zeiteinheit ist sehr groß, die Auswaschmöglichkeit z. Zt. noch gering (vgl. B. Waeser, Metallbörse 1921).

Die Filtrationsfähigkeit der Pressen ist ganz allgemein abhängig von der Natur der zu filtrierenden Masse, vom Filter und vom Filtrationsdrucke, der im allgemeinen nicht über 4 Atm. zu steigen braucht. Um ein sauberes Filtrat zu erzielen, soll die Filtration mit natürlichem Drucke von 3—4 m Fallhöhe geschehen. Das Auslaugen der Filterkuchen sollte stets mit natürlichem Drucke vorgenommen werden und zwar mit nicht über 5 m Fallhöhe. Dadurch erzielt man eine gleichmäßige Auslaugung und verhindert, daß der einseitige Plattendruck nicht so stark wird, daß Plattenbrüche entstehen. Die Menge des Auslaugewassers ist im allgemeinen gleich dem Gewichte der Preßkuchen.

Trocknen.

Das Trocknen spielt in der chemischen Fabrik eine sehr bedeutende Rolle. Deshalb sollten, sobald der Prozeß einen wesentlichen Teil der Fabrikation ausmacht und nicht nur gelegentlich vorkommt, die dafür zu schaffenden Anlagen von einer sachverständigen und mit guter Erfahrung ausgerüsteten Firma mindestens dann ausgeführt werden, wenn nicht überschüssige und sonst unverwendbare Wärme zur Verfügung steht und die wirtschaftliche Seite überhaupt nicht in Frage kommt.

Aus Flüssigkeiten abgeschiedene nasse Stoffe sollen von ihrer Feuchtigkeit auf mechanischem Wege durch Ablaufenlassen, Zentrifugieren, Abpressen, Absaugen möglichst vollkommen befreit werden, ehe man sie vollends trocknet.

Ungenügend von der Mutterlauge befreites Trockengut wird beim Trocknen leicht dadurch unansehnlich, daß die Laugenreste sich in den dem trocknenden Luftstrom am meisten ausgesetzten Teilen [den Kristallkanten und Spitzen], ansammeln und sie mißfarbig machen. Durch Luftzutritt verderbende Stoffe werden meist im Vakuum getrocknet. Die nachteilige Wirkung der Luft kann auch dadurch hintengehalten werden, daß das Trockengut vor dem Trocknen mit schwefliger Säure, mit Alkohol und ähnlichen ausprobierten Mitteln gewaschen wird. Das Trocknen verwitterbarer und leicht schmelzbarer Kristalle muß mit Vorsicht und unter Beobachtung der Temperaturgrenzen geschehen. Für letzteren Zweck stattet man, wenn dieser Umstand ganz besonders ins Gewicht fällt, die Trockenräume mit

Alarmvorrichtungen aus, die bei einem beliebig einstellbaren Temperaturgrade selbsttätig warnen. Über die Trocknung auch sehr empfindlicher Substanzen im Schnellrockner von Bühler hat B. Waeser in der Ztschr. f. angew. Chem. 1920, I, 229 ff. berichtet. Auf die Bestimmung der Heizflächengröße als Beispiel einer technisch-apparativen Berechnung sei hingewiesen.

Wenn ein gemeinsamer Trockenraum zum Trocknen aller aus den Betrieben kommenden Materialien dient, so ist es dringend erforderlich, daß die einzelnen Hürden und Gefäße ordentlich signiert und mit Datum versehen werden. Ganz besonders ist darauf zu achten, daß nicht etwa gleichzeitig Stoffe getrocknet werden, die sich gegenseitig schädlich beeinflussen könnten. Es müssen für Verteilung der verschiedenen Waren bestimmte Vereinbarungen getroffen werden, denn sonst können unter den Arbeitern verschiedener Betriebe nur zu leicht Streitigkeiten über die Platzfrage entstehen.

Die Erwärmung der atmosphärischen Luft in Mischung mit Feuer gasen oder ohne solche zum Zwecke des Trocknens wird häufig benutzt. Die einfachste, aber auch am unrationellsten wirkende Trockenvorrichtung ist die offene Plandarre in Gestalt großer Flächen aus Eisen oder Ton, die von unten geheizt werden. Bedeckte Plandarren mit künstlichem Luftzuge kommen den Trockenkammern schon näher. In diesen letzteren wird das Trockengut seiner Beschaffenheit entsprechend aufgestapelt oder besser auf Hürden oder in geeigneten flachen Gefäßen ausgebreitet. Die Erwärmung wird auf irgendeine Weise durch direkte Feuerung, durch Dampf, Abgase usw. erreicht. Durch gleichzeitige Zuleitung frischer, am besten vorgewärmter Luft und Abführung der mit Wasserdampf beladenen Abgase durch einen Kamin oder einen Exhaustor wird eine wesentliche Beschleunigung des Trockenprozesses erreicht. Dieselbe wird noch dadurch erhöht, daß die Luft nicht hindurchgesaugt, sondern mit mäßigem Überdruck hindurchgepreßt wird. Die im Bereich des direkten Saug-Luftstromes sich befindenden Materialien werden nämlich ziemlich schnell getrocknet, während die in den toten Ecken liegenden feucht bleiben und von Zeit zu Zeit an günstigere Stellen der Kammer geschafft werden müssen. Bei eingepreßter Trockenluft bilden sich solche Trocken zonen weniger.

Der Zwang, das Trockengut in Richtung des trocknenden Luftstromes umzuschaukeln, hat zum Bau der Trockenanlagen mit bewegtem Trockengut geführt. Derartige Anlagen beruhen meist auf dem Prinzip des Gegenstroms, so daß das feuchteste Material auch mit der feuchtesten Luft zuerst in Berührung kommt. Es wird dann mit zunehmender Austrocknung der trockensten und heißesten Luft entgegengewegt.

Zu diesen Anlagen gehören die Kanaltrockner und die Trockentrommeln. In ersteren schiebt sich das Material auf Wagen in geheizten Kanälen vorwärts, so daß sich durch jeden hinten einfahrenden Wagen mit nassem Material die ganze Wagenreihe bewegt und zuletzt vollkommen trocknes Gut zum Herausfahren vorgeschoben

wird. In solchen mit beliebiger Feueranlage geheizten Kanälen wird die Luft ohne Nachteil gesaugt oder gedrückt.

Die Trockentrommeln sind für kontinuierliche Trocknung recht geeignet. Die Heizung kann von innen oder außen bzw. von innen und außen geschehen. Die Vorwärtsbewegung des Materials ist konstruktiv der bei den Siebtrommeln ähnlich, sie erfolgt zwangläufig infolge der konischen Form der Trommel oder des Einbaus schneckenförmiger Mitnehmer. In allen Fällen strömt dem Material die trocknende Luft (oder das entsprechende Gas) entgegen.

Die Wärmewirtschaft der Trockenvorrichtungen sollte stets beachtet werden.

Der Trocknung widerstandsfähiger, schwer schmelzbarer, insbesondere also anorganischer Produkte dienen ferner die Kalzinieröfen. Auf den Bau dieser und ähnlicher Öfen mit direkter Befuerung, Gas- bzw. Ölfeuerung oder elektrischer Widerstands- und Lichtbogenerhitzung kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Es sei u. a. auf die entsprechenden Kapitel über Öfen in Ullmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie, Bd. VIII (1920), S. 535—574 verwiesen.

Sechste Abteilung.

Nebenprodukte und Abgänge.

Weitaus die meisten chemischen Fabrikationen liefern Nebenprodukte. Diese sind entweder noch verwertbar oder vollkommen wertlos, dann werden sie als Fabrikationsabgänge beseitigt. Die noch verwertbaren Nebenprodukte werden meist aufgearbeitet und bringen bisweilen sogar sehr guten Nutzen. Öfters findet sich für sie aber keine geeignete Verwendung, dann müssen sie, wenn auch mit Bedauern, als Abfallstoffe verworfen werden.

Da es nun aber Tatsache ist, daß für dergleichen bisher vernachlässigte Nebenprodukte eines Tages oft doch eine gute Verwendung (Kriegswirtschaft!) gefunden wird und sie dann mit einem Male ein begehrter Artikel sind (Teer, Abraumsalze, Thomasschlacke), so sollte es zum allgemeinen Grundsatz gemacht werden, Stoffe, die nicht ganz gehaltlos sind, nicht wegzuerwerfen, solange sie ohne Umständlichkeiten und Belästigung aufbewahrt werden können.

Auf den Verbleib der Nebenprodukte muß aus naheliegenden Gründen schon bei Ausarbeitung des Betriebsverfahrens Rücksicht genommen werden. Sich mit der Hoffnung trösten, daß dieselben schon irgendwie aus der Welt zu schaffen sein werden, kann zu recht unbehaglichen Situationen führen, die sogar die Einstellung des ganzen Betriebes erzwingen können.

Bis zu einem gewissen Grade kann die Frage der Nebenprodukte schon die Auswahl der Rohmaterialien beeinflussen, etwa in

dem Sinne, daß ein Verfahren trotz der Verwendung eines teureren Rohproduktes deshalb rentabler werden kann, weil dabei ein mit bestimmtem Nutzen verwertbares Nebenprodukt erhalten wird, während ein anderes billigeres Rohprodukt diese Gewinnung nicht ermöglicht. Ferner wird der Gang des Prozesses in gewissen Fällen derart abzuändern sein, daß die Nebenprodukte an einem für die Trennung vom Fabrikate besonders günstigen Punkte abgeschieden werden können. Schließlich übt bisweilen auch das Nebenprodukt einen nachteiligen Einfluß auf das Apparatematerial aus.

Nicht selten bestimmen die Nebenprodukte, wenn sie qualitativ oder quantitativ für die Fabrikation ausschlaggebend sind, die Wahl des Ortes für die zu errichtende Fabrik. Ebenso häufig bilden sie die Ursache zu Differenzen zwischen Fabrik und Umwohnern, die schon manchmal zu langwierigen Prozessen geführt haben.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Frage der Nebenprodukte mit allem Ernste geprüft werden muß. Je nach ihrer Beschaffenheit, ob fest, flüssig oder gasförmig, verlangen sie verschiedene Behandlung sowohl im baulichen Teile der fabrikatorischen Einrichtung, wie hinsichtlich der Art ihrer Beseitigung.

Die festen Nebenprodukte müssen zunächst aus dem Betriebe ohne Schwierigkeiten entfernt werden können. Dazu sind bequeme Transportmittel und -wege innerhalb des Betriebes und bis nach dem Orte der Ablagerung zu schaffen, die denkbar billig arbeiten müssen, da jede dafür aufzuwendende Summe die Fabrikation belastet. Billiger Grund und Boden in nicht zu großer Entfernung von der Fabrik, wird daher zur Notwendigkeit. Die Rentabilität der Fabrikate findet bald ihre Grenzen, wenn etwa ständig Fuhrwerk zur Wegschaffung der Nebenprodukte in Anspruch genommen werden muß. Seil- und Hängebahnen sind bis zu einem gewissen Grade die mit geringsten Betriebskosten auskommenden Transportmittel für dergleichen Zwecke. Sie lassen sich leider nicht in allen Fällen anlegen.

Manche (Hütten-) Betriebe sind geradezu von Bergen von Nebenprodukten umgeben und werden schließlich dadurch gezwungen, ihre Fabrikation aufzugeben oder zu verlegen. Im allgemeinen kann daher jeder Fabrik empfohlen werden, verfügbares Gelände mit vorhandenen Gruben für die immerhin einmal möglich werdende Ablagerung von Nebenprodukten im ursprünglichen Zustande zu belassen und es nicht ohne zwingenden Grund aufzuschütten oder einzuebnen. Erhöht werden die Schwierigkeiten der Beseitigung noch, wenn durch Witterungseinflüsse die Nebenprodukte unter Entwicklung belästigender Gerüche zersetzt werden. Ferner ist noch darauf Bedacht zu nehmen, daß die abgelagerten Nebenprodukte auch zu steinharten Massen erhärten oder im Gegenteil nie festwerdende Aufschüttungen liefern können, so daß in dem einen, wie in dem anderen Falle, ein mit solchen Abgängen aufgeschüttetes Terrain für Bau- und ähnliche Zwecke ungeeignet wird.

Die Beseitigung der flüssigen Nebenprodukte, Abwässer, bietet keine Schwierigkeiten, solange sie neutraler Natur sind und ohne wei-

teres in Kanäle oder Flußläufe geleitet werden können. Ihre Abführung aus den Betriebsräumen gestaltet sich fast immer sehr einfach durch Anlage von Rohrleitungen nach dem durch den Fabrikhof ziehenden Hauptziel. Nichtsdestoweniger ist darauf zu achten, daß die Möglichkeit, beim Leckwerden oder bei Verstopfung der Leitungen nach diesen gelangen zu können, offen gehalten bleibt und nicht außergewöhnliche Umständlichkeiten oder viel Arbeit verursacht. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Kanäle in ihrer verdeckten und versteckten Lage bei Betriebsvergrößerungen oder -umänderungen unberücksichtigt bleiben. Es sei hier nochmals auf die Wichtigkeit eines Lageplanes aller unter der Erde liegenden Leitungen mit sämtlichen Abzweigungen, Verbindungsstellen usw. hingewiesen.

Die Einschaltung von Schlammfängern, Gullys, die breit genug zum Besteigen sein müssen, empfiehlt sich teils wegen der von Zeit zu Zeit notwendig werdenden Reinigung, teils auch deshalb, weil sich die durch den Betrieb beständig mitgeführten Verunreinigungen fester Art darin ablagern sollen. Sind die Abwässer zu reich daran, so daß sie nicht ohne weiteres in die öffentlichen Kanäle und Flußläufe geschickt werden können, dann müssen vor Austritt des Kanals aus dem Grundstück Klärbassins eingeschaltet werden, deren Ausführung den jeweiligen Umständen anzupassen ist. Die Orts- und Strompolizeibehörden haben zur Verminderung der Verunreinigung der Flußläufe durch industrielle Abwässer in letzter Zeit sehr verschärfte Vorschriften erlassen, über die man sich unterrichten sollte, zumal sie in verschiedenen Gegenden voneinander abweichen.

Des weiteren ist zu berücksichtigen, daß die aus den verschiedenen Betriebsteilen herkommenden Abwässer bei ihrer Vereinigung im Hauptrohr oft unlösliche Niederschläge (Gips, kohlensaurer Kalk) erzeugen und dadurch die Leitung verstopfen können. Eine Reinigung wird dann oft ganz unmöglich. In diesen Fällen ist jedesmaliges reichliches Nachspülen zur Erzielung starker Verdünnung und lebhafter Strömung durchaus notwendig.

Die Mündungen der Abflußröhren in den Betriebsräumen sollten zu jeder Zeit und augenblicklich verschließbar sein, damit bei Bruch von Gefäßen nicht etwa wertvolle Laugen verloren gehen können.

Die gasförmigen Nebenprodukte sind ihrer Natur nach entweder nur belästigend oder auch gleichzeitig der Gesundheit schädlich. In dem einen, wie in dem anderen Falle, müssen sie beseitigt werden. Die beste Beseitigung ist ihre Vernichtung; leider ist diese nicht immer vollkommen zu erreichen, wenigstens nicht ohne große Kosten.

Aus den Arbeitsräumen sind Abgase teils durch gute Ventilatoren, teils durch kräftig wirkende — saugende — Abzüge zu entfernen. Je nach der chemischen Beschaffenheit der Abgase sind die Abzugskanäle aus Metall — Eisen, Blei —, aus Ton oder Holz angefertigt. Sie werden im allgemeinen nicht so sehr von den durchstreichenden Gasen angegriffen, als vielmehr von der mitgerissenen Feuchtigkeit, die sich in den Röhren dann als konzentrierte Lösung der betreffen-

den Gase ansammelt. Aus diesem Grunde sollten alle Abzugskanäle mit Gefälle verlegt werden, damit das Sammelwasser darin nicht stagniert, sondern an einer dafür eingerichteten Stelle zusammenfließt.

Manche Gase werden schon dadurch beseitigt, daß sie oberhalb des Fabrikdaches ins Freie geführt werden und sich dort mit der Luft vermischen (Gitterschornsteine). In stärkerem Maße lästige Gase werden, wenn ihre Beschaffenheit es zweckmäßig erscheinen läßt, zur Verbrennung unter die Kesselfeuerung geführt. Andere treten erst in den Fuchs des Schornsteins, um in höheren Luftschichten verdünnt zu werden. Manche Abgase werden aber auch auf diese Weise noch nicht hinreichend beseitigt, sondern verraten ihre verderbliche Wirkung in Flurschäden, die sie anrichten. Man hat infolgedessen die abführenden Schornsteine höher und in manchen Fällen ganz außergewöhnlich hoch gebaut (die hohe Esse der sächs. Hüttenwerke in Halsbrücke bei Freiberg ist 140 m hoch), um die Gase während des Niederfallens zur Erde stark zu verdünnen. Bisweilen hat das Erfolg gehabt, bisweilen hat man aber auch die Wirkungszone der Gase nur weiter gerückt. In manchen Gegenden sind die aus solchen Flurschäden erwachsenden Prozesse an der Tagesordnung. Die darüber bestehende Literatur beweist zur Genüge, von welcher Bedeutung diese Angelegenheit für die Beteiligten ist.

Beim Bau neuer Fabrikschornsteine tut man gut, die Möglichkeit des Anschlusses späterer Abzugskanäle an den Fuchs oder den Schornstein selbst vorzusehen, aber auch daran zu denken, daß durch solche Abzugsanschlüsse die Zugkraft der Esse für die Feuerungsanlage vermindert wird.

Das Material des Schornsteinmauerwerks bzw. des inneren Mantels richtet sich nach der chemischen Eigenart der Gase, sonst ist seine Lebensdauer beschränkt. Auf Steinwärdern in Hamburg wurde im Jahre 1901 ein 89 m hoher Schornstein gesprengt, der diese beträchtliche Höhe aus dem oben genannten Grunde erhalten hatte, der aber in wenigen Jahren durch den Einfluß von Säuregasen so rissig geworden war, daß der bedrohliche Zustand die Beseitigung notwendig machte.

Eine andere Art, die Gase unschädlich zu machen, besteht darin, sie von Wasser absorbieren zu lassen, indem entweder ein feiner Sprühregen im erweiterten Abzugsrohr unterhalten wird oder indem das Wasser in hohen Kokstürmen niederrieselt und nach dem Prinzip des Gegenstromes das von unten aufsteigende Gas aufnimmt. Diese Reinigungsart setzt natürlich voraus, daß das mit solchen Gasen gesättigte Wasser un schwer beseitigt oder seinerseits unschädlich gemacht werden kann.

Weiteres über Abwässer und Abgase findet sich u. a. in:

- C. Weigelt, Beiträge zur Lehre von den Abwässern;
 Haselhoff und Lindau, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch,
 und in den neueren Werken von Ferd. Fischer (Wasser), K. Hartmann (Sicherheitseinrichtungen), J. H. Vogel (Abwässer), F. Ullmanns Enzyklopädie usw.

Siebente Abteilung.

Kalkulieren und Inventarisieren.¹⁾

Die **Kalkulation** bezweckt die Ermittlung der Gesteungskosten eines Fabrikates. Sie bildet somit den ausschlaggebenden Prüfstein für die Brauchbarkeit des Fabrikationsverfahrens. Mag ein Betrieb wissenschaftlich und technisch auch noch so gut durchstudiert bzw. ausgebildet sein und läßt er keinen Gewinn, der zu den aufgewandten Kosten in erträglichem Verhältnis steht, so ist er eben unlohnend. Damit ist nicht gesagt, daß ein Betrieb, der sich aus irgendwelchen Gründen als unrentabel erweist, auch in jedem Falle und zu jeder Zeit eingestellt werden muß. Bisweilen kann er ja auch gar nicht so ohne weiteres aufgegeben werden.

Es kann vorkommen, daß infolge eines bestehenden Verkaufsabschlusses noch eine gewisse Restmenge Ware zu liefern ist, zu deren Darstellung das benötigte Rohmaterial aus unvorhergesehenen Ursachen nur zu empfindlich höheren Preise beschafft werden kann. Andererseits kann ein sehr großer Vorrat an Rohmaterial, dessen Preis mittlerweile stark gefallen ist und das auch jenen des daraus gewonnenen Fabrikates in Mitleidenschaft gezogen hat, unter Umständen dazu zwingen, die Fabrikation ohne oder doch nur mit sehr geschmälerem Gewinn weiter zu betreiben.

Neben solchen auf rein kaufmännischem Gebiete liegenden Unsicherheiten gibt es aber auch technische, die mehr den Betriebs-Chemiker angehen und für die man ihn unter Umständen auch selbst verantwortlich machen kann. So kann die Fabrikation durch Vergeudung von Rohmaterial oder durch sorgloses Arbeiten und mangelhafte Kontrollbestimmungen sehr geschädigt werden. Auch kann sich die Ausbeute infolge Verschmutzung der Apparatur oder ungeeigneten Materials verringern. Nicht so bedenklich, wie dergleichen chronische Schäden sind die akuten, deren Ursachen meist leichter erkannt und abgestellt werden können.

Um eine Fabrikation wirtschaftlich zu bewerten, ist außer der auf Grund normal durchgeführter Arbeit erhaltenen Kalkulation eine ständige oder doch in bestimmten Zeitabschnitten zu wiederholende Kontrolle notwendig, die über die Lage Aufschluß gibt (s. o.).

Der „fabrikatorische“ Teil einer Kalkulation muß enthalten:

1. Die Rohmaterialien,
2. Dampf, Wasser, Kraft,
3. den Arbeitslohn und den Posten für
4. die Abnutzung der Apparatur.

1) Vgl. insbesondere H. Trillich, Kaufmännische und technische Fabrikbetriebskunde, Leipzig 1920.

Von der erhaltenen Summe ist u. U. der Wert etwaiger Nebenprodukte in Abzug zu bringen. Der dann verbleibende Betrag stellt den Fabrikationsgestehungspreis des erhaltenen Fabrikates dar; zu ihm kommt der vom Kaufmann aufzustellende Teilbetrag für allgemeine Spesen (Immobilien- und Mobilienzins und -abschreibung, Abgaben, Verwaltung, Verkaufunkosten) hinzu.

In vielen Fabriken sind der Einheitlichkeit halber vorgedruckte Gestehungskosten- und Kalkulationsformulare im Gebrauch, die alle Einzelheiten enthalten und die nur auszufüllen sind. Als Beispiel dafür mag das nebenstehende Schema gelten.

Die für die Rohmaterialien anzusetzenden Preise enthalten alle darauf lastenden Spesen, wie Transportkosten, Verpackung, Rückfracht für Leergefäße (Ballons, Fässer, Bomben), Zoll-, Versicherungs-, sonstige Gebühren usw.

Die Ermittlung des verbrauchten Dampfes geschieht in den meisten Fällen am einfachsten in der Weise, daß man den in Frage kommenden abgehenden Dampf zwecks vollkommener Kondensierung in ein zum Teil mit kaltem Wasser gefülltes gewogenes Gefäß schickt und nach Beendigung der Ermittlungszeit die Gewichtszunahme feststellt, die dann gleich der verbrauchten Dampfmenge ist. Aus der am Kessel festzustellenden Verdampfung ist leicht das dem verbrauchten Dampf entsprechende Gewicht Kohlen zu erfahren.

Der Kraftverbrauch kommt in der erhöhten Maschinenleistung zum Ausdruck, über deren Messung auf S. 153 ff. das Nähere gesagt worden ist.

Das Wasser ist entweder an irgendeiner Stelle nach dem Betriebsgebrauche zu messen oder, wenn das nicht zugänglich ist, aus der Abnahme des Vorrates im Wasserreservoir zu ermitteln. Letztere Methode hat natürlich zur Voraussetzung, daß während der Beobachtungsdauer kein anderer Betrieb Wasser aus dem Reservoir entnimmt. Wenn auch dieses Verfahren nicht ausführbar sein sollte, so kann der Wasserverbrauch auch aus der Pumpenleistung berechnet werden.

Zur Feststellung des für ein Fabrikat verausgabten Arbeitslohnes ist das vom Meister zu führende Lohnbuch einzusehen, in dem der ausgezahlte Lohn nach Personen und der von diesen verrichteten Arbeit zerlegt ist.

Zur Bemessung der Abnutzung der Apparatur muß man deren Wert, einschließlich der Montagekosten und der regelmäßig wiederkehrenden Reparaturen, kennen und abschätzen, innerhalb welcher Zeit und nach welcher Leistung sie wohl verbraucht sein wird. Je nach der Dauerhaftigkeit amortisiert man sie jährlich mit 10—30 % ihres Wertes oder noch höher.

Eine Beschönigung der Kalkulation, vielleicht in der Hoffnung, daß sich dieselbe nach und nach günstiger gestalten wird, ist ein sehr gefährlicher Fehler, der von Folgen schlimmster Art begleitet sein kann. Bei ungewissen und wechselnden Gestehungskosten sollte man stets die ungünstigsten annehmen und in die Spalte „Sonstiges“ alles einsetzen, was das Fabrikat noch belasten kann und nicht in den

anderen Benennungen unterzubringen ist. Die Bewertung der Nebenprodukte geschehe immer zu mäßigem Satze und unter angemessenem Abzug für Arbeit und Quantitätsverringerung, die mit einer für weiteren Verbrauch notwendig werdenden Umarbeitung verbunden ist.

Eine einzige (und besonders die erste) Kalkulation von Fabrikaten ist zur Aufstellung der richtigen Einstandspreise nie genügend und meist auch nur annähernd zutreffend. Durch gelegentliche Wiederholungen ist der durch eine Kalkulation ermittelte Gestehungspreis zu kontrollieren und zu berichtigen, je nachdem sich in der Fabrikation Änderungen eingestellt haben oder nicht.

Die Kalkulation von Waren, deren Preise durch die Konkurrenz stark gedrückt sind, gestaltet sich keineswegs einfach. In diesen Fällen ist mit aller Sorgfalt festzustellen, welches der wirkliche Mindestpreis ist. Es muß daher mit der peinlichsten Genauigkeit vorgefahren werden. Die Kalkulation soll regelmäßig wiederholt werden, um beständig über die Wirtschaftlichkeit unterrichtet zu sein.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß eine Kalkulation, die für volle Beanspruchung der betreffenden Anlage aufgestellt ist, nicht mehr zutrifft und sich in ungünstiger Weise verändert, wenn der Betrieb nur zeitweilig und nicht mit ganzer Ausnützung arbeitet. Eine Ware, die bei 1000 kg Tagesproduktion guten Nutzen läßt, kann u. U. sehr viel weniger gewinnbringend werden, wenn z. B. nur jeden zweiten Tag gearbeitet wird oder nur 500 kg täglich erzeugt werden.

Das Inventarisieren ist die Bestandsaufnahme, durch die nachgewiesen werden soll, in welcher Weise das Geschäftsvermögen in Mengen und Werten zu- oder abgenommen hat. Die Inventur wird gewöhnlich einmal jährlich vorgenommen. Sie gehört in ausgedehnten Betrieben zu den zeitraubendsten und umständlichsten Arbeiten. In manchen Fabriken pflegt man zur Vermeidung von Irrtümern der eigentlichen Inventur etwa einen Monat früher eine Vorinventur voranzugehen zu lassen, die zur ersten Orientierung und zur Kontrolle der wirklichen Inventur dient.

Die Inventuraufnahme großer Betriebe erfordert sorgfältige Vorbereitung. Es müssen die Einzelbetriebe so hergerichtet werden, daß die Bestandsaufnahme leicht vonstatten geht. Man verteilt meist die mit Nummern versehenen Abteilungen und Räume der ganzen Fabrik systematisch. In allen Abteilungen werden die Inventurkladden mit den entsprechenden Nummern der Räume, für die sie bestimmt sind, versehen, so daß ein Übersehen eines Raumes ausgeschlossen bleibt.

Über die Art der Inventuraufnahme bestehen in den verschiedenen Fabriken verschiedene Gewohnheiten. Bisweilen nehmen sie die Meister vor, bisweilen die Betriebs-Chemiker, bisweilen auch dritte Personen, die mit der Fabrikation sonst nichts zu schaffen haben. Welches von diesen Verfahren das zweckmäßigste ist, läßt sich im allgemeinen nicht sagen, da es ja ganz auf die herrschenden Verhältnisse ankommt. Die Aufnahme durch dritte Personen schließt immer eine Kontrolle des Personals ein, die, sobald sie den Charakter des Mißtrauens trägt,

für den gewissenhaften Beamten stets etwas Verletzendes hat. An sich ist diese Art vollkommen berechtigt, wenn sie grundsätzlicher Geschäftsbrauch ist.

In der Voraussetzung, daß die Wägungen (und das ganze Inventarisieren ist in der Hauptsache doch nur ein Wägen und Messen) von den Meistern zuverlässig ausgeführt werden, kann man ihnen die Inventuraufnahme zunächst überlassen, indem man anordnet, daß jeder Gefäßinhalt — durch Anschreiben des Brutto- und Taragewichtes — nachkontrolliert werden kann und daß jedes inventarisierte Stück zum Zeichen dafür, daß es aufgenommen ist, mit einem deutlich sichtbaren Merkmal (Datum) versehen wird. Während dieser Zeit stellt man sich für jeden Betrieb das Verzeichnis der zu inventarisierenden Teile aus dem Gedächtnis zusammen, was einem nicht schwer fallen wird, wenn man den Betrieb so beherrscht, wie es von dem Betriebs-Chemiker verlangt werden kann. Wenn man dann mit dem Meister den inventarisierten Betrieb durchgeht, seine Notizen Stück für Stück nachsieht, sie in das selbst aufgestellte Verzeichnis überträgt und dann beide Bestandsaufnahmen miteinander vergleicht, so dürften nennenswerte Irrtümer ausgeschlossen sein.

Ob und bis zu welchem Grade während der Inventuraufnahme die Fabrikation ruhen muß, das hängt von den jeweiligen Verhältnissen ab. Man kürze jedoch die Pause durch überlegte Reihenfolge der Bestandsaufnahme möglichst ab.

Die Betriebsinventur setzt sich aus drei Gruppen zusammen: aus den Rohprodukten, den Fertigprodukten und den Zwischenprodukten. Während über die ersten beiden kaum Unsicherheiten in der Bewertung bestehen werden, kann die Abschätzung der Zwischenprodukte von verschiedenen Gesichtspunkten aus erfolgen. An sich haben die Zwischenprodukte eigentlich gar keinen oder einen viel geringeren, als den Inventurwert, der ja die Fertigmachung voraussetzt. Daher können die Zwischenprodukte als Fertigwaren unter Abzug der für die endgültige Fertigstellung noch aufzuwendenden Kosten in die Inventur aufgenommen werden. Andererseits können sie auch auf die in ihnen enthaltenen Rohmaterialien unter Zufügung der dafür bis zu diesem Stadium aufgewendeten Fabrikationskosten zurückbewertet werden. Welche von diesen beiden Auffassungen man annimmt, ist schließlich gleich. Unbedingt notwendig ist es aber, nachdem man sich für eine von den beiden entschieden hat, nach dieser dauernd zu verfahren, um vergleichbare Resultate zu erhalten.

In manchen Fabriken hat sich die Methode recht gut bewährt, in der Bewertung der Zwischenprodukte zwischen solchen eine Grenze zu ziehen, die noch eine stoffliche Veränderung durchzumachen haben, und solchen, die bereits das fertige Produkt, wenn auch in einer noch so unreinen Form, enthalten. Die ersteren werden dann auf die Rohprodukte umgerechnet, deren Wert sich um die bisher erforderlichen Fabrikationskosten erhöht. Letztere werden dagegen als Fertigprodukte eingestellt indem man die dafür noch erforderlichen Fabrikationskosten abzieht.

Außer der alljährlich im ganzen Fabrikbetriebe vorzunehmenden Inventur empfiehlt sich eine Bestandsaufnahme in kürzeren Zwischenzeiten zunächst für solche Betriebe, in denen wertvolle Stoffe verarbeitet werden. Nur so kann man sich rechnerisch vergewissern, daß keine Verluste eingetreten sind. Bestandsaufnahmen empfehlen sich auch dort, wo die Kalkulierung — z. B. bei schwankenden Ausbeuten — beständig geändert werden muß. Aus dem Ergebnis von zwei aufeinander folgenden Inventuren lassen sich unter Berücksichtigung der aus dem Fabrikationsjournal ersichtlichen in der Zwischenzeit verbrauchten Rohstoffe und der erzeugten Waren schnell die Gehetungspreise berechnen.

Die Analysen, die für Inventur- und Bestandsaufnahmen angefertigt werden müssen, um den Wertinhalt im Umlauf befindlicher Produkte kennen zu lernen, sollten von einer möglichst neutralen Stelle ausgeführt werden. Auf die Art der Probenahme ist erhöhter Wert zu legen, da Analysefehler sehr schwer ins Gewicht fallen können.

Achte Abteilung.

Aufbewahrung und Versand der Fabrikate.

Die aus der Fabrikation hervorgehenden Produkte werden entweder sogleich in die zum Versand bestimmten Behälter (Fässer, Kisten, Ballons usw.) überführt oder auf Lager genommen. Material und Beschaffenheit der verwandten Behälter können recht verschieden sein. Die Standgefäße des Lagers zeichnen sich mitunter durch eine bis zur Eleganz gesteigerte Gediegenheit aus oder sie sind sehr primitiv und genügen eben gerade zur Aufbewahrung. Das eine soll ebensowenig gelobt, wie das andere getadelt werden, denn der Geldpunkt spielt hier — wenn auch nicht immer — eine bestimmende Rolle; die Hauptsache ist, daß die Zweckmäßigkeit dabei nie außer acht gelassen wird.

Gefäße sollen in Form, Größe und hinsichtlich der Art ihrer Füllung oder Entleerung handlich und praktisch sein. Dies gilt besonders von Flaschen und Kruken, die sich im praktischen Gebrauch ihrer Enghalsigkeit wegen häufig nur schlecht bewähren. Der Verschuß sei mit Rücksicht auf den Inhalt gehörig staub-, luft- und lichtsicher. Die aufgeklebte oder angebundene Etikette sei leserlich, dauerhaft, sauber (nicht von dem verschütteten Inhalt verschmiert), trage die genaue Handels-, bzw. Katalogbezeichnung und sei nicht am Deckel oder einem anderen losen und verwechselbaren Gefäßteile befestigt.

Zur schnellen Ermittlung der Vorratsmenge sei auf jedem Gefäße die Tara verzeichnet. Angabe über Rauminhalt von Gefäßen ist von Nutzen, wenn man den Inhalt schätzen oder sich z. B. vergewissern will, ob eine aus dem Betriebe neu angelieferte Menge noch zu dem Rest im Gefäße hinzugefügt werden kann. Zur schnellen und sicheren Ermittlung der Größe von Versandgefäßen werden die

spezifischen Gewichte an den Standgefäßen vermerkt. Durch diese Vorsicht vermeidet sich unnötiges Einschmutzen zu groß oder zu klein gewählter Versandgefäße. Schließlich sollen die Lagergefäße nicht vernachlässigt aussehen. An ihrer äußeren Beschaffenheit, an der Art ihrer Aufstellung in ausgerichteten Reihen, der Sauberkeit und der Ordnung in den Räumen ist die Person des Lagerverwalters zu erkennen. Ein gut geführtes Lager sieht immer aufgeräumt aus. Bei der Anlage neuer Fabriken bedenke man daher auch die genügende Größe und zweckentsprechende Beschaffenheit der Lagerräume.

Für die Verteilung der Fabrikate auf den Lagerräumen sind verschiedene Gesichtspunkte maßgebend. Die Feuergefährlichkeit derselben verlangt eine Aufbewahrung, die teils von der Baupolizei, teils feuerversicherungsseitig vorgeschrieben ist und die sowohl die bauliche Beschaffenheit der Lagerräume, wie auch die Abgrenzung von den übrigen Lagerbeständen berücksichtigt. Außer diesen maßgeblichen Vorschriften wird man in besonderen Fällen auch das zu beachten haben, was bezüglich Verteilung und Einrichtung im eignen Interesse geboten erscheint.

Schwere und große Massen dürfen nicht unnötige Transportkosten verursachen und sind, wenn ihre Lagerung im Freien nicht angängig ist, zu ebener Erde oder in flach liegenden Kellerräumen aufzubewahren. Der Einfluß der Sommerwärme und der Winterkälte, der Feuchtigkeit, des Lichts, derjenige von Dünsten und von Staub ist stets zu berücksichtigen.

Die dem Verderben leichter ausgesetzten Produkte müssen so aufbewahrt werden, daß sie sich nach Möglichkeit unverändert halten. Außerdem sind sie stets zu überwachen und müssen insbesondere vor dem Versand nochmals untersucht werden.

Im allgemeinen wird der Grundsatz befolgt, daß die zuletzt angelieferte Ware nach der früher erhaltenen zum Verkaufe kommt. Können die Fabrikate verschieden ausfallen, dann ist man bisweilen gezwungen, dieselben getrennt aufzubewahren, um gewisse Qualitäten für bestimmte Kunden zu reservieren. Daß das Material der Verpackung die Qualität der Waren in keiner Weise beeinflussen darf, ist eigentlich selbstverständlich, wird bisweilen aber doch außer acht gelassen.

Für etwaige Reklamationen ist zunächst vom Chemiker vor der Ablieferung an das Lager ein Kontrollmuster zurückzuhalten. Sodann nimmt der Lagerist ein Muster, das zum Vergleich mit dem in seinem Besitze befindlichen Typenmuster dient. Auf Grund dieses Vergleiches wird das Fabrikat entweder vom Lager angenommen oder an den Betrieb zur Umarbeitung zurückgegeben. Die getrennt genommenen Lager- und Betriebsmuster dienen ferner dazu, bei vorkommenden Reklamationen die Ursache und die Stelle der Verantwortlichkeit festzustellen, da jene entweder in der Fabrikation oder in der mangelhaften Aufbewahrung bzw. der Verpackung begründet sein können.

Das Verpackungsmaterial und die Art der Verpackung für den Transport ist, abgesehen von gelegentlich seitens des Käufers gestellten Forderungen, recht verschieden und richtet sich nach dem Wert und dem Verwendungszweck der Produkte. Für Rohmaterialien und andere technisch verwendeten Fabrikate ist jene Verpackung die geeignetste, die bei genügender Transportsicherheit die Transportkosten am billigsten gestaltet. In diesem Sinne werden z. B. leichte Spanfässer oder Spezialwaggons den an sie gestellten Anforderungen am ehesten gerecht, indem durch sie die Bruttotransportspesen auf ein Minimum herabgedrückt werden. Man denke nur an das Gewicht der Stahlbomben für komprimierte Gase, an das der Ballons und Fässer bei billigen Produkten, wie Schwefelsäure, Salzsäure, Ammoniak usw.

Mit steigendem Wert der Ware verringert sich der Überpreis der Verpackung. Diese kann dann dementsprechend vollkommener gestaltet werden. Es sollte auch in allen Fällen, in denen die Verpackung nicht nur allernotwendigstes Mittel zum Zweck ist, besonderer Wert darauf gelegt werden. Berühmt sind die „Originalverpackungen“ großer Fabriken. Die Verpackung soll von A bis Z einen vertrauenerweckenden Eindruck machen. Dürftige, unsorgfältige oder oberflächliche Emballage ist niemals eine Empfehlung. Dahingegen wirkt die Art der Verpackung, die „Aufmachung“, bei Spezialartikeln geradezu förderlich auf den Verkauf. Die Anschauung, daß der Käufer nichts auf die Verpackung gibt und einzig die Qualität der Ware beurteilt, ist nur selten richtig. Jedes Produkt kann durch Auswahl von Farbe und Form der Verpackung nur gewinnen. So ist die innere Auskleidung von Kästen und Schachteln für weiße Produkte häufig mit voller Absicht blau gewählt, weil die Farbe des Produktes dadurch viel reiner erscheint.

Vor einem Zuviel in diesem Sinne wird ein Geschäft mit ernsten Grundsätzen natürlich Halt machen, um nicht mit denjenigen in eine Klasse geordnet zu werden, denen zunächst die Aufmachung und nachher erst die Qualität der Ware erster Geschäftsgrundsatz ist.

Ein ins Gewicht fallender Umstand für Transport der Fabrikate ist bei Postsendungen die beste Ausnutzung der zulässigen Maximalgewichte. Darin könnte im Geschäftsverkehr bedeutend mehr gespart werden, wenn in Bestellungen nicht so oft eine Nettomenge, sondern ein Bruttogewicht verlangt würde. Um Umständlichkeiten zu vermeiden, werden solche Bestellungen bis auf das Gramm genau erledigt, ohne daß man in Erwägung zieht, daß eine geringe Verminderung bisweilen wesentliche Portoverbilligung bringt oder daß auch ein Mehrgewicht u. U. noch innerhalb der Portogrenze liegen und demnach umsonst befördert werden kann.

Den Bahn- und Wassertransport regeln eine Reihe von Verkehrsbestimmungen, ohne deren Kenntnis eine geschickte und zuverlässige Spedition kaum erreicht werden kann. Der für den Transport günstigste, schnellste und billigste Weg muß gefunden werden. Die in Betracht kommenden Tarife für Feuer- und gewöhnliche Züge, für Eilgut, Stück- und Waggonladung, für Rückfrachten von Leergut, die

Versicherung gegen Bruch, Feuer, Lieferfrist, die richtige Ausfüllung der Begleitformulare und Zolldeklarierungen, das alles sind Dinge, in denen der Expedient zu Hause sein muß, wenn die Verfrachtung immer glatt vonstatten gehen soll.

Stapelung und Versand von Massengütern regeln sich nach z. T. anderen Bedingungen. An die Stelle der kleinen Standgefäße treten weite Lagerhallen, die viele Tausende von Tonnen fassen, geräumige Flüssigkeitstanks (bewährte Bauart nach Intze) oder große Gasometer. Hängebahnen, mechanische Transportvorrichtungen, Krane, pneumatische Förderanlagen usw. geben diesem Teil der modernen Großbetriebe ein ganz merkwürdiges Gepräge. Die Ausspeicherung und Verladung erfolgt mechanisch mit Hilfe besonderer Apparaturen. Automatische Wagen registrieren die Gewichte. Absack- und Abfüllmaschinen füllen selbsttätig Säcke, Fässer und Trommeln mit genau eingestellten und dosierten Mengen der einzelnen Produkte, deren Weitertransport zahlreiche Formen vor Spezialwagen, Kesselwagen, Topfwagen, Flaschenwagen (für komprimierte Gase) usw. dienen. Für Kleinverpackung sind Spezialmaschinen eingeführt worden, die das Einwiegen, Beuteln, Falzen, Schließen, Etikettieren usw. in einfachster Weise besorgen. Vgl. a. C. Michenfelder, Die Materialbewegung in chemisch-technischen Betrieben (Leipzig 1915).

Schlußwort.

Das rein chemische Wissen, das für den Betriebs-Chemiker stets den Grundstein bilden muß, ist nicht in den Kreis der Betrachtungen hineingezogen worden, da es als vorhanden vorausgesetzt wird.

Es ergibt sich aber aus den Ausführungen, die den Inhalt des Buches bilden, daß der Betriebs-Chemiker auf sehr vielen Gebieten gründlich bewandert sein muß, um im harten Konkurrenzkampf nicht ins Hintertreffen zu geraten.

Daß die vollkommenste Technik oft vor einem Gegner die Waffen strecken muß, der mit besseren kaufmännischen und mit spekulativen Mitteln kämpft, ist eine häufige und betrübliche Erscheinung, die dazu mahnt, daß sich jeder Chemiker, wenn ihm nicht ein tüchtiger branchenkundiger Kaufmann zur Seite steht, auch in das kaufmännische Gebiet seines Berufes hineinarbeiten sollte.

Nur inniges und wohlorganisiertes Zusammenwirken von Technik und kaufmännischer Taktik wird einen Betrieb konkurrenzfähig erhalten. Beständige Fühlung mit den marktbeherrschenden Faktoren ist nicht minder wichtig, als gute technische Voraussicht.

Gerade unsere heutige Zeit fordert vom Chemiker ein gründliches Vertrautsein mit allen diesen Dingen. Die deutsche Technik kämpft schwer darum, sich wirtschaftlich zu behaupten und die chemische Industrie ist eine Führerin in diesem Wettkampf der Völker.

Der angehende Chemiker sollte sich während der Zeit seines Studiums neben dem Fachwissen die grundlegendsten Kenntnisse auf jenen

Gebieten aneignen, die im vorstehenden Buche ganz kurz umrissen sind, ohne daß die Aufzählung, die hier geboten wurde, auf Vollständigkeit und erschöpfende Behandlung des Themas Anspruch machen könnte. Sehr wertvolles Material bietet in dieser Beziehung der „Technisch-literarische Führer“ des Vereins deutscher Ingenieure: „G. Sinner, Betriebswissenschaften, Berlin 1919.“ Die wirksamste Schule für das Schlachtfeld der industriellen Betriebspraxis bleibt die Betätigung in einem Fabriklaboratorium und namentlich das Arbeiten in einer Versuchsanlage. Hier findet der die Universität oder Technische Hochschule verlassende junge Chemiker am ehesten Gelegenheit, sich die Sporen zu verdienen und in das ihm fremde und dunkle Gebiet einzudringen, ehe er als „Betriebsassistent“ in den Betrieb selbst übertritt, um vielleicht nach mehr oder weniger langer Zeit dessen Leitung allein zu erhalten.

Allgemeine Literatur.

- Zeitschriften: Chemikerzeitung, Zeitschrift für angewandte Chemie, Chemische Apparatur usw.
Sammel Ausgaben der Gewerbeordnung, Unfallverhütungsvorschriften, Patentgesetze usw.
„Der Beruf des Chemikers“. Herausgegeben vom „Bund angestellter Chemiker und Ingenieure“, Berlin 1920.
P. Krische, Wie studiert man Chemie? Stuttgart 1919.
H. Goldschmidt, Der Chemiker. Herausgegeben von der deutschen Zentralstelle für Berufberatung der Akademiker; Berlin.
O. Prätzel, Von der Fabrikorganisation. Braunschweig 1919.
W. v. d. Daele, Der moderne Fabrikbetrieb und seine Organisation. Stuttgart 1919/20.
R. Thebis, Handfertigkeitsskniffe im Laboratorium, technische Winke für Unterricht und Praxis. Leipzig 1919/20.
-

Sachregister.

- Abdampf 170, 300.
 Abdichtungen der Rohr-
 verbindungen 79.
 Abflußleitungen 221.
 Abgänge 317 ff.
 Abzug 295.
 — -Kanäle 219.
 Akkumulatoren 172.
 Alkoholometer 101.
 Aluminium 24.
 Aluminiumlegierungen 27.
 Analysenapparate 105.
 Anstreicher 67.
 Apparatur, Art und Form
 der 232.
 — Erste Ingangsetzung
 der beweglichen 247.
 — Montage der 244.
 — Reparaturen der 253.
 — Überwachung der 250.
 Aquapult 202.
 Aräometer 101.
 Arbeiten im Laboratorium
 223.
 Arbeiter, Einarbeiten der
 249.
 Arbeitsmethoden 284.
 Armaturen, Anbringung
 der 239.
 — der Dampfkessel 125.
 Arseniklagermetall 29.
 Asbest 47.
 Aufbewahrung der Fabri-
 kate 326.
 Aufpfropfen 54.
 Aufzüge 193.
 Ausarbeitung neuer Ver-
 fahren 230.
 Ausbeute 250.
 Auslaugen 293.
 Ausschütteln 294.

 Babbit 27.
 Backsteine 43.
 Bahnen, Drahtseil- 192.
 — Hänge- 192.
 — transportable Eisen-
 191.
 — Voll- 190.
 Basalt 46.

 Bauhölzer, Biegsamkeit
 der 50.
 — Dauerhaftigkeit der 50.
 — Festigkeit der 50.
 Bauliche Anlagen 211.
 Baumspindel 101.
 Becherwerke 196.
 Beleuchtung 217.
 Benzinmotore 164.
 Beton 42.
 Betriebsanlage, Ausführ-
 ung der 243.
 — Entwerfen der 235.
 Betriebsassistent 330.
 Betriebsbuchführung 250.
 Betriebseinrichtung, In-
 standhaltung der 203.
 Betriebsgefahren, Einrich-
 tung zur Verhütung von
 255.
 Betriebshandwerker 61.
 Betriebskontrolle 229.
 Betriebsräume, Größe der
 214.
 Betriebsstillstand 254.
 Betriebsunfälle, Einrich-
 tung zur Verhütung von
 255.
 Betriebsvergrößerung 251.
 Bimsstein 47.
 Binder 44.
 Blatt, gerades 54.
 — Haken, 55.
 — schräges 54.
 Bleche 29.
 Blechlehre 29.
 Blechschmied 65.
 — -Werkzeug 67.
 Blei 20.
 Bleibleche 30.
 Bleidraht 30.
 Blei-, Hart- 28.
 Blindflansch 80, 246.
 Böttcher 65.
 — -Werkzeug 67/8.
 Bordscheibe 80.
 Braunkohle 111, 113.
 Bremsdynamometer 159.
 Brennkraft der Heizmate-
 rialien 109.

 Brennstoffe 111.
 Brennwert der Heizmate-
 rialien 109.
 Briketts, Braunkohlen-111
 — -Steinkohlen- 111.
 Bronzen 27.
 Brüden 300.
 Buche 51.
 Büttner 65.
 — -Werkzeug 67/8.

 Chamotte 45.
 — -Steine 45.

 Dachziegel 45.
 Dampf 106/7.
 — Bestimmung des Ma-
 schinen-— in d. Praxis
 157.
 — gesättigter 107.
 — -Röhren 69.
 — -Spannung 107.
 — überhitzter 107.
 Dampfkessel 115.
 — Anschaffung eines 135.
 — -Armaturen 125.
 — -Arten 116.
 — -Bedienung 132.
 — Betriebsstörung 131.
 — -Explosion 131.
 — -Feuerung 120.
 — -Gesetze 139.
 — Inbetriebsetzung eines
 neuen 136.
 — -Journal 137.
 — -Leistung 124.
 — -Material 115.
 — -Speisung 126.
 — Wahl des —-Systems
 134.
 Dampfmaschine 151.
 — Anschaffung einer
 neuen 160.
 — Arten von 152.
 — Dampfverbrauch der
 157.
 — Expansions- 152.
 — - Kondensations- 152.
 — -Leistung 153.
 — Teile der 152.

- Dampfmaschine, Wartung der 162.
 Dampfturbine 163.
 Darren 316.
 Delta-Metall 26.
 Desaggregator 287.
 Desintegrator 287.
 Destillieren 302.
 Dinassteine 46.
 Dismembrator 287.
 Draht 30.
 Drahtseilbahnen 192.
 Drahtseilbetrieb 189.
 Drahtseile, Erhaltung der 209.
 Drehbänke 67.
 Drehströme 172.
 Dreiquartier 44.
 Drosselklappe 91.
 Druckbirne 202.
 Druckluft 189.
 Druckwasser 190.
 Durit 58.
 Dynamomaschinen 171.

 Eiche 51.
 Eindampfen 295.
 Einquartier 44.
 Einzelantrieb 175.
 Eisen 13.
 Eisenbahnen 191.
 — transportable 191.
 Eisenbleche 30.
 Eisendraht 30.
 Eisenportlandzement 41.
 Elektrifizierung 174.
 Elektrische Beleuchtung 217.
 Elektrische Kraftquellen 170.
 Elektroinstallation 175/6.
 Elektromotor 173.
 Elektronmetall 28.
 Elektrotechnische Maßeinheiten 176.
 Elevator 196.
 — -Schlauch 196.
 Entfärben 306.
 Entladevorrichtungen 329.
 Entstaubung 218.
 Entwässerung 221.
 Erle 52.
 Exzelsiormühle 287.
 Extrahieren 293.

 Fabrikanlage 213.
 Fabriklager 326.
 Fahrstühle 193.
 Falzen 32.

 Faß 65.
 Faßbinder 65.
 — -Werkzeug 67/8.
 Faßstich 65.
 Federung 56.
 Fenster 216.
 Ferrolegerungen 29.
 Festigkeit der Materialien 59.
 Festigkeitsdauer 61.
 Festigkeitsgrenzen für die Praxis 60.
 Feueressen 123.
 Feuerlöschung usw. 4, 221.
 Feuervergoldung 31.
 Fichte 51.
 Filterpressen 314.
 Filtrieren 310.
 Filz 58.
 Flaschen 79.
 — -Muffen 80.
 — -Verbindung 79.
 Flaschenrohre 73.
 Flaschenzüge 194.
 — Differenzial- 194.
 — Schrauben- 195.
 Flüssigkeitswärme 107.
 Förderrinne 196.
 Friktions-Räder 182.
 Fuchs 123.
 Fugen 56.
 — Lager- 44.
 — Stoß- 44.
 Fuhrwerk, Beförderung durch 192.

 Galvanotechnik 31.
 Gasfeuerung 297, 317.
 Gasmotor 164.
 Gelbguß 26.
 Gewichte 98.
 Gießerei 31.
 Gips 46.
 Glas 36.
 — -Arten 37.
 — -Rohre 77.
 Glockenmühle 286.
 Granit 46.
 Graphittiegel 45.
 Grobschmied 64.
 — -Werkzeug 67/8.
 Gruppenantrieb 175.
 Gummi 57.
 — -Regenerat 57.
 Guttapercha 58.

 Hähne 86.
 — Einschalten der 87.
 Härtegrad 106.
 Halbgasfeuerung 296/7.

 Handwerker 61.
 Hanf 58.
 Hanfseiltrieb 188.
 Hartblei 28.
 Hartlot 33.
 Heißbäder 296.
 Heizmaterialien 111.
 Heizung 218/9.
 Hickoryholz 52.
 Hochofenzement 41.
 Holz 49.
 — -Arten 49.
 — Bau- 52.
 — -Bearbeitung 53.
 Holzkohle 112.
 Holzverbindungen 54.
 Homogene Verbleiung 31.

 Indikatordiagramm 158.
 Infusorienerde 47.
 Injektoren 202.
 Instandhaltung der Betriebseinrichtung 203.
 Inventarisieren 324.
 Isoliermittel 83.

 Kalk 39.
 Kalkstein 39/40.
 Kalkulieren 234, 321 ff.
 Kalorie 106.
 Kalziumlagermetall 29.
 Kanaltrockner 316.
 Kaolin 38.
 Kaskadenturm 292.
 Kautschuk 57.
 Kellerräume 214.
 Kesselsteinbildung 130.
 Kiefer 51.
 Kieserluf 47.
 Kiste 48.
 Klären 308.
 Klemmner 65.
 — -Werkzeug 67/8.
 Klingerit 58.
 Klinker 45.
 Kohle 113.
 — Kaolin- 307.
 — Knochen- 307.
 — -Kolonnen 307.
 Kohlsäureleitung 71.
 Koks 114.
 Kollergänge 286.
 Kolonnenapparate 303.
 — Aufstellung der 305.
 Kondensator 301, 304.
 Kondensstöpfe 92.
 Kondenswasserableiter 92.
 Kondenswasserabscheider 92.

- Kork 58.
 Kraftübertragung durch
 Treibriemen 182.
 Kristallisieren 309.
 Krümmer 73.
 — Flanschen- 74.
 Kübler 65.
 — -Werkzeug 67/8.
 Küfer 65.
 — -Werkzeug 67/8.
 Kugelmühlen 287.
 Kunststeine 48.
 Kupfer 18.
 — -Bleche 30.
 — -Draht 30.
 — -Schmied 65.
 — — -Werkzeug 67/8.
 Kupplungen 178.

 Laboratorium 223.
 — Technisches Versuchs-
 231.
 Lagerräume 327.
 Lärche 51.
 Latten 52.
 Läufer 44.
 Laufkräne 196.
 Leder 58.
 Legierungen 25.
 Lehm 39.
 Leitungen, Abfluß- 69.
 — Druck- 197.
 — elektrische 175.
 — Kohlensäure- 71.
 — Lageplan der Erd- 220.
 — Preßluft- 71.
 — Saug- 197.
 — Vakuum- 71.
 Leuchtgas 114.
 Lösen 293.
 Losscheibe 184.
 Lot 32/3.
 — Hart- 27.
 — Schlag- 27.
 — Weich- 33.
 Löten 32.
 Lötzinn 29/33.
 Lüftung 218/9.
 Lurgimetall 29.

 Magnalium 28.
 Magnesia 47.
 Mahlgänge 287.
 Mannlöcher 240.
 Manometer 103.
 Marmor 46.
 Maßeinheiten, elektro-
 technische 176.
 Massengüter 329.
 Material der Apparatur 13.

 Materialbewegung 329.
 Mauersteine 43.
 Maurer 66.
 — -Ausrüstung 67/8.
 Mehlmühlen 287.
 Messing 26.
 Meßapparate 96.
 Metall 26.
 — Bearbeitung 31.
 — Newtons 29.
 — Roses 29.
 — Weiß- 26.
 Mischen 289.
 Montage der Apparatur
 244.
 Montagewerkzeug 68.
 Montejus 202.
 Mörtel 40.
 — hydraulischer 40.
 — Zement- 40.
 Motore 164.
 — Arten von 164 ff.
 — Kraftverbrauch u. Be-
 triebskosten von 168.
 Muffenverbindung 80.
 Mühlen 286.
 Mutter 35.

 Nase 35.
 Nebenprodukte 317.
 Newtons Metall 29.
 Nickel 23.
 Nieten 34.
 Notausgänge 216.
 Notbeleuchtung 217.
 Nute 36.
 Nutschen 312.

 Öfen 317.

 Papiergeweberiemen 184.
 Pappel 52.
 Paternosterwerk 196.
 Pechkiefer 51.
 Petroleum 114.
 — -Motore 164.
 Phosphor-Kupfer 26.
 Pitchpine 51.
 Plandarren 316.
 Plansieb 289.
 Platin 23.
 Pochwerke 290.
 Pockholz 52.
 Polterschnecke 290.
 Porzellan 38.
 — -Rohre 77.
 Pressen, Filter- 314.
 Preßluftleitung 71.
 Probenehmen 229.
 Pronysche Zaum 159.

 Pulsometer 201.
 Pumpen 197.
 — -Arten 198.
 Putzen 204.
 Pyknometer 103.
 Pyrometer 100.

 Quartierstück 44.
 Quarz 37.

 Räder, Zahn- 180.
 — Friktions- 182.
 — Reibungs- 182.
 — Schnecken- 182.
 Reaktionstürme 292.
 Reinigen 204.
 Rentabilitätsberechnung
 234.
 Riemen, -Ausrücker 184.
 — Erhaltung der 188, 208.
 — Kraftübertragung mit
 182.
 — -Scheiben 183.
 — -Stück 44.
 — -Trieb 182.
 — -Verbindungen 186.
 Rohmaterial 231.
 — Untersuchung des 228.
 Rohrbiegeapparat 75.
 Rohrdichtung 81.
 Rohre 68.
 — Flanschen- 69.
 Rohrkanäle 69.
 Rohrleitung 68.
 — Befestigung der 83.
 — Bekleiden der 83.
 Rohrschelle 83.
 Rohrverbindungen 79.
 Rolle 183.
 — Druck- 183.
 — Spann- 183.
 Rollschicht 44.
 Roses Metall 29.
 Rost 121.
 Rostschutz 209.
 Rotguß 27.
 Rotmessing 26.
 Rottanne 51.
 Rüster 52.

 Sand 45.
 Sandstein 46.
 Sauggasmotore 165.
 Saugtrockner 315.
 Schamotte 45.
 Schiebebühne 196.
 Schieber 91.
 Schlagkreuzmühle 287.
 Schlaglot 27.
 Schlämmen 291.

- Schläuche 78.
 — Erhaltung der 209.
 Schleudermühle 287.
 Schlosser 64.
 — -Werkzeug 67/8.
 Schlüssel 216.
 Schmieden 31.
 Schmieren 205.
 Schmiermittel 205.
 — -Gefäße 207.
 — -Öle 205.
 Schneckenrad 182.
 Schneiden 32.
 Schnelltrockner 316.
 Schornstein 123.
 Schottermaschinen 286.
 Schrauben 35.
 — -Mühlen 286.
 — -Scher- 54.
 Schrotmaschinen 286.
 Schurrsieb 289.
 Schweißen 32.
 — Autogenes 32.
 Serpentin 46.
 Sheddächer 217.
 Sicherheitseinrichtungen 258 ff.
 Sicherheitsventil 129.
 Sieben 288.
 Silber 24.
 Spengler 65.
 — -Werkzeug 67/8.
 Splint 36.
 Sprinklerapparate 221.
 Spritzguß 31.
 Spritzverfahren 31.
 Spund 66.
 Spundung 56.
 Spurkranz 184.
 Stahl 16.
 Stapelung 326.
 Staufferbüchse 208.
 Steine (Mauer-) 43.
 Steinverband 44.
 Stelling 180.
 Stopfbüchse 85.
 Stoß (Holzverbindung) 54.
 Stromleitung 175.
 Sublimieren 306.
 Teakholz 52.
 Thermometer 99.
 — Anbringung der 100.
 — Arten der 99.
 — Aufbewahrung der 100.
 Tischler 65.
 — -Werkzeug der 67/8.
 Tomback 26.
 Ton 38.
 Tonrohre 77.
 Tonschiefer 46.
 Tonwaren 38.
 Torf 112.
 Transmissionen 177.
 Transportmittel 190.
 — für feste Körper 191.
 — für Flüssigkeiten 196.
 Transportschnecken 196.
 — Bänder 196.
 Traß 37.
 Treibriemen, Material der 184.
 — Erhaltung der 208.
 Treppen 219.
 Trockenkammer 316.
 Trockentrommel 317.
 Trocknen 315.
 Trommelfilter 315.
 Trommelsieb 288.
 Turbinen, Dampf- 163.
 — Wasser- 165.
 Türen 215.
 Überblattung 55.
 Überwurfmutter 85.
 Unfall-Apotheke 283.
 Unfallstation 282.
 Unfallverhütungsvorschriften 255.
 — für Arbeitgeber und Betriebsleiter 258.
 — für Arbeitnehmer 274.
 Untersuchung der Rohmaterialien 228.
 Vakuumapparate 247, 301.
 Vakuumfilter 312.
 Vakuumleitungen 71.
 Vakuummeter 104.
 Ventilation 218.
 Ventile 88.
 Verbände (Holz-) 54.
 — Stein- 44.
 Verbleiung 31.
 Verbrennung 109.
 Verdampfung 107, 124.
 Verdichten der Rohrverbindungen 79.
 Verdübelung 55.
 Verkämmung 56.
 Verpackung 81.
 — der Materialien 328.
 Verpackungen, Einlegen der 246.
 Versand d. Fabrikate 328.
 Versatzung 56.
 Verschließen der Apparate 95.
 Verschlussapparate 85.
 Versuchslaboratorium 231.
 Verzahnung 55.
 Verzinkung 56.
 Vitreosil 38.
 Vorratsräume 225.
 Vulkanfiber 58.
 Wände 114.
 — Zwischen- 214.
 Wärmeausstrahlungs-Koeffizient 297.
 Wärmemenge für Heizzwecke 297.
 Wagen 96.
 — hydrostatische 103.
 — Mohrsche 103.
 — Westphalsche 103.
 Walzwerke 286.
 Waschraum 225.
 Wasser (technisch) 105.
 — für Betriebszwecke 241.
 — Druck- 190.
 — Speise- 126.
 — Räder- 165.
 — gasheizung 297.
 — säulenmaschinen 168.
 — standsanzeiger 127.
 — -Turbinen 166.
 — -Versorgung 220.
 Wechselströme 172.
 Weißmessing 26.
 Weißmetall 26.
 Wellen 177.
 — Fehler d. -Leitung 180.
 — -Kupplungen 178.
 — -Lager 178.
 Werkstatt 224.
 Werkzeuge der Handwerker 67/8.
 Winden 195.
 Zahnradtrieb 180.
 Zahnstangentrieb 181.
 Zapfen (Holzverbindung) 55.
 Zarge 120.
 Zement 40.
 Zentrifugen 313.
 Zerkleinern 284.
 Zerkleinerungsmaschinen 284.
 Ziegel, Dach- 45.
 — Mauer- 43.
 — -Steine 43.
 Zimmermann 65.
 — -Werkzeug 67/8.
 Zink 21.
 Zinn 22.
 — Löt- 29, 33.
 Zweiquartier 44.