

HANDBUCH
der
chemisch-technischen Apparate
maschinellen Hilfsmittel und Werkstoffe

Ein lexikalisches Nachschlagewerk
für Chemiker und Ingenieure

Herausgegeben von

Dr. A. J. Kieser

Unter Mitarbeit von

Dr. Gerhard Bähr, Dipl.-Ing. Erich Hirschbrich,
Dr.-Ing. Ernst Krause, Ziv.-Ing. Theodor Möhrle VDI,
Dipl.-Ing. Ferdinand Moser VDI, Ziv.-Ing. Carl Naske † VDI,
Dr. Erich Rabald, Dr. Hans Riesenberg, Ing. Gerhard
Rothe VDI, Ob.-Ing. Ekkehard Schaufele VDI, Dr.-Ing. Dr.
phil. Hanns Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Kurt Thormann VDI

Mit über 2000 Abbildungen

Lieferung 17



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1940

Etwa 20 Lieferungen je RM 8.50

Abnahme eines Bandes oder einer Lieferung verpflichtet zum Bezug des ganzen Werkes
Copyright 1940 by Julius Springer in Berlin

ISBN 978-3-662-32099-0
DOI 10.1007/978-3-662-32926-9

ISBN 978-3-662-32926-9 (eBook)

Zur Beachtung!

Aus dem Inhalt dieses Werkes (in Wort und Bild) kann in keiner Weise auf Vorliegen oder Nichtvorliegen von Rechtsschutz geschlossen werden (angeführte Patentschriften z. B. sind hier lediglich als Literaturangaben zu betrachten).

Wird ein zusammengesetztes Stichwort (Kompositum) vermißt, so suche man bei dem entsprechenden einfachen Stichwort (Simplex). Auch denke man an die verschiedenen Schreibweisen bei C, K, Z!

Die letzte Lieferung wird ein ausführliches Gesamtregister (mit Angabe der Seitenzahlen) über die Apparate, Maschinen, Werk- und Schutzstoffe (nicht nur der Stichwörter), aber auch über die chemischen Produktions- und Hilfsstoffe (durch besondere Satzart als Register für sich erkennbar) bringen, ferner ein Kurztitelverzeichnis der Zeitschriften.

Es wird daran erinnert (vgl. Vorwort, Seite 2), daß die letzten Lieferungen einen Nachtrag von A—Z bringen werden, der in dem Gesamtregister mit verarbeitet ist. Das Eingehen auf Wünsche oder Vorschläge sowie die Beachtung letzter Neuerungen braucht also im Prinzip nicht auf eine Neuauflage verschoben zu werden, sondern kann schon in dieser 1. Auflage erfolgen.



Abb. 1954. Mit Sandstrahl entrostet. Vor dem Anstrich im Freien gelagert, nicht abgetrocknet.

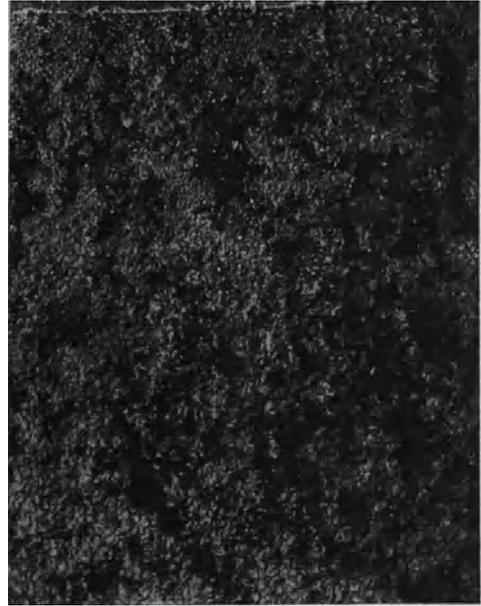


Abb. 1955. Von Hand entrostet. Vor dem Anstrich im Freien gelagert, so gut wie möglich abgetrocknet.



Abb. 1956. Mit Sandstrahl entrostet. Vor dem Anstrich im Freien gelagert, so gut wie möglich abgetrocknet.

Kieser, Handbuch



Abb. 1957. Von Hand entrostet. Vor dem Anstrich im Freien gelagert, im Trockenschrank getrocknet.

98

Trockenzeit. Man hat daher in neuester Zeit Chlorkautschuklösung (evtl. unter Zusatz von Weichmachern) zugesetzt, wodurch nicht nur schnellere Trocknung, sondern auch größere Härte und Widerstandsfähigkeit erzielt wird; denn die Mennige-Leinölanstriche sind weich und nicht witterungsbeständig. Auch ölfreie Mennige-Chlorkautschuk-Grundierungsfarben sind geschaffen worden. Durch die Verwendung von Chlorkautschuk werden aber die Anstriche ziemlich verteuert. In Sonderfällen werden auch andere Grundierungsfarben benutzt, wie Blei- und Zinkchromat- sowie Eisenoxydfarben. Die letzteren haben den großen Vorteil, daß sie nicht devisenbelastet sind. Bei Einwirkung von Rauchgasen besitzen sie sogar Vorteile vor der Mennige. Aluminium und seine Legierungen werden mit Zinkchromatfarben oder Zinkweiß mit Polyvinylacetat als Bindemittel grundiert. Bei den Deckfarben besteht eine derartig ausgesprochene Bevorzugung eines Anstrichmittels nicht. Ganz allgemein kann von ihnen nur gesagt werden, daß sie mehr Bindemittel enthalten als die Grundanstriche, die immer mager gehalten werden, damit besonders die Bleimennige ihre passivierende Wirkung gut entfalten kann. Die Anzahl der Deckanstriche ist verschieden. Gewöhnlich werden wohl selten mehr als zwei angebracht werden. Wesentlich großzügiger verfährt allerdings, wie das folgende Beispiel zeigt, die Reichsbahn bei den starken Beanspruchungen ausgesetzten Eisenbahnwagen, deren Anstrich etwa 6 Jahre lang ein gutes Aussehen bewahren und eine gute Schutzwirkung ausüben muß.

Nachdem das Blech gut entzundert, gewalzt und gebeizt oder durch Sandstrahl vom Rost gereinigt ist, wird es mit einem Öl-Bleiweiß-Anstrich versehen. Dieser ist nicht nur nötig, um das Eisen vor Rost zu schützen, sondern dient vor allem dazu, den nun folgenden Spachtel fest mit dem Eisen zu verbinden. Der Ölspachtel wird in mehreren Schichten als Streich-, Zieh- und Spritzspachtel aufgetragen und immer wieder abgeschliffen, bis alle Unebenheiten des Bleches ausgeglichen sind. Bis dahin ist der Arbeitsgang bei den drei folgenden Anstricharten gleich. Er dauert 4 Tage, von nun an unterscheiden sich aber die Verfahren voneinander. — Der Regelanstrich (von der Reichsbahn wurden vor dem Kriege bestimmte Lieferungsregeln für die Farben aufgestellt) bringt noch einen Öl-Bleiweiß-Anstrich, dann einen Ölfarbenanstrich grün, einen Anstrich mit Schleiflack grün und einen mit Überzugslack. Mit den Trockentagen, mit Beschriftung und Absetzen dauert der Anstrich 13 Tage. Das Verfahren kostet an Arbeitslohn und Farbenanteil 322.— RM. für 1 Personenwagen. — Beim Feuchtölverfahren (verwendet vorbehandeltes, besonders schnell trocknendes Leinöl als Bindemittel) folgt ein Tag mit einem Öl-Bleiweiß-Anstrich und dann an einem Tage drei Anstriche, und zwar je einer mit Grundfarbe, Deckfarbe und Lackfarbe. Es bleibt nur noch ein Tag für Beschriften und Absetzen. Dauer des Anstriches nur 7 Tage. Kosten 290.— RM. — Beim Nitroverfahren fehlt der Öl-Bleiweiß-Anstrich; es kommt ein Tag mit drei Anstrichen, und zwar ein Anstrich mit Grundfarbe und zwei mit Emaille, dann noch ein Tag Absetzen und Beschriften. Zusammen 6 Arbeitstage. Kosten 309.— RM. (Nach Kessler, Chem. Fabrik 1938, S. 470.)

Dieses Beispiel soll zeigen, was für den Schutz von wertvollem Material ausgegeben werden kann. Gewöhnlich wird bei Anstrichen in der chemischen Industrie übermäßig sparsam vorgegangen, so daß sie sehr bald erneuert werden müssen, was in Wirklichkeit mehr kostet als ein sorgsam angebrachter Anstrich, der nicht nur mit den allerbilligsten Mitteln ausgeführt wird. Es muß dabei noch beachtet werden, daß die Kosten für die Anstrichfarben häufig nur etwa 20—25 Proz. der Gesamtkosten ausmachen, da für die Vorbereitung des Untergrundes, für den Gerüstaufbau und die Ausführung

des Anstriches erhebliche Kosten aufzuwenden sind. Für die Mengen von Anstrichfarbe, die für eine gewisse Oberfläche gebraucht werden, diene die folgende kleine Tabelle aus den „Technischen Vorschriften für den Rostschutz von Stahlbauwerken“ der Reichsbahn:

Bleimennige mager	1 kg — 4 m ²
Bleimennige fett	1 kg — 5 m ²
Bleiweißfarbe	1 kg — 7 m ²
Eisenglimmerfarbe	1 kg — 7 m ²
Bleiweiß-Graphitfarbe	1 kg — 8 m ²
Bleiweiß-Eisenglimmerfarbe	1 kg — 8 m ²
Zinkoxyd-Graphitfarbe	1 kg — 9 m ²
Zinkoxyd-Eisenglimmerfarbe	1 kg — 9 m ²

Beim Aufbringen der einzelnen Anstrichfilme muß immer mit dem nächsten Anstrich gewartet werden, bis der vorhergehende trocken geworden ist, da ein noch feuchter Anstrich durch das Bindemittel und Lösemittel des nächstfolgenden ungünstig beeinflusst wird. Leinölfarben trocknen wesentlich langsamer als die Lacke, von denen sich die Nitro- und Chlorkautschuklacke durch rasches Trocknen auszeichnen.

Das Auftragen der Anstriche selbst kann auf drei Arten erfolgen:

a) Durch Tauchen. Dieses Verfahren ist mehr für kleinere Gegenstände, zumindestens aber für Serienlackierung bestimmt und hat an dieser Stelle kaum Bedeutung.

b) Durch Anstreichen mit dem Pinsel. Hierfür werden nicht zu rasch trocknende Anstrichfarben verwendet. Das Streichen muß rasch mit langen geraden Strichen geschehen, wobei zu vermeiden ist, daß schon gestrichene Stellen, die erst halb trocken sind, nochmals mit Farbe überzogen werden. Chlorkautschuklacke müssen mit sattem Pinsel einfach verstrichen und nicht wie die Ölfarben möglichst in die Oberfläche eingerieben werden, weil sie sonst zäh und fadenziehend werden. Haarpinselanstriche sind viel besser als solche mit dem Borstenpinsel. In Amerika werden hauptsächlich Flachpinsel benutzt, mit denen rascher gearbeitet werden kann als mit dem in Deutschland mehr gebrauchten Rundpinsel, mit dem die Farbe besser in die zu streichende Fläche eingerieben wird.

c) Durch Aufspritzen. Für dieses Verfahren eignen sich besonders die Lacke auf Celluloseesterbasis, da diese die Bedingung des raschen Trocknens gut erfüllen. Es werden aber auch Alkyd- und Öllacke gespritzt. Das Spritzen erfolgt am besten in geschlossenen Räumen, die mit guten Absaugvorrichtungen versehen und evtl. auch heizbar sind. Beim Spritzen im Freien ist mit immerhin erheblichen Farbverlusten und mit Niederschlag schädlicher Feuchtigkeit (Abkühlung beim Entspannen des Preßgases usw.) zu rechnen. Das Spritzen hat aber den Vorteil des gleichmäßigen Auftragens und der Schnelligkeit, da für die gleiche Fläche beim Spritzen nur etwa die Hälfte oder ein Drittel der Zeit des Pinselauftrages nötig ist; deshalb werden in neuerer Zeit große ebene Flächen, wie sie z. B. bei Tanks und Gasometern vorliegen, gern gespritzt. Für das Spritzen werden am besten als solche gekennzeichnete Spritzlacke benutzt.

Sowohl den Pinselanstrich als auch das Spritzen soll man nicht von ungeübten Hilfskräften ausführen lassen, da das sachgemäße und sorgsame Aufbringen des Anstriches für seine Lebensdauer wesentlich ist.

Bei der Herstellung der Schutzüberzüge sind auch noch die Einbrennlacke zu erwähnen, die besonders chemisch widerstandsfähig sind. Bei diesen entsteht die endgültige Schutzschicht nicht durch Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur, sondern durch Erhitzen auf Temperaturen von etwa 120—250°. Verwendung finden hierbei hauptsächlich Kunstharz- und Asphaltlacke, deren Bindemittel erst bei höheren Temperaturen durch Polymerisation und andere chemische Veränderungen die richtige Härte und Widerstandsfähigkeit erhalten. Ferner muß in diesem Zusammenhang von den durch Heißauftrag erhaltenen Schutzschichten gesprochen werden. Es handelt sich hierbei um Bitumina, Peche usw. mit etwaigen Zusätzen, die in dicker Schicht in schmelzflüssigem Zustand aufgetragen werden.

Die Prüfung der Anstriche auf ihre Brauchbarkeit (Streichfähigkeit, Trocknungsfähigkeit, Deckfähigkeit usw.) ist durch Gemeinschaftsarbeit zwischen Erzeuger und Verbraucher in einer Druckschrift (Nr. 840 A 2) des Reichsausschusses für Lieferbedingungen (RAL) beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit (RKW, Berlin NW 6) unter dem Titel „Einfache Prüfung von Farben und Lacken“ (Beuth-Verlag, Berlin) niedergelegt worden, die hier nur auszugsweise wiedergegeben werden kann.

a) Prüfung auf Streichfähigkeit. 1. Jeder gebrauchsfertige Anstrichstoff ist auf dem Untergrund zu prüfen, für den er bestimmt ist. Beispielsweise ist die Streichfähigkeit einer Rostschutzfarbe auf Eisenblech zu prüfen, die eines für Holz bestimmten Anstrichstoffes auf Holz, und zwar auf der Holzart, für die er verwendet werden soll. Überzugslacke, Schleiflacke und Lackfarben sind auf dem in jedem einzelnen Falle in Frage kommenden Grundanstrich zu prüfen.

2. Der Grundanstrich muß frisch hergestellt, aber gut durchgetrocknet sein. Gehört zu den Überzugsanstrichen eine bestimmte Grundfarbe, so ist diese als Grundierung anzuwenden.

3. Die zur Feststellung der Streichfähigkeit gestrichene Fläche darf nicht zu klein sein. Die Größe der Tafeln ist dem Verwendungszweck anzupassen. Bei Anstrichstoffen für größere Flächen ist eine Tafel von 50×25 cm angemessen.

4. Sollen zwei Anstrichstoffe miteinander verglichen werden, so müssen die Probeanstriche gleichzeitig vorgenommen werden. Niemals darf man sich auf seine Erinnerung verlassen, wenn man nicht Täuschungen unterworfen werden will.

5. Der Pinsel muß gut vorbereitet sein und allen Fachanforderungen entsprechen. Er darf weder alte Farbenreste, noch Öl, Lösungsmittel oder dergleichen vom Reinigen her enthalten. Bei Vergleichen muß derselbe Pinsel nach gründlicher Reinigung und Austrocknung verwendet werden. Bei abgebundenem Pinsel muß ein ungefärbter Bindfaden verwendet werden. Der Pinsel ist vor dem Probeanstrich mehrmals mit dem betreffenden Anstrichstoff zu sättigen und auszustreichen.

6. Der Anstrichstoff soll sich leicht ausstreichen lassen, gleichmäßig aus dem Pinsel fließen und sich gut verschlechten (vertreiben, gleichmäßig verteilen) lassen. Bei Überzugslacken, Schleiflacken und Lackfarben sollen Pinselstriche nach dem Anstrich nicht mehr sichtbar sein, der Anstrichstoff muß also gut verlaufen.

Bei Lackfarben, besonders bei solchen mit hohem Glanz, darf allgemein nicht so leichte Streichfähigkeit erwartet werden wie bei Ölfarben. Sogenannte „Gardinenbildung“ und sogenanntes „Laufen“ rühren oft nicht von schlechter Beschaffenheit des Lackes, sondern von unsachgemäßer Verarbeitung her, z. B. davon, daß mit zu vollem oder zu weichem Pinsel gestrichen wurde.

Vor Abgabe eines Urteils über fehlerhafte Beschaffenheit eines Anstrichstoffes ist die Prüfung zu wiederholen.

7. Die Anstriche dürfen weder in einem zu kalten noch in einem zu warmen Raum ausgeführt werden. Am besten wird bei Zimmertemperatur von etwa 20° gestrichen

und getrocknet, falls nicht eine andere Temperatur vorgeschrieben ist. Zu niedrige Temperatur macht jede Farbe schwer streichbar. Deshalb müssen die Anstrichstoffe und die Probetafeln vor der Prüfung mehrere Stunden in dem Arbeitsraum gestanden haben. Bei zu hoher Temperatur können z. B. Lacke und Lackfarben zu rasch antrocknen (anziehen) und daher zu schwer streichbar werden, während z. B. Ölfarben zu dünn erscheinen könnten, ohne daß ein Fehler des Anstrichstoffes vorliegt.

b) Prüfung auf Spritzfähigkeit. Bei Prüfung auf Spritzfähigkeit ist das zu prüfende Material entweder unverändert oder, falls nicht unmittelbar spritzbar (z. B. infolge Eindickens), mit der vom Fabrikanten des betreffenden Materials hergestellten Verdünnung eingestellt zu spritzen. Der Spritzdruck muß der verwendeten Spritzapparatur angepaßt sein. Die Prüfung muß in verschiedenen Abständen der Spritzpistole von der zu überziehenden Fläche wiederholt werden; der Abstand der Spritzpistole von der Fläche ist für das Zustandekommen eines einwandfreien Auftrages außerordentlich wichtig, er kann aber nicht allgemein angegeben werden, da er von der Art des Materials und der Art der Spritzvorrichtung abhängt.

Eine zum Spritzen bestimmte Farbe oder ein zum Spritzen bestimmter Lack muß für sich oder mit dem dafür bestimmten Verdünnungsmittel eingestellt, mit einer der üblichen Spritzvorrichtungen nach den vorstehenden Richtlinien einen gleichmäßigen, nicht narbigen und nicht laufenden Auftrag ergeben.

Die Raumtemperatur muß, soweit nicht besondere Anforderungen (z. B. Spritzfähigkeit im Freien) gestellt werden, etwa 20°, jedoch nicht unter 18° betragen. Alle verwendeten Apparaturen, das zu prüfende Material und die Gegenstände, die gespritzt werden sollen, müssen längere Zeit in dem Raum gestanden haben. Die sonstigen Eigenschaften der Spritzfarben und Spritzlacke können nach den bisherigen Verfahren geprüft werden.

c) Bestimmung der Ausgiebigkeit. 1. Die Bestimmung der Ausgiebigkeit wird am besten mit der Bestimmung der Streichfähigkeit (a) und der Deckfähigkeit (e) verbunden. Nachdem man den Pinsel durch wiederholtes Sättigen mit dem Anstrichstoff und durch Ausstreichen gut vorbereitet hat, läßt man ihn in der Büchse mit Farbe und wiegt beides zusammen ab. Dann nimmt man den Probeanstrich vor und wiegt danach wieder die Büchse mit Farbe und Pinsel zusammen.

2. Die Berechnung erfolgt, indem man die Größe der gestrichenen Fläche in Quadratcentimeter (cm²) durch die zehnfache Zahl der Gramm (g) des verbrauchten Anstrichstoffes dividiert. Das Ergebnis ist die Zahl der Quadratmeter (m²), die mit einem Kilogramm des Anstrichstoffes gestrichen werden kann.

Beispiel: Größe der Fläche 5000 cm², Menge des gebrauchten Anstrichstoffes 50 g.
 Demnach $\frac{5000}{50 \cdot 10} = 10 \text{ m}^2 \text{ je kg.}$

3. Bei der Bewertung eines Anstrichstoffes nach der Ausgiebigkeit sind aber neben dieser Eigenschaft noch andere für den jeweiligen Zweck wichtige zu beachten, deren Gesamtheit erst das Urteil über den Wert des Anstrichstoffes bestimmt. So sind z. B. Anstrichfarben, die einen schwer aufrührbaren Bodensatz gebildet haben, entsprechend geringer zu bewerten.

d) Prüfung auf Trockenfähigkeit. Zur Prüfung der Trockenfähigkeit können von Anbeginn die gleichen Anstriche verwendet werden, die zur Prüfung auf Streichfähigkeit und Ausgiebigkeit gemacht werden.

1. Die Trocknung selbst muß unter möglichst gleichbleibenden Bedingungen, die dem Verwendungszweck des Anstrichstoffes angepaßt sind, vorgenommen werden, wobei Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung und Belichtung eine große Rolle spielen.

2. Für die Vergleichsprobe gilt das unter II a 1 Gesagte.

3. Für die Praxis ist nachstehend beschriebene Prüfung der Trocknung durch die einfache Betastung mit dem Finger ausreichend. Der Trocknungsprozeß muß in allen seinen Stufen verfolgt werden. Man fährt zunächst ganz behutsam über den Anstrich und kann dabei folgende Stufen der Trocknung unterscheiden:

a) Anziehen (Antrocknen): Der Finger erfährt einen fühlbaren Widerstand;
 b) klebende Trocknung: Der Finger klebt beim Gleiten über die Oberfläche des Anstriches;

c) staubfreie Trocknung: Der Finger gleitet ohne Widerstand über den Anstrich.

Um die nun beginnende Stufe des Durchtrocknens festzustellen, streicht man von Zeit zu Zeit mit sich immer mehr steigendem Druck mit dem Finger über die Fläche. Der Anstrich gilt als durchgetrocknet, wenn der Finger keinen Widerstand mehr erfährt und außerdem bei stärkstem Druck ein Fingerdruck nicht mehr sichtbar ist.

Die Anforderung an die Trocknung eines Anstrichstoffes hängt durchaus ab von der Art desselben und von dem Verwendungszweck. Reine Ölfarben trocknen in manchen Farbtönen (z. B. rot und schwarz) langsamer als in anderen (z. B. grau). Die Trocknungsfähigkeit dieser langsam trocknenden Ölfarben läßt sich nicht willkürlich erhöhen, ohne daß die Güte der Farbe darunter leidet. Ein übermäßiger Zusatz von Sikkativ würde zwar die Farbe zu rascherem Trocknen bringen, aber dafür auch ihre Beständigkeit verringern.

Die Anforderungen, die man billigerweise an Ölfarben stellen kann, sind, daß sie bei Lufttrocknung nach 24 Stunden — rote und schwarze auch erst nach 48 Stunden — durchgetrocknet sind. Eine ähnliche Trockenzeit wird man bei Lacken und Lackfarben verlangen können. Bei Fußbodenlacken und Fußbodenlackfarben wird die Durchtrocknung in der Regel innerhalb 24 Stunden beendet sein. Bei feinsten Überzugslacken für außen kann dagegen die Durchtrocknung auch bis zu etwa dreimal 24 Stunden dauern, wenn nicht ausdrücklich schnelltrocknende Lacke verlangt worden sind. Bei blanken Lacken ist auch die Helligkeit, und zwar in Substanz und im Anstrich, frisch gestrichen und auch nach einigen Tagen, zu berücksichtigen.

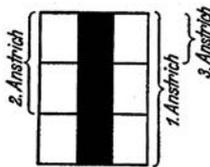


Abb. 1958. Prüfung der Deckfähigkeit.

e) Bestimmung der Deckfähigkeit. 1. Für die Praxis genügt es, die Deckfähigkeit in gute, genügende, schlechte und ungenügende zu unterscheiden. Für diese Feststellung ist ein geeigneter Untergrund erforderlich.

2. Der Untergrund wird folgendermaßen hergestellt: Eine Tafel von 20×15 cm (siehe Abb. 1958) wird mit magerer weißer Ölfarbe gestrichen und in der Mitte mit einem 5 cm breiten schwarzen Streifen überzogen. Nachdem der Grund gut getrocknet ist (mindestens 48 Stunden), trägt man nach gründlichem Durchrühren die zu prüfende Farbe in normaler Dicke über die ganze Fläche auf. Beim Durchrühren ist zwecks Beurteilung der Güte der Farbe auch festzustellen, ob sich etwa ein schwer aufrührbarer Bodensatz gebildet hat. Nach vollständigem Trocknen streiche man die oberen zwei Drittel noch einmal, und nachdem auch dieser Anstrich gut getrocknet ist, streicht man das obere Drittel der Platte zum drittenmal.

3. Beurteilung. Läßt schon der erste Anstrich (unteres Drittel) den Grund nicht mehr durchscheinen, so ist die Deckfähigkeit gut. Läßt der zweifache Anstrich (mittleres Drittel) den Grund nicht mehr erkennen, wohl aber der erste (unteres Drittel), so ist die Deckfähigkeit genügend. Läßt erst der dreifache Anstrich (oberes Drittel) den Grund nicht mehr durchschimmern, so ist die Deckfähigkeit schlecht. Deckt aber auch der dreifache Anstrich nicht, so ist die Deckfähigkeit ungenügend.

f) Prüfung auf Farbenbeständigkeit. 1. Bunte Farben. Ein Anstrich auf dem Material, das für das betreffende Anstrichmittel in Frage kommt, ist in der Mitte mit einem Streifen schwarzem Papier zu umwickeln und entweder hinter dem Fenster, wenn es sich um Anstrichmittel für „innen“ handelt, oder im Freien an einem vor Regen geschützten Ort, aber mit ungehindertem Lichtzutritt, aufzuhängen. Die Anstrichfläche soll nach Süden gerichtet sein. Bei Sonnenschein ist im Sommer nach 14 Tagen, im Winter nach 4 Wochen, bei trübem Wetter nach einer entsprechend längeren Zeit (bis zu etwa 3 bzw. 8 Wochen) nachzusehen, ob die unbedeckten Streifen eine merkliche Verblassung oder Verfärbung aufweisen.

Es muß besonders betont werden, daß es sich hierbei nur um eine ganz ungefähr zu treffende Prüfung handelt. Genaue Beobachtung erfordert eine genaue Berücksichtigung der Lichtstärke, die bei einer einfachen Prüfung nicht in Frage kommt.

2. Weiße Farben. Je nachdem, ob es sich um Anstrichstoffe für außen oder innen handelt, sind die Anstriche auf dem in Frage kommenden Material dem Licht auszusetzen und nach 3—4 Wochen zu vergleichen mit einem Anstrich, der etwa drei Tage vor dem Vergleich in gleicher Weise ausgeführt wurde. Auf Eintreten eines rötlichen oder grauen Farbtons ist besonders zu achten.

Bemerkung: Im Zweifelsfalle sind die Anstriche auch auf Glas auszuführen. Außerdem sollte man stets eine Farbe, deren Verhalten man kennt, daneben streichen, um eine Vergleichsmöglichkeit zu haben.

g) Prüfung auf Wasserbeständigkeit. Zur Prüfung auf Wasserbeständigkeit von Farben und Lacken ist auf einer gut gereinigten Glasplatte und einem mit Sandstrahl oder mit Stahlbürste und dann mit Schmirgelpapier entrosteten glatten Eisenblech ein Anstrich mit dem zu prüfenden Material auszuführen¹⁾. Bei nicht gut verlaufenden Anstrichstoffen ist nach 24 Stunden Trocknen bei etwa 20° ein zweiter Anstrich auszuführen. Bei gut verlaufenden Emaillen und Lacken genügt im allgemeinen ein einmaliger Anstrich. 48 Stunden nach dem letzten Auftrage bzw. dem einzigen Auftrage sind die Anstriche in ein mit Wasser gefülltes Gefäß so zu stellen, daß etwa die Hälfte des Anstriches vom Wasser bedeckt ist. Das Wasser kann Leitungswasser sein, muß aber durch vorheriges Auskochen von Calciumbicarbonat befreit werden. Die Anstriche sind täglich daraufhin zu beobachten, ob sie sich weiß färben, weich werden oder sich sonstwie verändern.

Zweckmäßig wird ein zweiter Versuch in der Weise ausgeführt, daß jeden zweiten Tag die Anstriche aus dem Wasser genommen und an der Luft getrocknet werden. Bei dieser Prüfung wird dann der evtl. eintretende Rückgang der Weißfärbung, das Wiedererhärten usw. beobachtet.

h) Prüfung auf Sodabeständigkeit. Auf möglichst glattem, mit Sandstrahl oder mit Stahlbürste und darauf mit Schmirgelpapier entrostetem Eisenblech ist ein Anstrich mit dem sodafesten Material auszuführen²⁾. Nach 48stündigem Trocknen bei einer Zimmertemperatur von etwa 20° ist das Blech ungefähr zur Hälfte in eine bereits auf 50° erwärmte Sodaulösung (50 g kalz. Soda [98—100 proz.] in 1 kg Wasser gelöst) einzutauchen. Das Blech muß eine Stunde lang unter Einhaltung der Temperatur von 50° in der Sodaulösung bleiben, wobei eine zeitweilige Abweichung der Temperatur um 2° nach oben oder unten statthaft ist. Sodann ist eine Minute lang mit einem kräftigen Wasserstrahl abzuspitzen. Der Anstrich darf sich dabei nicht ablösen³⁾. Nach dem Trocknen darf der Glanz der eingetauchten Hälfte nicht wesentlich verschieden von dem der nicht eingetauchten Hälfte sein, keinesfalls darf aber ein stärkeres Mattwerden eintreten; auch dürfen keine wesentlichen Verfärbungen eingetreten sein.

i) Prüfung auf Säurebeständigkeit⁴⁾. Auf einer entweder mit Sandstrahl oder mit Stahlbürste und darauf mit Schmirgelpapier gut entrosteten Eisenblechtafel ist ein Anstrich mit dem zu prüfenden Anstrichstoff auf beiden Seiten des Bleches auszuführen. Nach 48stündigem Trocknen bei Zimmertemperatur von etwa 20° sind die Ränder des Bleches durch Eintauchen in geschmolzenes Paraffin zu paraffinieren. Sodann sind die Bleche so in Schwefelsäure (spezifisches Gewicht 1,21, Akkumulatorensäure) zu tauchen,

¹⁾ Für Farben, die ausdrücklich für Holzanstriche bestimmt sind, ist statt dessen auf glattgehobeltes, trocknes Holz der in Frage kommenden Sorte aufzustreichen. Hierbei ist darauf zu achten, daß auch die Rückseite und die Kanten sorgfältig gestrichen werden.

²⁾ Für Farben, die ausdrücklich für Holzanstriche bestimmt sind, ist statt dessen auf glattgehobeltes, trockenes Kiefernholz aufzustreichen. Hierbei ist darauf zu achten, daß auch die Rückseite und die Kanten sorgfältig gestrichen werden.

³⁾ Geringes Ablösen bei Holzanstrichen unmittelbar am Rande ist ohne Bedeutung.

⁴⁾ Aus dieser Prüfung können keinesfalls Schlüsse auf das Verhalten der Anstriche in einer mit Säuredämpfen beladenen Atmosphäre gezogen werden.

Anstrichfarben
Bezeichnung des Rostgrades

DIN
DVM 3210

Zur Kennzeichnung des Rostgrades bei Farbanstrichen bei Stahlbauwerken und bei Versuchsanstrichen auf Stahlblechen dient folgende Rostkala:

R_0 : Rostfreiheit

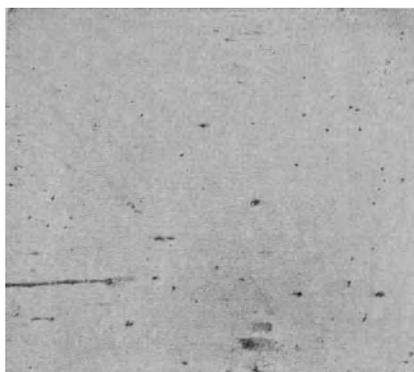
R_1 : 0,5—1 Proz. mit Rost bedeckt

R_2 : etwa 5 Proz. mit Rost bedeckt

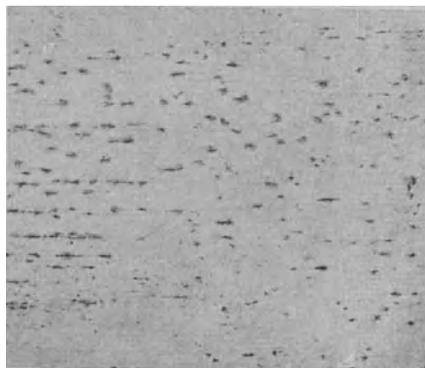
R_3 : etwa 15 Proz. mit Rost bedeckt

R_4 : 30—40 Proz. mit Rost bedeckt

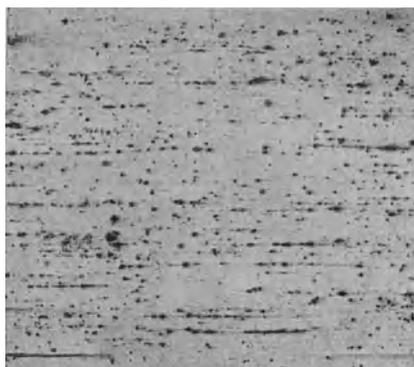
R_5 : über 50 Proz. mit Rost bedeckt.



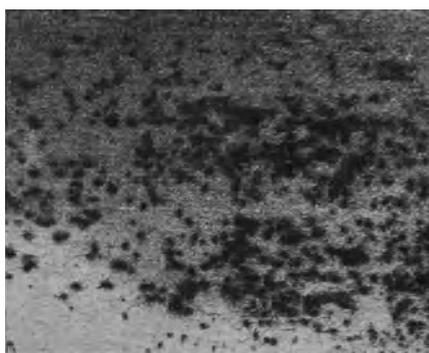
R_1



R_2



R_3



R_4



R_5

Die Abbildungen, die mit R_1 — R_5 bezeichnet sind, geben Rosterscheinungen von Anstrichen auf Eisen wieder. Zur Beurteilung eines Anstrichs wird dieser mit den Abbildungen verglichen und ihm der Rostgrad zugeteilt, dessen Abbildung er am ähnlichsten ist. Bei Verrostungen, die ihrer Stärke nach zwischen den Rostungserscheinungen zweier Abbildungen liegen, kann dies durch Bezeichnungen R_1 bis R_2 oder R_4 bis R_5 usw. ausgedrückt werden. Andere Verwitterungsfolgen wie Kreiden, Auftreten von Rissen und auch Unterrostung werden durch Angabe des Rostgrades nicht erfaßt und müssen besonders beschrieben werden.

Abb. 1959. Rostgrade R_1 — R_5 nach DIN DVM 3210.

Wiedergabe mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist jeweils die neueste Ausgabe des Normblattes im Normformat A 4, das beim Beuth-Verlag, Berlin SW 19, erhältlich ist.

daß sie zur Hälfte von der Säure bedeckt sind. Nach 24stündigem Verbleiben in der Säure sind die Anstriche eine Minute lang mit einem kräftigen Wasserstrahl abzuspitzen und an der Luft trocknen zu lassen. Nach erfolgter Trocknung darf sich das Aussehen der eingetauchten Hälfte weder im Glanz noch im Farbton wesentlich von der nicht eingetauchten Hälfte unterscheiden.

k) Prüfung auf Durchschlagen. Bei Farben, die als erster Anstrich dienen, kann zur Ermittlung des „Durchschlagens“ ein Anstrich gemacht werden, den man 3 Tage trocknen läßt. Hiernach wird ein zweiter Anstrich mit einer reinen Zinkweißölfarbe ausgeführt. Dieser muß einen einheitlichen Farbton behalten und darf nicht stellenweise Verfärbung oder Flecken aufweisen. Auch darf das Trocknen des Anstriches nicht wesentlich länger dauern als auf einem Grundanstrich mit einer Farbe, die aus Zinkweiß, etwas Kohleschwarz und Leinölfirnis besteht.

Von der Chemischen Versuchsanstalt der Deutschen Reichsbahn wird die Lagerfähigkeit von streichfertigen Mennigfarben dadurch geprüft, daß 200 g derselben 8 std lang auf 80° erhitzt werden. Nach dem Abkühlen soll sich die Farbe noch restlos aufrühren und verstreichen lassen. Die Feuergefährlichkeit wird vom gleichen Institut in der Weise geprüft, daß die auf Erlenholz gestrichenen, zwei Tage lang getrockneten Anstriche für 5 sek in senkrechter Stellung mit einer Zündflamme von 1 cm Länge in Berührung gebracht werden. Die Entzündungstemperaturen der in dieser Hinsicht am ungünstigsten Nitrocelluloselacke liegt bei etwa 150°, die von Kopal- und Alkydharzlacken bei etwa 450—480°. Für die vielen weiteren physikalischen Prüfungen, wie die auf Härte, Glanz, Abrieb, Elastizität usw., muß auf die am Schluß dieses Abschnittes aufgezählten Handbücher und Spezialwerke (s. auch *F. I. Peters*, Z. VDI 1936, S. 1469; Prüfung von Anstrichen für Heeresgut [Farbe u. Lack 1939, S. 64, 183]) hingewiesen werden. Das gilt in weitem Umfang auch für die Korrosionsprüfungen, die hier nur kurz gestreift werden können. Bei so verwickelten Systemen, wie es Anstrichfarben sind, ist es klar, daß abgekürzte Prüfungen, zumal wenn sie unter verschärften Bedingungen ausgeführt werden, im allerbesten Falle nur richtunggebend sein können, sehr oft aber auch zu falschen Schlüssen führen. Auch die Langzeitversuche haben noch gewisse Mängel, da die Anstriche auf glatten und leicht zu handhabenden Versuchsblechen besser aufzubringen sind als später in der Praxis bei großen, profilierten und häufig schwer zugänglichen Apparaturen und Aufbauten. Größte Schwierigkeit macht auch eine objektive und einheitliche Bewertung der Schutzwirkung und des Korrosionsgrades (Verrottungsgrades). Vorläufig gibt es noch kein exaktes Meßverfahren, sondern der Augenschein und die mehr gefühlsmäßige Beurteilung sind maßgebend. In Deutschland ist durch das DIN-Blatt DVM 3210 (Abb. 1959) der Versuch gemacht worden, zu einer einigermaßen einheitlichen Beurteilung zu gelangen, bei der nur über die Rostschutzwirkung, aber nichts über die Haltbarkeit der Anstriche ausgesagt wird. Für die ziemlich zahlreichen Kurzprüfungsapparaturen ist in den meisten Fällen das Prinzip des „Gardner-Rades“ (s. Abb. 1960) maßgebend gewesen. Die gestrichenen Probetafeln werden auf einem Rad von 2 m Durchmesser und 30 cm Stirnbreite befestigt, das zwei Umdrehungen/std macht. Bei jeder Umdrehung passiert die Probetafel eine Brause („Regen“), eine elektrische Heizsonne und Quarzlampe („Sonne“, Ozon) und dann eine zweite Heizsonne (60—70°), um nun wieder zur Brause zu gelangen. Es können natürlich noch weitere Beanspruchungsarten (z. B. Kältezellen) eingeschaltet werden. — Bei der Dauerprüfung werden gestrichene Probebleche (aus normiertem

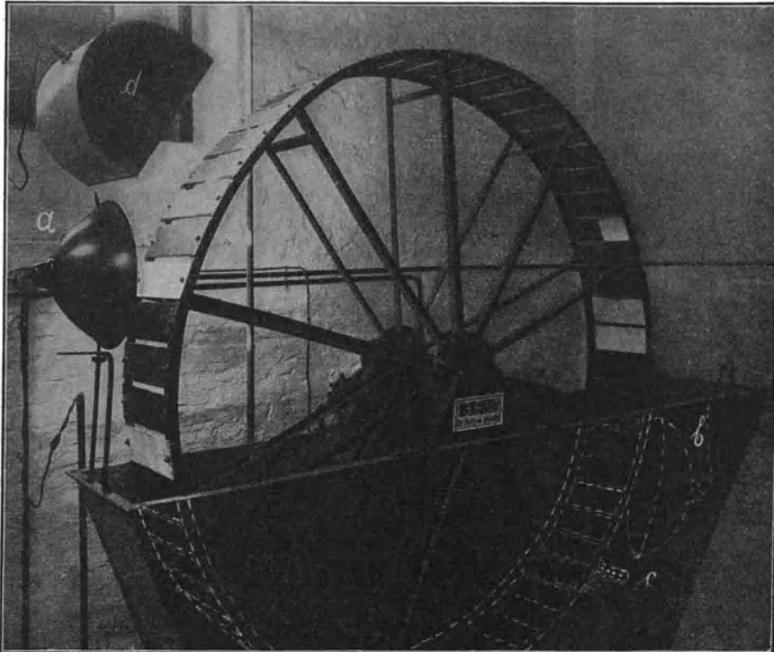


Abb. 1960. Prüfrad für Anstriche nach *Gardner-Schmidinger*. (Aus *Rabald*, *Werkstoffe und Korrosion*.)

Stahl St 37, DIN 1621) von der in den Abb. 1961 u. 1962 abgebildeten Form und Aufstellungsart für mindestens 1 Jahr (meist mehrere Jahre) der natürlichen Bewitterung ausgesetzt und dann auf ihre Rostschutzwirkung und Haltbarkeit

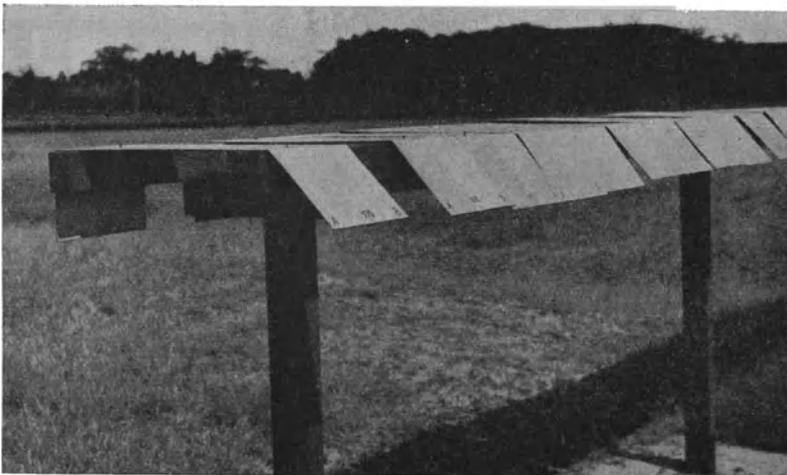


Abb. 1961. Prüfstand für Anstrichprüfungen. (Aus *Suida* und *Salvaterra*, *Rostschutz*.) Aus dem von den Blechen geworfenen Schatten ist die Himmelsrichtung, in der die Bleche orientiert sind, erkenntlich.

untersucht. Je länger die Prüfung dauert, um so besser werden die erhaltenen Ergebnisse mit dem späteren Verhalten übereinstimmen, wenn die Bewitterung an den Orten vorgenommen wird, an denen die Anstriche verwendet werden sollen.

Korrosion und Schutzwirkung. Trotz ihrer vielseitigen Verwendung stellen die meisten Anstriche keineswegs einen idealen Korrosionsschutz dar. Sie sind in den meisten Fällen nicht völlig undurchlässig für Feuchtigkeit und Gase. Bei den Ölfarben und Öllacken kann man durch Zumischen von Holzöl und Holzölstandöl oder Verwendung von Standölen die Wasserundurchlässigkeit verbessern, aber bei ihrer Trocknung spalten diese Farben selbst Wasser ab, das entweichen können muß, so daß eine völlige Undurchlässigkeit am Anfang gar nicht erwünscht ist. Für Unterwasseranstriche sind die Anstriche auf der Basis trocknender Öle nicht geeignet, weil sie beim dauernden Verbleib im Wasser quellen und erweichen. Sie kommen nur für die atmosphärische Korrosion in Betracht. Bei dieser ist es dann noch wesentlich, ob es sich um verhältnismäßig reine Luft oder um solche von Industriegebieten handelt, die noch Rauchgase, Schwefeldioxyd, Schwefelwasserstoff, Säuredämpfe usw. enthält. Es muß hier darauf hingewiesen werden, daß bei den atmosphärischen Einwirkungen auf die Anstriche die rein thermischen Einflüsse von derselben Größenordnung sind wie die chemischen. — Bleimennigeanstriche sind nur als Grundierung brauchbar und halten den atmosphärischen Einwirkungen nicht lange stand, sondern bleichen aus und kreiben ab. Ohne auf die vielen Kombinationsmöglichkeiten eingehen zu können, seien einige von *Suida* u. *Salvaterra* empfohlene Anstrichzusammensetzungen genannt:

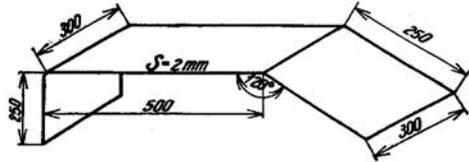


Abb. 1962. Maße und Form der Probebleche für die Dauerprüfung.

Grundanstrich für normale Beanspruchungen (alle Zahlen Gewichtsprozente): 85 Proz. reine Bleimennige + 15 Proz. Leinölfirnis oder Eisenrot (mit 10 Proz. Mennigezusatz) mit Leinölfirnis gerade streichfertig gemacht.

Grundanstrich für hohe Beanspruchung: An Stelle von Leinölfirnis wird Leinölstandöl verwendet. Zur Erzielung besserer Streichfähigkeit kann bis zu 10 Proz. Verdünnungsmittel (Terpentinöl + Kienöl) zugegeben werden.

Deckanstriche für normale Beanspruchung: 1. Deckanstrich: 75 Proz. Carbonatbleiweiß + 25 Proz. Leinölfirnis; 2. Deckanstrich: 70 Proz. Carbonatbleiweiß + 30 Proz. Leinölfirnis, oder 1. Deckanstrich: 60 Proz. Eisenoxydrot + 40 Proz. Leinölfirnis; 2. Deckanstrich: 55 Proz. Eisenoxydrot + 45 Proz. Leinölfirnis. Durch Zusatz von 5—10 Proz. Leinölstandöl kann die Widerstandsfähigkeit noch erhöht werden.

Deckanstriche für starke Beanspruchung: 1. Deckanstrich: 75 Proz. Carbonatbleiweiß + 25 Proz. Leinöl-Standölfirnis; 2. Deckanstrich: 70 Proz. Carbonatbleiweiß + 30 Proz. Leinöl-Standölfirnis, oder 1. Deckanstrich: 58 Proz. Eisenoxydrot + 42 Proz. Leinöl-Standölfirnis; 2. Deckanstrich: 48 Proz. Eisenoxydrot + 52 Proz. Leinöl-Standölfirnis. Bei allen kann zur Verbesserung der Streichfähigkeit ein Verdünnungsmittelzusatz von max. 15 bis 18 Proz gemacht werden. Bei starkem Rauchgasangriff wird als Bindemittel nicht Leinöl-Standölfirnis, sondern Leinöl-Holzölstandölfirnis mit 20—30 Proz. Holzöl verwendet, außerdem wird am besten für die Grundierung und den Deckanstrich Eisenoxydrot als Pigment benutzt.

Müssen die Anstriche öfters mit verdünnter Sodalösung gereinigt werden, so sind einfache und kombinierte Nitrocelluloselacke den Öllacken vorzuziehen.

— Für Unterwasseranstriche und Anstriche von Rohren, die im Erdboden verlegt werden, eignen sich ihrer geringen Quellfähigkeit wegen besonders die preiswerten Bitumen-, Teer- und Asphaltlacke, die im Schmelzfluß aufgetragenen bituminösen Massen und die Bitumenemulsionen. Bitumenanstriche auf Wasserleitungsrohren, die noch nachträglich bei 180° eingebrannt („Bituminous Enamels“) waren, waren nach amerikanischen Erfahrungen (*K. Würth*, Dechema - Monographie Nr. 8 [Berlin 1936, Verlag Chemie]) nach 35 Jahren völlig fehlerfrei. Ähnlich verhielten sich mit einem Teeranstrich versehene gußeiserne Gasrohre (*G. Rittler*, *Wass. u. Gas* 1928, S. 996; *Chem.*

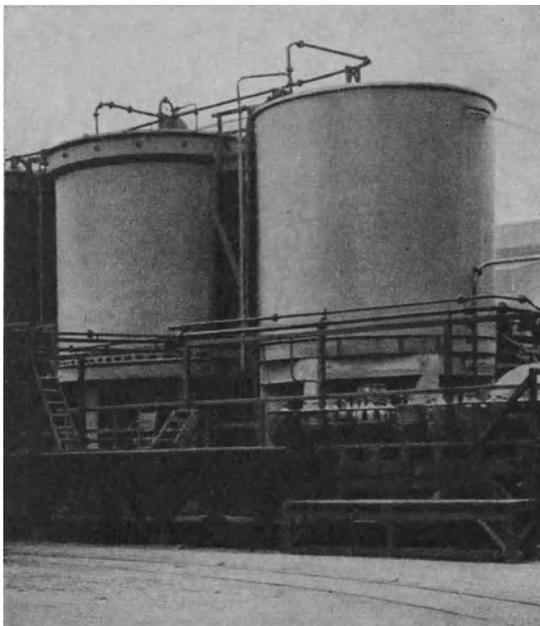


Abb. 1963. Säurebehälter mit Chlorkautschukanstrich (Werkaufnahme der I.-G. Farben).

Apparatur 1928, S. 261). Gegen Licht- und Lufteinwirkung sind diese Überzüge (besonders wenn pigmentfrei) empfindlich, dagegen sind gute Sorten gegen verdünnte wässrige Mineralsäuren, wie Salzsäure, Schwefelsäure (z. B. Asphaltüberzüge bei der elektrolytischen Auflösung von Kupfer in Schwefelsäure), Salpetersäure, verdünnte wässrige organische Säuren, wie Essigsäure, Milchsäure, Ameisensäure, sowie gegen Laugen und Salzlösungen widerstandsfähig. Sogar gegen Chlorwasser wurde Beton durch einen Spezialasphaltüberzug geschützt, wie überhaupt die bituminösen Anstriche mit Vorliebe als Mörtelanstriche verwendet werden, da schon das im Mörtel vorhandene

Calciumhydroxyd das Bindemittel der Ölfarbenanstriche angreift. — Noch widerstandsfähiger sind die Schutzüberzüge auf der Basis von Kunstharzen (z. B. Phenol-Formaldehyd), Chlorkautschuk, Vinylpolymerisaten und Celluloseäthern, wie Benzylcellulose. Der bei höheren Temperaturen eingebrannte Kunstharzüberzug Silasit ist gegen Gase, wie Ammoniak, Schwefeldioxyd, gegen Salzlösungen, Laugen, die nicht oxydierenden Mineralsäuren und nicht als Lösungsmittel wirkenden organischen Säuren völlig beständig. Genau so verhalten sich Chlorkautschuklacke und Lacke aus den anderen genannten Bindemitteln, sofern chemisch beständige Pigmente und Weichmacher verwendet wurden. Abb. 1963 zeigt eine praktische Anwendung von Chlorkautschuklacken. Diese werden auch verwendet als Innenanstrich von Acetylgasentwicklern (*Noack*, *Autog. Metallbearb.* 1934, S. 105) und von Behältern für Blausäure für die Schädlingsbekämpfung (DRP. 601 640, *Chem. Ztg.* 1934, S. 173,

Übers.). Sogar gegen Mischungen von Salzsäure und Salpetersäure sind Chlor-kautschuklacke beständig (*F. Rosendahl*, Chem.-Ztg. 1932, S. 729). Zu beachten ist, daß, wie schon oben erwähnt, die Verwendung von Chlor-kautschuk-lacken durch einzuhaltende Temperaturgrenzen eingeschränkt ist. Über die Vinylpolymerisate liegen noch nicht viel Erfahrungen vor, ihre Verwendung als Bindemittel ist noch stark in der Entwicklung begriffen. Ähnlich liegt der Fall bei der Benzylcellulose, mit der bisher noch keine mechanisch widerstands-fähigen Lackierungen hergestellt werden können. — Besondere anstrich-technische Anforderungen ergeben sich noch bei der Handhabung von orga-nischen Flüssigkeiten, wie Kraftstoffen und Lösemitteln. Besonders ver-wickelt liegt der Fall bei den Tankdampfern. Sie befördern auf ihrer Hinreise Öle und Benzine und nehmen auf der Rückreise als Ballast Seewasser, so daß sowohl die Einwirkung einer Salzlösung als auch von organischen Flüssig-keiten besteht. Hier hilft man sich so, daß man die Grundierung mit Blei-mennige + Leinöl + Holzöl ausführt, darauf einen Zwischenanstrich aus einer Caseinatemulsion und dann einen Deckanstrich aus einer Nitrocellulose-kombinations-Emaille. Ein derartiger Schutzüberzug ist gegen Sprit, Benzol, Benzin und Mineralöle beständig. Die eingebrannten Überzüge aus Phenol-Formaldehyd-Kunstharz sind gegen Benzin, Aceton, Methylenchlorid, Äther und Schwefelkohlenstoff widerstandsfähig (*I. Wehn*, Z. VDI 1934, S. 16).

Lit.: *K. H. Bauer*, Die trocknenden Öle (Stuttgart 1928, Wissenschaftl. Verlagsges.). — *A. Eibner*, Über fette Öle, Leinölersatzmittel und Ölfarben (München 1922, Heller). — *U. R. Evans*, Metallic Corrosion, Passivity and Protection (London 1937, Arnold & Co.); Deutsch (mit Ergänzungen) von *E. Pietsch* (Berlin 1939, Julius Springer). — Fachaus-schuß f. Anstrichtechnik b. VDI u. VDCh, Bücher der Anstrichtechnik (Berlin 1936/37, VDI-Verlag). — *H. A. Gardner*, Untersuchungsmethoden der Lack- und Farbenindustrie, übersetzt u. ergänzt von *B. Scheifele* (Berlin 1929, Union Deutsche Verlagsges.). — Physical and Chemical Examination of Paints, Varnishes, Lacquers and Colors (Fifth Edition, Chicago 1930, Trade Review Company). — *O. Graf u. H. Goebel*, Schutz der Bau-werke gegen chemische und physikalische Angriffe (Berlin 1931, Ernst & Sohn). — *E. Rabald*, Werkstoffe und Korrosion (Leipzig 1931, Julius Springer); Dechema Werkstoff-blätter 1935—39 (Berlin, Verlag Chemie). — Anstrichtechnik u. Anstricherhaltung (Techn-wirtschaftl. Bücherei Heft 64, Berlin 1936, Elsner). — *M. Ragg*, Die Schiffsboden- und Rostschutzfarben (Berlin 1925, Union Deutsche Verlagsges.); Vom Rost- und Eisenschutz. Altes und Neues (Berlin 1928, Union Deutsche Verlagsges.). — *J. Scheiber u. K. Sändig*, Lacke und ihre Rohstoffe (Leipzig 1926, Barth). — *Seeligmann-Zieke*, Handbuch der Lack- u. Firnisindustrie (4. Aufl., Berlin 1930, Union Deutsche Verlagsges.). — *F. N. Speller*, Corrosion, Causes and Prevention (New York 1926, McGraw Hill). — *F. Sproxton*, Celluloseester-Lacke, übersetzt von *G. F. Meier* (Berlin 1926, Union Deutsche Verlagsges.). — *H. Suida u. H. Salvaterra*, Rostschutz und Rostschutzanstrich (Wien 1931, Julius Springer). — *H. Wolff*, Laboratoriumsbuch für die Lack- u. Farbenindustrie (Halle 1924, Knapp); Die Lösungsmittel der Fette, Öle, Wachse und Harze (Stuttgart 1924, Wis-senschaftl. Verlagsges.). — *H. Wolff, W. Schlick u. H. Wagner*, Taschenbuch für die Lack- u. Farbenindustrie (6. Aufl., Stuttgart 1930, Wissenschaftl. Verlagsges.). — *W. Wiederholt*, Metallschutz, Veröffentlichung Nr. 117 des Reichskuratoriums f. Wirtschaftlichkeit (Leipzig 1938, Teubner). — *F. Zimmer*, Nitrocelluloselacke und Zaponlacke (Leipzig 1931, Hirzel).

Bindemittel: Bakelite Gesellschaft m. b. H., Berlin, Werbeschrift Bakelite. — *E. R. Bolton u. K. Williams*, The Analyst 1930, S. 360. — *W. S. Chase*, Paint, Oil, Chem. Rev. 1930, S. 16. — *H. de la Condamine*, Ind. Chimique 10, S. 488; 11, S. 10, 156, 351; Chem. Zbl. 1924 II, S. 2212. — *O. Hildebrandt*, Farbe u. Lack 1925, S. 198. — *A. Hollander*, Farben-Ztg. 1929, Bd. 35, S. 998; 1930, Bd. 36, S. 118. — I.-G. Farbenindustrie, Werbe-

schriften Alkydal und Pergut. — *H. Klauenfeld*, Farbe u. Lack 1924, S. 97, 107. — *B. Scheifele*, Z. angew. Chem. 1929, S. 787. — *R. Schwarz*, Farbe u. Lack 1928, S. 510. — *K. L. Scott*, Farben-Ztg. 1930, Bd. 36, S. 508. — *H. Wagner*, Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 2017, 2193; 1925, Bd. 30, S. 1942. — *H. Wolff*, Metallbörse 1924, S. 684. — *H. Wolff* u. *W. Toeldte*, Farben-Ztg. 1929, Bd. 34, S. 2059.

Pigmente: *C. Augustin*, Farbe u. Lack 1925, S. 138. — Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 1797. — Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 2771. — *J. T. Baldwin*, Ind. Engng. Chem. 1929, S. 326. — *H. Besthorn*, Farbe u. Lack 1927, S. 542. — *V. A. Blom*, Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 2649; Korrosion u. Metallschutz 1928, S. 10; Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 1731; 1931, Bd. 36, S. 1045. — Farbe u. Lack 1928, S. 105. — Farbe u. Lack 1929, S. 567. — Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 2022. — Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 1182, 1908. — *E. H. Bunce*, Paint, Oil, Chem. Rev. 1927, S. 12; Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 1475. — Bureau of Standards, Technological Papers of the Bureau of Standards 1925, Nr. 254. — Korrosion u. Metallschutz 1925, S. 251. — *V. Charrin*, La Technique moderne 1929, S. 719. — *Charitius*, Kindscher u. Schob, Farben-Ztg. 1929, Bd. 34, S. 1492. — *H. A. Gardner*, *G. Sward* u. *S. A. Levy*, Sci. Sect. Circ. 1930, Nr. 362; Farben-Ztg. 1930, Bd. 35, S. 1558. — *L. Hecht*, Farben-Ztg. 1929, Bd. 34, S. 2899; Bd. 35, S. 93. — *C. P. van Hoeck*, Farben-Ztg. 1926, Bd. 31, S. 1136; Korrosion u. Metallschutz 1925, S. 116. — *V. G. Jolly*, The Oil and Colour Trades J. 1928, S. 1181; Farben-Ztg. 1928, Bd. 34, S. 1065. — *P. Kamp*, Farbe u. Lack 1930, S. 291. — *C. A. Klein*, Farbe u. Lack 1926, S. 426. — *J. E. Kortum*, Paint, Oil, Chem. Rev. 1925, Nr. 17; Farben-Ztg. 1926, Bd. 32, S. 572. — *E. Maas* u. *R. Kempf*, Korrosion u. Metallschutz 1927, S. 103. — *J. M. Purdy* u. *W. Fasig*, Paint, Oil, Chem. Rev. 1927, S. 10; Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 1227. — *M. Ragg*, Farben-Ztg. 1924, Bd. 29, S. 1646. — *J. Scheiber*, Farbe u. Lack 1925, S. 89, 386. — *F. C. Toy*, J. Oil and Colour Chemists Association 1929, S. 225. — *H. Wagner*, Korrosion u. Metallschutz 1938, S. 273. — *K. Würth*, Korrosion u. Metallschutz 1927, S. 35; Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 1787; Farbe u. Lack 1930, S. 331.

Sikkative, Verdünnungs- und Weichmachungsmittel: *C. K. Black*, *W. G. France* u. *W. L. Evans*, Amer. Paint J. 1929, Nr. 29. — *A. V. Blom*, Farben-Ztg. 1931, Bd. 36, S. 873. — *W. S. Chase*, Farbe u. Lack 1930, S. 195; Paint, Oil, Chem. Rev. 1930, S. 16. — *H. Deckert*, Farben-Ztg. 1927, Bd. 33, S. 623. — *E. Fauser*, Sci. Sect. Circ. Nr. 291; Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 1183. — *P. C. van Hoeck*, Farben-Ztg. 1926, Bd. 32, S. 624. — *G. Lutz*, Farben-Ztg. 1930, Bd. 35, S. 2035. — *H. Munzert*, Chem.-Ztg. 1929, S. 622. — *H. Rasquin*, Farben-Ztg. 1926, Bd. 32, S. 736. — *B. Scheifele*, Farben-Ztg. 1926, Bd. 32, S. 207. — *H. Wolff*, *G. Zeidler* u. *W. Toeldte*, Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 2228, 2301.

Prüfung: *W. Beck*, Korrosion u. Metallschutz 1930, S. 201. — *A. V. Blom*, Chem. Fabrik 1928, S. 102. — *C. L. Came*, Bur. Stand. J. Res. 1930, S. 247; Farben-Ztg. 1930, Bd. 35, S. 1714. — *H. R. Evans* u. *S. C. Britton*, J. Soc. chem. Ind. 1930, S. 173; Farbe u. Lack 1930, S. 415. — *J. J. Fox*, Oil and Colour Trades J. 1929, S. 1187. — *H. A. Gardner*, Sci. Sect. Circ. S. 331; Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 2907. — *E. D. Gregory*, Ind. Engng. Chem. 1927, S. 1225; Korrosion u. Metallschutz 1928, S. 165. — *F. Höpke*, Dtsch. Verb. Mat. Prüf. Techn. 1929, S. 1. — *R. Job*, Paint, Oil, Chem. Rev. 1930, S. 8; Farben-Ztg. 1931, Bd. 36, S. 876. — *E. H. Kessler*, Drugs, Oils and Paints 1930, S. 87. — *J. Krisch*, Korrosion u. Metallschutz 1927, S. 227. — *E. Maass* u. *R. Kempf*, Farbe u. Lack 1923, S. 78, 89. — *H. A. Nelson* u. *F. G. Schmutz*, Ind. Engng. Chem. 1926, S. 1222. — *P. Nettmann*, Farben-Ztg. 1930, Bd. 35, S. 1984. — *F. J. Peters*, Farbe u. Lack 1939, S. 64, 183, 195, 207, 219, 231, 243, 256. — *A. W. Rick*, Farben-Ztg. 1929, Bd. 34, S. 2509. — *E. Ritter*, Kali 1929, S. 10. — Farben-Ztg. 1926, Bd. 31, S. 1027. — Korrosion u. Metallschutz 1937, S. 315. — *H. Wolff*, Korrosion u. Metallschutz 1925, S. 85; 1926, S. 118, 1876; Farbe u. Lack 1930, S. 201. — *K. Würth*, Korrosion u. Metallschutz 1927, S. 201; Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 1470.

Schutzwirkung und Haltbarkeit: *K. Arndt*, Z. Elektrochem. 1921, S. 233. — *H. L. Bakes*, Ind. Engng. Chem. 1929, S. 1118; Farben-Ztg. 1929, Bd. 35, S. 754. — *H. N. Bassett*, Ind. Chemist. 1930, S. 293. — *Beissel*, Farbe u. Lack 1926, S. 26. — *Bittner*,

Farben-Ztg. 1928, Bd. 34, S. 845, 962. — *A. V. Blom*, Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 1195. — *Bolte*, Z. angew. Chem. 1928, S. 1332. — *G. K. Burgess*, Circ. Bur. Stand. 1925, Nr. 200. — *C. C. Culbertson*, Farbe u. Lack 1925, S. 469; The Decorator 1925, S. 127. — *J. H. Davidson*, Amer. Railway Engng. Assoc. Proc. 1929, S. 143; Korrosion u. Metallschutz 1930, S. 283. — *W. H. Droste* u. *M. Werner*, Farbe u. Lack 1925, S. 86. — *J. D. Edwards*, Chem. Metallurg. Engng. 1923, S. 927; Chem. Zbl. 1924 II, S. 547. — *U. R. Evans* u. *S. C. Britton*, J. Soc. chem. Ind. 1930, S. 173; Farben-Ztg. 1930, Bd. 35, S. 1608. — *H. A. Gardner*, Sci. Sect. Circ. S. 331; Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 3265; Paint, Oil, Chem. Rev. 1930, S. 14; Sci. Sect. Circ. 1930, S. 45, 358. — *C. P. van Hoeck*, Farben-Ztg. 1931, Bd. 36, S. 737. — *F. K. Jähn*, Farbe u. Lack 1925, S. 341. — *K. Kempf*, Farben-Ztg. 1930, Bd. 35, S. 20, 171, 553. — *O. Th. Korinzig*, Korrosion u. Metallschutz 1936, S. 241; 1938, S. 253. — *W. Krumbhaar*, Korrosion I, S. 102 (Berlin 1932, VDI-Verlag). — *R. Metzger*, Gas- u. Wasserfach 1925, S. 509. — *H. A. Möller*, Farben-Ztg. 1928, Bd. 33, S. 2484. — *M. Naphtali*, Z. VDI 1928, S. 353. — *F. J. Peters*, Korrosion u. Metallschutz 1938, S. 258. — *M. v. Pohl*, Ref. u. Sowjetrussische Forschungsarbeiten über nichtmetallische Überzüge (Korrosion u. Metallschutz 1936, S. 257). — *M. Ragg*, Farben-Ztg. 1935, Bd. 40, S. 1167. — *J. Scheiber*, Farbe u. Lack 1925, S. 244, 255. — *B. Scheiße*, Korrosion u. Metallschutz 1936, S. 245; 1938, S. 262; Farben-Ztg. 1935, Bd. 40, S. 1164. — *F. C. Schmutz* u. *F. C. Palmer*, Ind. Engng. Chem. 1930, S. 84. — *M. Schultz*, Z. angew. Chem. 1928, S. 146. — *G. Schultze*, Korrosion u. Metallschutz 1938, S. 270. — *R. Schwarz*, Farbe u. Lack 1928, S. 315, 325. — *R. C. Sheeler*, Ind. Engng. Chem. 1929, S. 129, 182, 351. — *E. Stock*, Korrosion u. Metallschutz 1938, S. 265. — *H. Wagner*, Paint and Varnish Production Manager 1930, S. 20; Farben-Ztg. 1930, Bd. 36, S. 370. — *P. H. Walker* u. *E. F. Hicksons*, Ind. Engng. Chem. 1924, S. 1142. — *H. Wolff*, Farben-Ztg. 1930, Bd. 35, S. 1933; Korrosion u. Metallschutz 1938, S. 277. — *W. van Wüllen-Scholten*, Farben-Ztg. 1928, Bd. 34, S. 1016. — *K. Würth*, Dechema Monographien Nr. 8, S. 206 (Berlin 1936, Verlag Chemie).

Bituminöse Lacke: *W. N. Bowran*, Oil and Colour Trades J. 1930, S. 1563. — *C. R. Halle*, Farbe u. Lack 1928, S. 198, 214, 224. — *A. Heinemann*, Farbe u. Lack 1930, S. 549, 574. — I.-G. Farbenindustrie, Werbeschrift Aristogen. — Keramchemie, Siershahn/Westerwald, Werbeschriften Kerasolith, Keragel. — *E. Maass* u. *A. Junk*, Korrosion u. Metallschutz 1925, S. 10. — *M. Ragg*, Farben-Ztg. 1924, Bd. 30, S. 186; Farbe u. Lack 1925, S. 100. — *A. W. Rick*, Chem.-Ztg. 1929, S. 633; Chem. Fabrik 1929, S. 100; Asphalt u. Teer 1929, S. 304. — Dechema Monographien Nr. 3, S. 261 (Berlin 1931, Verlag Chemie). — *Palatin G. m. b. H.*, Darmstadt, Werbeschrift Pacedit C. — *H. Walther*, Korrosion V, S. 83 (Berlin 1936, VDI-Verlag).

Chlorkautschuklacke: *R. A. Coolahan*, Rubber Age (New York) 1934, S. 17. — *F. Rosendahl*, Chem.-Ztg. 1932, S. 729. — *L. Rosenthal* u. *G. Schultze*, Farbenchemiker 1934, S. 53. — *G. Schultze*, Korrosion V, S. 94 (Berlin 1936, VDI-Verlag); Farben-Ztg. 1935, Bd. 40, S. 1165; Korrosion u. Metallschutz 1936, S. 249. — *D. R. Wiggam*, *W. Koch* u. *E. Mayfield*, Ind. Engng. Chem. News Ed. 1934, S. 178.

Lacke auf der Basis von Cellulosederivaten: *D. J. Burke*, Oil and Colour Trades J. 74, S. 1658; Farbe u. Lack 1929, S. 155, 164. — *A. Chaplet*, Moniteur de la Peinture 1928, Nr. 198; Korrosion u. Metallschutz 1929, S. 186. — *G. Daniels*, Farbe u. Lack 1929, S. 198. — *J. H. Frydlaender*, Rev. produits chimiques 1927, S. 361, 401, 481, 521; 1928, S. 481, 518. — *H. A. Gardner* u. *A. W. v. Henckroth*, Farbe u. Lack 1929, S. 199. — *A. S. Jennings*, The Decorator 1925, S. 722; Farbe u. Lack 1925, S. 208, 223. — *Lenz*, Farbe u. Lack 1929, S. 17. — *G. Schultze*, Korrosion u. Metallschutz 1939, S. 191. — *L. L. Steele*, Ind. Engng. Chem. 1927, S. 807; Farben-Ztg. 1927, Bd. 32, S. 2947. — *F. Zimmer*, Chem.-Techn. Ind. 1926, S. 193, 209; Farben-Ztg. 1917, Bd. 23, S. 331.

5. Überzüge aus Ölen, Fetten, Paraffin u. dgl. Bei der Phosphatisierung ist schon angegeben worden, daß die Phosphatschichten durch Tränken mit Fetten und Ölen wesentlich widerstandsfähiger werden. Man benutzt diese Stoffe aber auch sonst zum Schutz von Werkstoffen. Bei den metallischen

Werkstoffen handelt es sich dabei meist nur um einen zeitweiligen Schutz, wie ihn nicht im Gebrauch befindliche Apparaturen, lagerndes Halbzeug usw. nötig haben. Als Schutzstoffe kommen dabei in Frage Vaseline, Schmieröle, Wollfett (Lanolin), Knochenöl usw. Bei Versuchen von *Borodulin*, bei denen mit dem Schutzmittel gestrichene polierte Stahlplatten den Dämpfen von Salpetersäure und Wasser ausgesetzt wurden, ergab sich folgende Reihe mit absteigendem Schutzwert: Vaseline > Gewehrfett > Zylinderöl > Transformatorenöl > Masut. Ganz besonders gute Schutzwirkung zeigen Wollfette. Bei Versuchen, bei denen *Jakeman* miteinander verschraubte Stäbe von Maschinenstahl mit Bronze mit verschiedenen Schutzanstrichen versah und dann der Einwirkung der Atmosphäre (mindestens 4 std Sonnenbestrahlung am Tag und Wasserbesprengung, wenn innerhalb von 1 Woche kein Regen) überließ, zeigte sich nachstehendes Ergebnis:

Rostschutzmittel	Anzahl der Anstriche	Preis in Pfg. für den m ²	Auftreten der ersten Rostbildung
23proz. Lösung von Lanolin	1	12,8	nach 40—70 Tagen je nach Dicke
	2	23,8	
	3	28,1	
Rohwollfett (Rohlanolin) bei 53° aufgetragen	1	8,5	nach 12 Tagen
Rohlanolin bei 73° aufgetragen	1	3,4	
Erdölschmiere	1	5,1	
Blauer Lack in Paraffinöl gelöst	1	10,2	nach 40—70 Tagen je nach Dicke
	2	23,0	
Asphalt in Naphtha gelöst	1	9,4	
	2	19,6	
Mischung aus 20 Proz. Harz + 3 Proz. Damargummi + 21 Proz. Harzspiritus + 56 Proz. Methanol	1		
	2		
	3		

Bleirohre werden durch einen Überzug aus 55 Proz. Vaseline + 40 Proz. Colophonium + 5 Proz. Schwefel geschützt (Soc. d'Exploit. des Cables electr., Schweiz. P. 171964). Über den Schutz von Säureapparaturen durch Wachsmischungen s. I.-G.-Farbenindustrie, DRP. 609162, 610335. — Zu den Rostschutzfetten werden auch Zusätze von Alkalien und Chromaten hinzugefügt, um die schützende Wirkung zu erhöhen. Der Erfolg dieser Maßnahme ist aber nicht immer überzeugend.

Mauerwerk kann durch Tränkung mit fetten Ölen, die geringe Mengen Paraffin gelöst enthalten, gut gegen Atmosphärien und Rauchgase geschützt werden, während Lacke und Firnisse sich unter gleichen Bedingungen wesentlich ungünstiger verhalten (Ergebnisse 13jähr. Prüfungen des Amer. Nat. Bureau of Standards). Paraffintränkung von Holz hat sich dagegen bei Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure und Wasser nicht bewährt (*Wiertelak* und *Czarnecki*).

M. Borodulin, J. chem. Ind. (russ.) Bd. 2, S. 824; Chem. Zbl. 1927 I, S. 671. — *C. Jakeman*, Engineering Bd. 120, S. 123; Korrosion u. Metallschutz 1926, S. 137; Brit. Department Ind. a. Sci. Research, Oil Colour Trades J. 1934, S. 1211; Dep. sci. ind. Research, Engin. Research, Spec. Rept Nr. 12, 2. Ausg. (1934); J. Soc. chem. Ind. 1934, B 1063; Farben-Ztg. 1934, Bd. 39, S. 441, 1176. — *H. Berg*, Seifensieder-Ztg. 1934, S. 303. — *Silk J. Rayon World* 1934, S. 502. — *D. W. Kessler*, J. Res. Nat. Bur. Stand. 1935, S. 317. — *Seifensieder-Ztg.* 1936, S. 50. — *J. Wiertelak* u. *J. Carnecki*, Ind. Engng. Chem. 1935, S. 543. — *B. Waeser*,

Chem.-Ztg. 1922, S. 937. — *E. Rabald*, Werkstoffe u. Korrosion II (Leipzig 1931, Julius Springer); Dechema Werkstoffblätter 1935—38 (Berlin, Verlag Chemie). — *W. Wiederholt*, Metallschutz, Veröffentlichung Nr. 117 des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit (Leipzig 1938, Teubner. Berichtigung: Bei allen Angaben dieser Lit. auf den S. 1519—1522, 1524—1527 muß es gleichfalls 1938 statt 1928 heißen).

Lit. Chem. Apparatur: Siehe bei Korrosion.

Rabald.

Schwarzblech ist mit Walzzunder überzogener gewalzter Flußstahl (s. Eisen-Kohlenstoff-Legierungen). Über Abnahmebedingungen und Dimensionierung s. DIN 1541, 1620—1623.

Ra.

Schwefel. Geschmolzener Schwefel, allein und in Verbindung mit Sand, Glaspulver u. dgl., wird als Material für einfache Behälter und als Überzugsmasse benutzt. Eine Mischung von Schwefel mit Gips und Koks wird als „Lavasul“ (Chem. Apparatur 1925, S. 127) bezeichnet und besonders für Salzsäuretürme verwendet.

Chemische Beständigkeit. Beständig sind Gefäße aus mit Schwefel imprägniertem Holz (nicht immer gute Erfahrungen, vgl. *F. Moll*, Chem. Apparatur 1928, Beil. Korr., S. 25) und Beton gegen alle verdünnten Säuren (auch bei verdünnter Salpetersäure nur geringer Angriff), gegen konzentrierte Schwefelsäure in der Kälte und alle nicht alkalischen Salzlösungen. Besonders wertvoll ist die Widerstandsfähigkeit von mit Schwefel getränkten Betonzellen gegen die sonst fast alle Materialien korrodierenden Lösungen von Ferrichlorid. Nicht beständig sind mit Schwefel imprägnierte Baustoffe gegen Alkalien und alkalische Salzlösungen sowie gegen stark oxydierende Substanzen, wie konzentrierte Salpetersäure, Salzsäure + Kaliumchlorat, Brom-Salzsäure, Königswasser, Hypochloritlösungen u. dgl. Überhaupt tut man gut, wenn man oxydierende Mittel, wie z. B. auch den Luftsauerstoff, möglichst ausschließt.

Lit.: *F. M.*, Chem. Apparatur 1927, Beil. Korr., S. 30. — *A. Kleinlogel*, Einflüsse auf Beton (Berlin 1925, Ernst & Sohn). — *E. Rabald*, Werkstoffe u. Korrosion II (Leipzig 1931, Julius Springer); Dechema-Werkstoffblätter 1935—1937 (Berlin, Verlag Chemie). — *R. Bigazzi*, Ind. chimica 1934, S. 616.

Ra.

Schweißeisen, Schweißstahl, s. Eisen-Kohlenstoff-Legierungen.

Schweißverbindungen, s. Nähte.

Schwenkrohre, s. Dekantierapparate, Siedekessel.

Schwimmer dienen dazu, den Stand eines Flüssigkeitsspiegels auf Regel-, Absperr- oder Anzeigevorrichtungen, z. B. auf Ventile (s. Schwimerventile), Druckmesser (s. d.) oder Druckregler (s. d.), Flüssigkeitsstandanzeiger (s. d.) oder Flüssigkeitsstandregler (s. d.), zu übertragen. Für ähnliche Zwecke werden sie in Kondensstöpfen (s. d.) oder Rückleitern (s. d.) eingebaut. Man unterscheidet offene und geschlossene Schwimmer.

Die offenen Schwimmer, die absatzweise arbeiten, bestehen aus einem oben offenen Topf, der mit dem zu steuernden Gerät durch eine Stange oder einen Hebel verbunden ist. Solange die Flüssigkeit, in welcher der Topf schwimmt, nicht bis an dessen Rand reicht, drückt der Auftrieb die Regelstange nach oben. Hat der Flüssigkeitsspiegel den oberen Rand des Topfes überschritten, so füllt sich der Topf schnell, so daß er nach unten fällt und entsprechend die Regelstange betätigt. Bei dieser Bauart muß die Flüssigkeit nach dem Abfallen durch ein bis auf den Boden des Schwimmtopfes reichen-

des Rohr herausgedrückt werden. Offene Schwimmer werden besonders für kleinere Kondenstöpfe (s. d.) verwendet.

Die geschlossenen Schwimmer, die von diesen Geräten am meisten verwendet werden, bestehen aus einem Hohlkörper, dessen Höhenlage den Veränderungen des Flüssigkeitsspiegels folgt. Die Kraft zur Verstellung des angeschlossenen Gerätes nach oben wird dadurch erzeugt, daß der Schwimmer beim Steigen des Spiegels tiefer eintaucht und daß dadurch ein Auftrieb entsteht. Hierzu muß der Schwimmer einen bestimmten Rauminhalt haben. Die Kraft zur Verstellung nach unten bei einem Fallen des Spiegels liefert lediglich das Eigengewicht. Der Schwimmer muß daher auch ein bestimmtes Mindestgewicht haben. Rauminhalt und Gewicht beeinflussen daher die Größe der Verstellkraft und die Empfindlichkeit des angeschlossenen Gerätes.

Die Schwimmer sind leicht Korrosionen ausgesetzt, da ein Teil der Oberfläche in der Flüssigkeit liegt und der andere Teil in die Außenluft ragt. Wird jedoch der Schwimmer an einer Stelle undicht, so füllt er sich mit Flüssigkeit und wird somit außer Betrieb gesetzt. Man bevorzugt daher für den Bau von Schwimmern korrosionsfeste Werkstoffe. Um Anfrassungen zu verhüten, dürfen Dampf- oder Flüssigkeitsstrahlen den Schwimmer nicht unmittelbar treffen. Werden daher in das Schwimmergefäß Dämpfe oder Flüssigkeiten eingeleitet, so wird man vor dem Schwimmer ein Leitblech anbringen, das die Strömung ablenkt, wenn die Möglichkeit besteht, daß der Strahl unmittelbar den Schwimmer trifft.

Die Wandungen, die durch den jeweiligen Außendruck beansprucht werden, müssen so bemessen sein, daß sie nicht zusammengedrückt werden können. Je nach dem Berechnungsdruck unterscheidet man daher auch Niederdruck- und Hochdruckschwimmer. Da die Kugel zur Aufnahme eines hohen Druckes besonders geeignet ist, werden für den Bau geschlossener Schwimmer Kugelgestalt oder, da die Herstellung einer Kugel oft teuer ausfällt, meist kugelähnliche Formen bevorzugt.

Die Arbeit eines Schwimmers kann durch Schwingungen des Flüssigkeitsspiegels beeinträchtigt werden. Dies wird besonders dann eintreten, wenn der Spiegel eine große Ausdehnung hat, wenn erhebliche Mengenänderungen in der Zeiteinheit vorkommen oder wenn die Flüssigkeit durch andere Umstände in Bewegung gebracht wird. In solchen Fällen muß der Schwimmer von der Flüssigkeit durch Wandungen abgetrennt werden, die nur mit kleinen Öffnungen mit der Hauptmasse der Flüssigkeit in Verbindung stehen. Die Schwingungen der Flüssigkeit übertragen sich dann nicht auf den Schwimmer. Dieser stellt sich vielmehr entsprechend dem mittleren, vorhandenen Spiegel ein. Oft wird der Schwimmer in Fällen dieser Art in einem besonderen Gefäß angeordnet, das durch enge Leitungen mit dem Behälter verbunden ist, dessen Spiegel den Schwimmer beeinflussen soll.

Besteht die Möglichkeit, daß der Schwimmer an benachbarte Wandungen anstößt, so wird seine Bewegung zweckmäßig durch eine Führung gelenkt. Diese muß möglichst reibungsfrei arbeiten, damit sich die Verstellkraft des Schwimmers nicht wesentlich verringert. Meist wird der Hebel oder das Hebelsystem, welches das zugehörige Absperr- oder Regelgerät betätigt, unmittelbar auch zur Führung des Schwimmers benutzt. — Arbeitet der Schwimmer in geschlossenen Räumen, so muß er leicht zugänglich sein, damit seine Beschaffenheit und seine Arbeitsweise jederzeit nachgeprüft werden kann.

In Einzelfällen wird es vorteilhaft sein, ihn durch Schaugläser (s. Schaulöcher) sichtbar zu machen.

Geschlossene Schwimmer können auch die Veränderungen der Höhen von übereinanderliegenden Schichten gegenseitig unlöslicher Flüssigkeiten aufnehmen. Je größer die Unterschiede der spezifischen Gewichte der einzelnen Flüssigkeiten sind, um so besser wird der Schwimmer unter diesen Bedingungen arbeiten.

In ähnlicher Weise wie die geschlossenen Schwimmer arbeiten die sog. Schwimglocken, die unten offen sind und in die Flüssigkeit tauchen. Sie werden vorwiegend für bestimmte Druckmesser (s. d.) und Druckregler (s. d.) verwendet.

Als Schwimmer bezeichnet man auch bewegliche Staukörper, die in einer Strömung liegen und ihre Stellung je nach der Strömungsgeschwindigkeit verändern (s. Dampfmesser), so daß ihr Ausschlag die durchströmende Menge erkennen läßt (s. Strömungsanzeiger). Th.

Schwimmerventile dienen zur Regelung des Zu- und Abflusses von Flüssigkeiten an Behältern verschiedenster Art. Sie öffnen und schließen bei einem dem Schwimmerhub entsprechenden Flüssigkeitsspiegelunterschied und halten diesen unveränderlich. Sie werden als innenliegende Zu- und Ablaufventile oder außenliegend als Rohrleitungsventile ausgeführt. — Zwei Einbaubeispiele von innenliegenden Schwimmerventilen zeigt Abb. 1964, vier Möglichkeiten für die Anordnung außenliegender Ventile sind auf Abb. 1965 dargestellt (Schneider & Helmecke, Magdeburg).

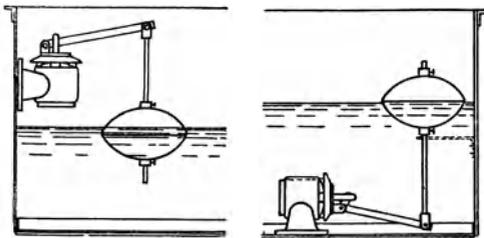


Abb. 1964.

Einbau innenliegender Schwimmerventile (Schneider & Helmecke).

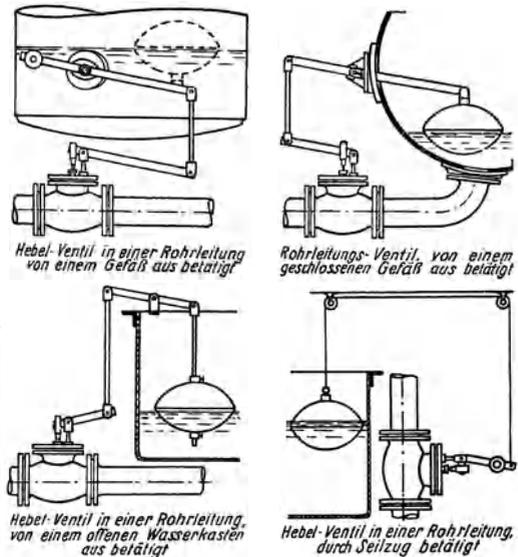


Abb. 1965.

Anordnungen außenliegender Schwimmerventile (Schneider & Helmecke).

Ein Schwimmerventil (A. L. G. Dehne, Halle a. d. S.) bei dem ein Kniehebel angewendet ist, um einen stoßfreien Schluß zu erzielen, zeigt Abb. 1966. Der Ventilkegel ist mit einer Gummiauskleidung versehen. Zur Kraftübertragung von dem Schwimmer auf den Ventilkegel dient eine Parallelführung. Steigt der Flüssigkeitsspiegel und hebt sich dementsprechend der Schwimmer, so wird das Ventil langsam geschlossen. — Ein innenliegendes Schwimmer-

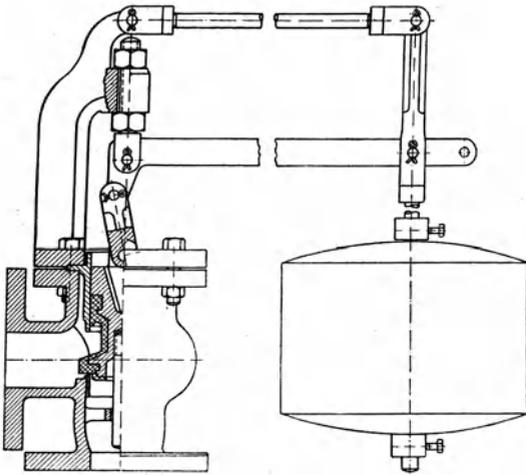


Abb.1966. Schwimmerventil mit Gummikegel (Dehne).

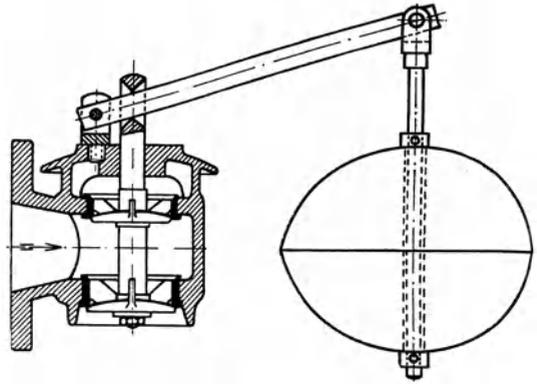


Abb. 1967. Innenliegendes Schwimmerventil (Schneider & Helmecke).

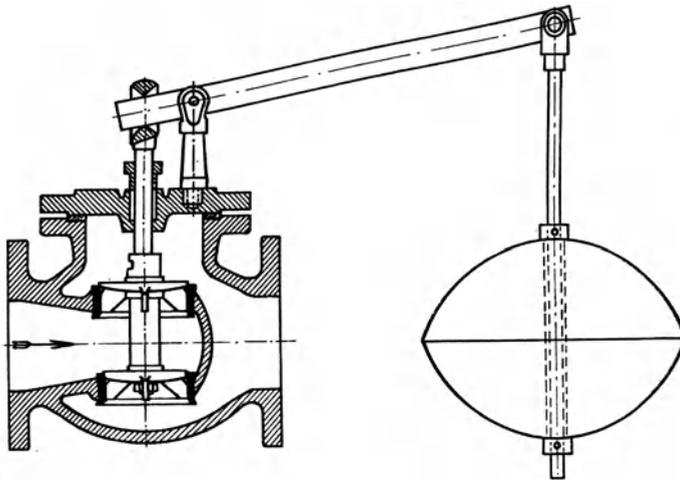


Abb. 1968. Rohrleitungsschwimmerventil (Schneider & Helmecke).

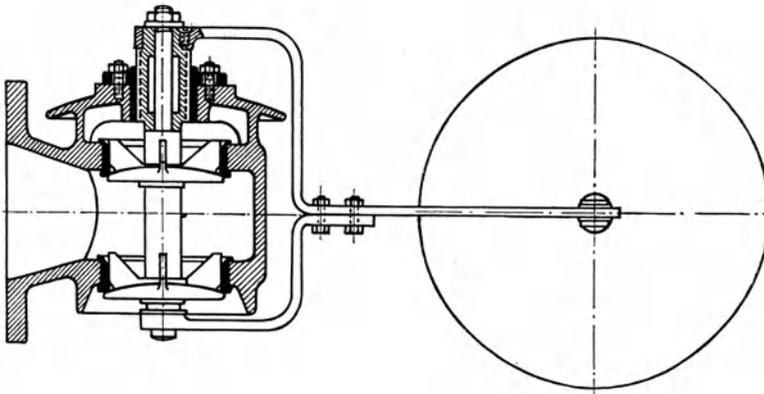


Abb. 1969. Innenliegendes Schwimmerventil mit Schraubenbewegung (Grundriß) (Schneider & Helmecke).

ventil mit doppeltem Sitz von Schneider & Helmecke zeigt Abb. 1967, und als Rohrleitungsschwimmerventil Abb. 1968. — Ein innenliegendes Schwimmerventil, bei dem die Bewegung der Ventilsätze durch eine Schraube erfolgt, stellt Abb. 1969 dar. Th.

Schwingblätter, Schwingwände, s. Membranen.

Schwingen, s. Schleudern.

Schwingmetall ist ein Mehrschichten-Werkstoff. Bei ihm ist eine meist ziemlich dicke Schicht Gummi an zwei Metall-Lagen sehr fest anvulkanisiert. Die Haftfestigkeit des Gummis ist so groß, daß bei Überbeanspruchung eher die Gummischicht zerstört als von der Metallunterlage losgerissen wird. Dieses Gummi-Metall-Konstruktionselement eignet sich zur Abfederung von Maschinen, Schleudern, Motoren usw., sowie für elastische Rohrverbindungen.

Lit.: Chem.-Ztg. 1936, S. 258. — Chem. Fabrik 1936, S. 229. — Druckschrift der Continental-Gummiwerke, Hannover.

Ra.

Schwingmühlen sind eine besondere Art von Kugelmühlen, die nach dem Prinzip der Schwingsiebe (s. Siebvorrichtungen) durch Unwucht angetrieben werden, wie dies Abb. 1970 (für rohrförmige Mahlbehälter nach DRP. 620721) und Abb. 1971 (für trogförmige Mahlbehälter nach DRP. 628736) erkennen lassen. Im Gegensatz zu den Rollmühlen, wie man die Kugelmühlen mit umlaufenden Mahlbehältern auch nennt, die Langsamläufer sind und die Zerkleinerung vornehmlich durch die schlagende Wirkung der Mahlkörperfüllung ausüben, haben die Schwingmühlen eine rasch umlaufende Antriebswelle ($n = 1500-3000$ U/min), deren Unwuchtkörper M

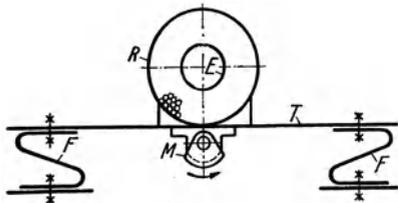


Abb. 1970. Vereinfachte Darstellung einer Schwingmühle mit rohrförmigem Mahlbehälter (DRP. 620721, I.-G. Farbenindustrie A.-G.).

die Mahlkörperfüllung, wie Abb. 1971 oben veranschaulicht, den Mahlbehälter bis zu $\frac{9}{10}$ seines Inhaltes ausfüllt, was ebenfalls dazu beiträgt, die Zerkleinerungswirkung beträchtlich zu steigern und namentlich zu beschleunigen. Dies geht sehr deutlich aus Abb. 1972 hervor (s. *Kiesskalt*, Aus der Entwicklung schwingender Arbeitsmaschinen für die Verfahrenstechnik [Z. VDI 1936, Beiheft Verfahrenstechnik, Nr. 1]). Nach *Kiesskalt* hat sich die Überzeugung heraus-

(Abb. 1970) bzw. m (Abb. 1971 unten) den Mahlbehälter R bzw. $abcde$ in rasche Kreisschwingungen von 3—5 mm Bahnkurven-

durchmesser versetzt. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß

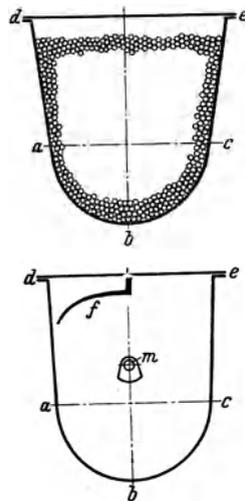


Abb. 1971. Vereinfachte Darstellung einer Schwingmühle mit trogförmigem Mahlbehälter (DRP. 628736, I.-G. Farbenindustrie A.-G.).
Oben: Mahlbehälter mit Mahlkörperfüllung.
Unten: Mahlbehälter mit Antriebswelle und Leitflächen.

gebildet, daß eine weitgehende Feinmahlung nicht durch Stoß und Schlag, sondern durch Reibung und Scherung erfolgt. Unter der Einwirkung der kreisenden Schwingbewegung des Mahlbehälters läuft das ganze Kugelbett entgegengesetzt der Antriebsdrehrichtung der Mühle um. Hierbei findet eine Reibung zwischen sämtlichen Kugeln statt, wodurch das zwischen die Kugeln eingebrachte Mahlgut in überraschend kurzer Zeit feinst vermahlen wird. Gegenüber einer etwa gleichgroßen Kugelmühle mit umlaufendem Mahlbehälter (Rohrmühle oder Trommelmühle) sind folgende Unterschiede festzustellen: 1. sind in der Schwingmühle erheblich mehr Kugeln vorhanden; 2. sind in der Schwingmühle ständig alle Kugeln in Bewegung und demzufolge in Wirksamkeit, wogegen in der Rollmühle ein großer Teil der

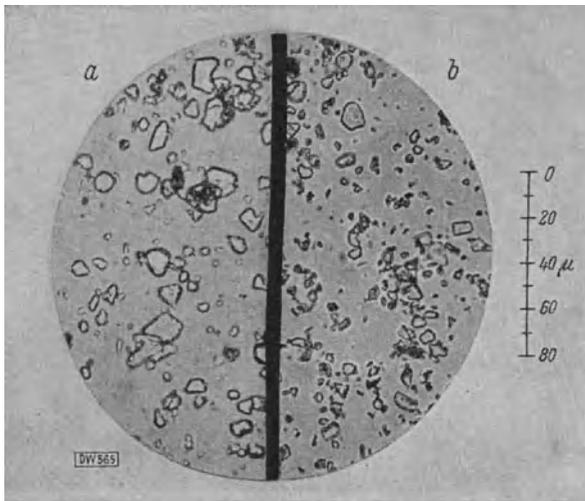


Abb. 1972. Mahlproben von Aluminiumoxyd.
(Nach Kiesskalt.)

a) 2 std in einer Kugelmühle von 125 mm Durchm., 7 mm Kugeldurchmesser, bei $n = 46$ U/min gemahlen; b) 2 std in einer Schwingmühle von 125 mm Durchm., 3 mm Schwingkreis, bei $n = 180$ U/min gemahlen.

Mahlbehälter R auf einem Schwingtisch T , der von kräftigen Flachfedern F getragen wird. Bei den praktischen Ausführungen befindet sich die rasch umlaufende Welle mit den unbalanten Massen (Unwuchtkörper) M in der Schwerpunktsachse des gesamten schwingenden Systems, die dasselbe (Antriebswelle mit der unbalanten Masse, Schwingtisch und Schwingmühle) in Schwingungen versetzen, deren Bahnkurvenebene senkrecht zur umlaufenden Welle und damit auch zur Mittelachse des Mahlbehälters steht. Da bei größeren Durchmessern desselben, etwa von 300 mm an aufwärts, die in der Umgebung der Achse befindlichen Teile des Gemisches (Mahlgut und Mahlkörper) an den Schwingungen nicht mehr teilnehmen, entsteht eine tote Zone, die für die Mahlung unwirksam ist. Um diesen Übelstand zu beheben und um eine bessere Raumausnutzung zu erzielen, wird in dem Inneren des Mahlbehälters ein entsprechender Rohrtunnel E angebracht, der gleichzeitig zur Aufnahme der Unwuchtkörper einschließlich

Kugeln relativ zueinander in Ruhe bleibt (vgl. Abb. 1294, S. 969); 3. steht bei der Rollmühle lediglich die Erdbeschleunigung zur Bewegung der Kugeln zur Verfügung, wogegen bei der Schwingmühle infolge der hohen Umlaufzahl der Antriebswelle die Schwingbeschleunigung wesentlich höher ist.

Die konstruktive Durchbildung der Schwingmühlen lehnt sich an diejenige der Schwingsiebe (s. Sieborrichtungen) an. Wie Abb. 1970 zeigt, ruht der (in diesem Fallrohr- oder trommelförmige)

Lagerung benutzt wird. Dieser Innenzylinder, der starr mit der schwingenden Behälterwand verbunden ist, dient auch zur zusätzlichen Übertragung der Schwingungen auf die Mahlkörper und das Mahlgut.

Nach Abb. 1971 ist der Mahlbehälter trogförmig ausgebildet, und zwar ist der untere Teil *abc* halbkreisförmig gestaltet, während sich die beiden Seitenwände *ad* und *ce* parallel- oder auseinanderlaufend anschließen. Der Trog ist durch einen Deckel *de* verschließbar. Im kastenförmigen oberen Teil können Leitflächen *f* eingebaut werden, denen die gleiche Aufgabe zufällt wie dem zylindrischen Rohrtunnel *E* in Abb. 1970. Die Antriebswelle *m* mit dem Unwuchtkörper (Freischwinger) ist hier auch in der Schwerachse des Mahlbehälters angeordnet.

Abb. 1973 zeigt eine Schwingmühle dieser Art, „Vibratom“ genannt, für 50 l Nutzinhalt in einer Ausführung der Maschinenfabrik Främb's & Freuden-

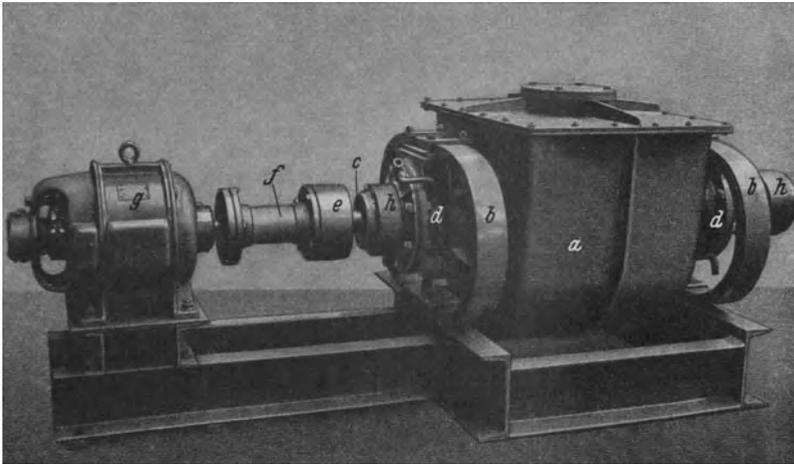


Abb. 1973. Schwingmühle „Vibratom“ für 50 l Nutzinhalt (Främb's & Freudenberg).

berg, Schweidnitz. Der Mahlbehälter *a* ist in Flachfedern *b* aufgehängt. Die Unwuchterregerwelle *c* geht durch den Trog hindurch, der auch die Lager *d* trägt, die also samt den Antriebsscheiben *e* an der schwingenden Bewegung des Mahlbehälters teilnehmen. Die Verbindung mit dem festgelagerten Elektromotor *g* erfolgt durch die elastische Kupplung *f*. Die Unwuchtkörper *h* bestehen aus je einem Ring, der mit der Antriebswelle fest verbunden ist und an einer Stelle ein einstellbares Gewicht enthält. Diese Einrichtung ist dieselbe wie bei den Schwingsieben und geht aus Abb. 1974 (Krupp-Grusonwerk A.-G., Magdeburg) deutlich hervor. Die Wände der Mahlbehälter werden meist mit einem dünnen Weichgummiüberzug versehen, der sich als sehr haltbar erwiesen hat. Als Mahlkörper dienen Porzellan-, Stahl- oder andere Kugeln, deren Durchmesser sich nach der Größe des zu verarbeitenden Kornes richtet.

Das Anwendungsgebiet der Schwingmühlen erstreckt sich auf die Herstellung von Mehlen und Pasten von unfühlbare Feinheit, wie sie für die Feinkeramik, Lack- und Bleistiftindustrie, für Füller aller Art, Heilmittel und

Kosmetika benötigt werden, aber auch für die Aufbereitung von Steinen und Erden, Zementen, Erzen u. dgl., also auch für größere Mengen, kommen sie in Betracht. Für Grobzerkleinerung eignen sich die Schwingmühlen nicht; im allgemeinen dürfen Grieße von mehr als 0,5 mm Korndurchmesser nicht zur Aufgabe kommen.

Die Schwingmühlen eignen sich für Trocken- und Naßmahlung und können absatzweise oder stetig (im Durchlauf) arbeiten; sie zeichnen sich auch durch

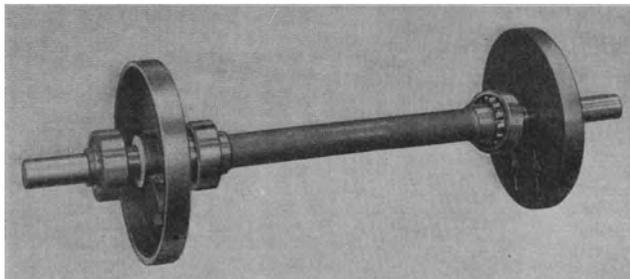


Abb. 1974. Antriebswelle mit zwei unbalancierten Massen (Unwuchtkörper, Freischwinger) (Krupp-Gruson).

eine hohe Mischwirkung aus. Die Zu- und Ableitung von Mahlgut, von Luft für Sichtung oder von Heizgasen (für Mahltrockner) kann durch nachgiebige Rohrleitungen, Metallschläuche u. dgl., die an jeder gewünschten Stelle an die Schwingmühle angeschlossen werden können, erfolgen.

Über Beiträge zur Klärung des Schwingmahlvorganges s. *D. Bachmann*, Z. VDI 1940, Beiheft Verfahrenstechnik, S. 43, 82.

Schwingsiebe, s. Siebvorrichtungen.

Securit, s. Kitte.

Sedimentierapparate, s. Dekantierapparate.

Seiher (s. auch *Pressen*). Einrichtungen zur Abscheidung von festen Stoffen aus Flüssigkeiten bezeichnet man auch als Seiher. In seiner einfachsten Form besteht ein Seiher aus einem feinen Sieb. Läuft die Flüssigkeit unmittelbar auf Grund der eigenen Schwerkraft durch diese Siebfläche, so scheidet er die festen Anteile als Sieb entsprechend der Maschen- und Lochweite ab und ist daher zu den Siebvorrichtungen (s. d.) oder zu den Abtropfvorrichtungen (s. d.) zu rechnen. Soll der Seiher auch feinere Anteile abtrennen, so legt man über das Sieb noch ein Tuch, so daß eine Filterwirkung entsteht (s. Filter). — Diese Seiher können die Flüssigkeit aus dem Gut nur soweit entfernen, als sie nicht in den Poren verbleibt oder an der Oberfläche haftet.

Eine weitere Abscheidung von Flüssigkeit ist nur durch Auspressen unter Anwendung hoher Drücke möglich. Die hierzu dienenden Seiher bestehen aus Stahlzylindern mit durchlöchernten Wandungen, die in Pressen (s. d.) eingebaut werden (Seiherpressen).
Th.

Selbstschlußventile, s. Rohrbruchventile.

Senkwaagen, s. Spindeln.

Separatoren, s. Schleudern.

Setzapparate, s. Dekantierapparate; Naßklassierer u. Naßsortierer.

Sicherheitsventile sollen sich öffnen, wenn der Druck in einem Behälter, einem Apparat oder einer Rohrleitung eine bestimmte Grenze, die

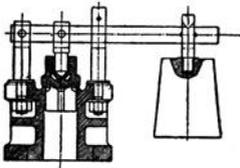


Abb. 1975. Sicherheitsventil aus Thermisilid mit Gewichtsbelastung (Amag-Hilpert).

als Höchstdruck festgelegt ist, erreicht, so daß dieser Druck nicht überschritten werden kann. Man verwendet hierzu Ventile mit einem Teller, der durch ein Gewicht oder eine Feder belastet ist. Bezeichnet p den Druck je Flächeneinheit, bei dem das Ventil sich öffnen soll, F die Fläche des Ventiltellers, P die anzuwendende Belastung, so muß $p = P/F$ sein, wenn ein Abheben erfolgen soll. Damit das Ventil beim Betriebsdruck

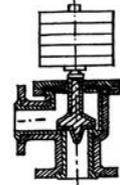


Abb. 1976. Verbleitetes Sicherheitsventil mit Gewichtsbelastung.

noch abspermt, muß die Belastung um einen kleinen Zuschlag für den Dichtdruck vermehrt werden, der von der Sitzbreite abhängt. Die Sicherheitsventile werden in geschlossener oder offener Bauart verwendet.

Die einfachen Sicherheitsventile, wie sie auf Abb. 1975 (Amag-Hilpert-Pegnitzhütte A.-G., Nürnberg) und 1976 mit

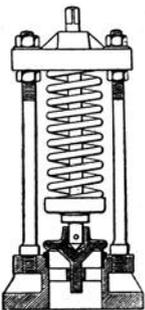


Abb. 1977. Federbelastetes Sicherheitsventil (Dehne).

Gewichtsbelastung und auf Abb. 1977 und 1978 (A. L. G. Dehne, Halle a. d. S.) mit Federbelastung dargestellt sind, öffnen sich bei dem Grenzdruck nur sehr wenig. Ein größerer Hub des Ventiles wird bei diesen einfachen Bauarten nur bei einem erheblichen Überdruck erreicht. Die Ventilerhebung hängt in hohem Maß von der Art der Umströmung ab. Um den Hub der Sicherheitsventile zu vergrößern, sind verschiedene besondere Bauweisen entwickelt worden. So hat man z. B. den Staudruck des abströmenden Dampfes benutzt, um mit Hilfe von besonderen Staudruckflächen eine größere Ventilerhebung zu erhalten. Ein derartiges Hochhub-Sicherheitsventil zeigt Abb. 1979.

Seitliche Kanäle im Gehäuse leiten einen Teil des ausblasenden Dampfes gegen Stauflächen, die in Gestalt eines Bügels am Druckstift befestigt sind. Zur Verminderung der Reibung ist der Hebel in Schneiden gelagert. Für die meisten Zwecke der Apparatechnik dürften jedoch die einfachen Bauarten genügen. — Zu beachten ist, daß ein Sicherheitsventil durch eine Rohrleitung mit der Außenluft verbunden sein muß, wenn es an einem Behälter für flüchtige, brennbare Stoffe oder für schädliche Gase angebracht ist.

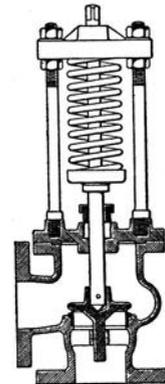


Abb. 1978. Federbelastetes Sicherheitsventil mit Abführung der ausblasenden Dämpfe (Dehne).

In jedem Sicherheitsventil muß der Teller so beschaffen sein, daß er gelüftet und auf seinem Sitz gedreht werden kann. Bei Ventilen, die durch Hebel und Gewichte belastet werden, soll der auf jedes Ventil durch den Dampf ausgeübte Druck 600 kg nicht überschreiten, wie es für Dampfkessel vorge-

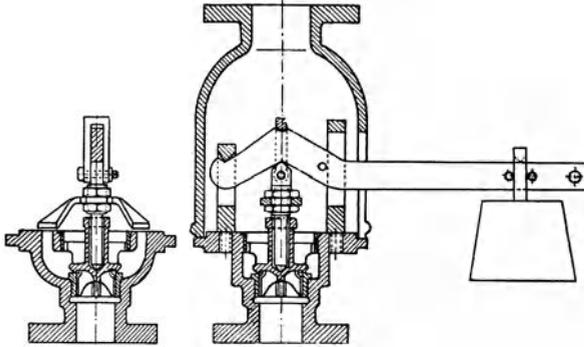


Abb. 1979.

Hochhub-Sicherheitsventil mit Ausblashaube (Dehne).

schrieben ist. An großen Apparaten und Druckgefäßen verwendet man daher oft mehrere Sicherheitsventile nebeneinander. Belastungsgewichte sollen möglichst aus einem Stück bestehen.

Die Zuführung der Flüssigkeit oder der Dämpfe zu den Sicherheitsventilen soll nicht durch Rohre erfolgen, die innerhalb des Druckraumes liegen. Bei Hebel-

ventilen ist die Stellung des Gewichts durch Splinte, bei Federventilen die Spannung der Federn durch Sperrhülsen oder feste Scheiben zu sichern.

Der Querschnitt der Sicherheitsventile wird bei befeuerten Dampfkesseln und Dampffässern nach folgenden Formeln berechnet:

a) Bei gewichts- und federbelasteten Sicherheitsventilen gewöhnlicher Bauart ist

$$F = 15 \cdot H \sqrt{\frac{1000}{p \cdot \gamma}}$$

Hierin bedeuten:

F = Querschnitt des Ventils in mm^2 ,

H = Heizfläche des Kessels oder Dampffasses in m^2 ,

p = höchster Betriebsüberdruck in kg/cm^2 ,

γ = Gewicht von 1 m^3 Dampf in kg beim Druck p .

Die Formel gilt nur für eine Heizflächenbeanspruchung bis $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ stündlich.

b) Bei gewichtsbelasteten Hochhub-Sicherheitsventilen, deren Hub mindestens gleich einem Viertel, aber kleiner als ein Drittel des lichten Ventildurchmessers ist, wird

$$F = 3,7 \cdot \frac{D}{p},$$

und bei gewichtsbelasteten Hochhub-Sicherheitsventilen, deren Hub mindestens gleich einem Drittel des lichten Ventildurchmessers ist, gilt

$$F = 3,3 \cdot \frac{D}{p}.$$

Hierin bedeuten:

F = Querschnitt des Ventils in mm^2 ,

D = die höchste stündliche Dampfdauerleistung in kg , jedoch mindestens $30 H$ bei Wasserrohrkesseln, $20 H$ bei anderen befeuerten Kesseln und

15 H bei Abhitzkesseln, wobei H die Heizfläche in m^2 ist,
 p = höchster Betriebsüberdruck in kg/cm^2 .

Lit.: *Pigott*, Grundlagen für den Bau von Sicherheitsventilen (Power 1927, S. 580). — *K. Cleve*, Versuche über die von Hochhub sicherheitsventilen abgeführten Dampf m en gen (Z. bayer. Revis.-Ver. 1931, S. 165). — Ministerialblatt für Wirtschaft (Berlin 1934, S. 338).
 Th.

Sicherheitsvorrichtungen. Die Maßnahmen gegen die Gefahren, die durch die im Betrieb auszuführenden Arbeitsvorgänge verursacht werden können, sind nicht allein dem freien Ermessen des Betriebsleiters überlassen, sondern sind auch durch gesetzliche Vorschriften bindend geregelt. Sie werden in den meisten Ländern durch gesetzlich bestimmte Organe gefordert und überwacht. In Deutschland sind hierfür neben den Dienststellen der Deutschen Arbeitsfront die staatliche Gewerbeaufsicht, die ihre gesetzliche Grundlage in der Gewerbeordnung besitzt, die Berufsgenossenschaften und die Dampfkessel-Überwachungsstellen maßgebend. Die Maßnahmen zur Betriebssicherheit ergeben sich aus Vorschriften, die sich auf das Verhalten der Arbeiter beziehen und von diesen einzuhalten sind, und aus Einrichtungen, die von dem Betriebsinhaber auszuführen sind. Für die letzteren sind zahlreiche Bestimmungen erlassen, von denen für das Gebiet des Apparatewesens z. B. die wichtigsten die Dampffaßverordnung und die allgemeinen polizeilichen Bestimmungen für Landdampfkessel sind (s. Dampffaßer). Die Sicherheitsvorrichtungen kann man in solche einteilen, die in der Anlage des Betriebs und seinen Einrichtungen vorgesehen werden, und in solche, die zur persönlichen Ausrüstung des Arbeiters gehören. Einige Vorrichtungen sind im folgenden erwähnt. Im übrigen wird auf die Unfallverhütungsvorschriften der zuständigen Berufsgenossenschaften verwiesen.

Zu den Maßnahmen der ersten Art gehören alle Vorrichtungen zur Beseitigung der Betriebsgefahren, die durch mechanisch bewegte Teile entstehen können. So verkleidet man alle Riemen und Räder, sieht an Zerkleinerungsmaschinen, Gruben, Bühnen, für Getriebe usw. Geländer vor; Knet- und Mischmaschinen erhalten einen Deckel, der zwangläufig nur geöffnet werden kann, wenn die Maschine stillsteht (s. Knetmaschinen). Ähnlich werden auch die Schleudern (s. d.) gesichert. Die Schneidestellen der Stanzen und Pressen werden durch besondere Handabweiser oder Doppelhebel gesichert, die den Arbeiter zwingen, beide Hände von den Werkzeugen zu entfernen. Leitern versieht man zur Verhinderung des Abrutschens mit Füßen.

Wichtig ist ferner die Absaugung von Gasen und Dämpfen (s. auch Dunstabzüge), die Entstaubung (s. auch Gas- und Luftreiniger, Entstaubungsvorrichtungen) und die Entnebelung (s. auch Entnebelungsvorrichtungen), wobei zur Förderung Ventilatoren (s. d.) und Schraubenradgebläse (s. d.) verwendet werden. Die Apparate und Maschinen werden zur Abführung der Dämpfe mit passenden Umkleidungen und Hauben versehen (s. auch Abdampfschalen). Oft können die Kosten, die durch die Absaugungseinrichtungen entstehen, durch die Wiedergewinnung von Lösungsmitteln, wertvollem Staub usw. nicht nur ausgeglichen, sondern durch einen Gewinn übertroffen werden (s. auch Lösemittelrückgewinnungsanlagen). In vielen Fällen kann durch geeignete Bauweise der Apparate selbst das Austreten von Gasen, Dämpfen oder Staub in die umgebenden Räume verhindert werden, was immer in erster Linie anzustreben ist.

Besondere Aufmerksamkeit verlangt die Bekämpfung von Feuer. Um Brände möglichst schon im Entstehen löschen zu können, ist die Bereitstellung von Feuerlöschern (s. d.) zweckmäßig. Auch in den Apparaten selbst können durch Einbau geeigneter Vorrichtungen, z. B. von Explosionssicherungen (s. d.), die Gefahren vermindert werden (s. auch Destillierapparate, S. 188). Gefährliche Gasansammlungen können durch Gasanzeiger oder Gassucher rechtzeitig entdeckt werden. Manche Flüssigkeiten können sich selbst elektrisch erregen, was zu Selbstentzündungen führen kann. Apparate, in denen dies möglich ist, sind gut zu erden (s. auch Lösemittelrückgewinnungsanlagen).

Für bestimmte Betriebsgruppen, z. B. Schieß- und Sprengstoffe, sind ausführliche, behördliche Vorschriften erlassen, ebenso für Lack- und Firnis-siedereien, Seifenfabriken usw. (s. auch *K. Hartmann*, Sicherheitseinrichtungen in chemischen Betrieben [Leipzig 1911, Spamer]). Ausführliche Bestimmungen enthalten die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften.

Auch bei der Anordnung der Apparate und Leitungen an sich kann auf die Erhöhung der Betriebssicherheit hingewirkt werden. Hierbei ist besonders auf die Gefahr des Ausspritzens von ätzenden Flüssigkeiten oder Dämpfen Bedacht zu nehmen. Ausläufe kann man mit besonderen Schutzgehäusen versehen. Leitungen für ätzende Flüssigkeiten führt man möglichst wenig über Gänge oder bringt, falls dies notwendig wird, Rinnen darunter an. Besondere Beachtung erfordert das Ausgießen von Flüssigkeiten, da hierbei durch das Ausspritzen leicht Verletzungen entstehen können. Für das Entleeren von Gefäßen, Korbflaschen usw. werden besondere Kippvorrichtungen (s. auch Kippgefäße, Korbflaschen), Heber (s. d.) und Entleerungsvorrichtungen gebaut, die dabei entstehende Gefahren verhindern. Bei offenen Gefäßen ist auf die Gefahr des Hineinstürzens zu achten, wogegen Geländer oder Überdeckungen vorgesehen werden müssen. Ebenso ist die Möglichkeit des Überlaufens von Gefäßen durch geeignete Einrichtungen, wie z. B. Schwimmerventile (s. d.) oder Flüssigkeitsstandregler (s. d.), zu verhindern.

Besonderen Schutz verlangen die Apparate aus leicht zerbrechlichen Baustoffen, wie Glas, Steinzeug usw. Hier sieht man besondere Schutzkörper, umhüllende Panzerungen vor oder stellt die Apparate in Gruben auf. Über die Vorschriften für Apparate, die mit Überdruck arbeiten, s. Dampffässer.

Auch durch Versehen in der Bedienung der Apparate können Gefahren entstehen, die durch geeignete, zwangsläufig wirkende Vorrichtungen vermieden werden können. Als Beispiel seien hier die Hahnverriegelungen (s. d.) genannt. Geschlossene Apparate, die für Atmosphärendruck gebaut sind, müssen ständig mit dieser verbunden sein, was z. B. durch einen in Form eines U-Rohres ausgebildeten Auslauf bewirkt wird. An diesem Auslauf darf jedoch kein Absperrorgan vorhanden sein, da, sobald dieses versehentlich geschlossen wird, der Druck steigen kann (s. auch Dampffässer, Strömungsanzeiger). Ein Druckanstieg in geschlossenen Behältern, die unter Überdruck stehen, wird durch Sicherheitsventile (s. d.) verhütet. Die Anordnung von Absperrorganen muß immer so sein, daß auch bei Störungen in der betreffenden Anlage die Bedienung nicht behindert ist. So kann man z. B. das Preßluftventil von Druckfässern zum Heben von Flüssigkeiten mehrere Meter von dem Druckfaß entfernt anordnen, damit man dieses auch dann abstellen kann, wenn sich Undichtheiten am Druckfaß einstellen, die ein Verspritzen von Flüssigkeit zur

Folge haben. Zum selbsttätigen Absperrern von Rohrleitungen dienen Rohrbruchventile (s. d.).

Besondere Aufmerksamkeit verlangt das Befahren von geschlossenen Behältern, da diese meist mit anderen Apparaten und Kesseln in Verbindung stehen. Durch versehentliches Öffnen von Absperrorganen können hier schwere Unfälle entstehen, die in einfacher Weise durch Abflanschen oder Verwendung von Abflanschventilen (s. Ventile) vermieden werden können.

Von den Sicherheitsvorrichtungen, die zur unmittelbaren Ausrüstung des Arbeiters gehören, muß in erster Linie eine zweckmäßige Kleidung (s. Schutzkleider) gefordert werden, die sich nach der Art des Betriebes richtet. In fast allen Fällen ist eine enganliegende Kleidung zweckmäßig. Besteht die Gefahr von Augenschädigungen, so sind Schutzbrillen (s. d.) zu verwenden; gegen die Gefahren von Staub, von schädlichen Gasen und Dämpfen müssen Atemschutzgeräte (s. d.) benutzt werden.

Lit.: Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften (von den einzelnen Berufsgenossenschaften gesondert herausgeg.). — Jahresberichte der Gewerbeaufsichtsbeamten (herausgeg. vom Reichsarbeitsministerium, Berlin). — Jahresberichte der Berufsgenossenschaften (herausgeg. von den einzelnen Berufsgenossenschaften). — Normal-Unfallverhütungsvorschriften (herausgeg. vom Verband der deutschen Berufsgenossenschaften). — Der Maschinenschutz (herausgeg. vom VDMA, Berlin 1927). — *W. Denker*, Unfallverhütung (Berlin 1927, Heymann). — *P. Didier*, Kernfragen der Unfallverhütung (Düsseldorf 1931, Verlag Stahleisen). — *F. Syrup*, Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit (Berlin 1927, Hobbing). — *E. Kleditz*, Die Unfallverhütung in der Schweißtechnik (Berlin 1931, VDI-Verlag). — *H. A. Martens*, Industrielle Unfallverhütung auf der Grundlage der wissenschaftlichen Betriebsführung (Berlin 1927, Hobbing). — *R. Bethke*, Wie schütze ich meinen Betrieb vor Feuerschaden (Nürnberg 1927, Nister). — *W. V. Karl*, Brandschutzwegweiser für Industrie und Gewerbe (München 1927, Jung). — *M. Reichel*, Feuerschutz in Fabriken (Berlin 1925, Julius Springer). — *E. von Schwartz*, Handbuch zur Erkennung, Beurteilung und Verhütung der Feuer- und Explosionsgefahr chemisch-technischer Stoffe und Betriebsanlagen (3. Aufl., 1922, 4. Aufl. [Handbuch der Feuer- und Explosionsgefahr] 1936, München, Jung). — *K. Hartmann*, Sicherheitseinrichtungen in chemischen Betrieben (Leipzig 1911, Spamer). — *Ulmann-Hüller*, Die Benzinlagerung (2. Aufl., Leipzig 1929, Deuticke). — *I. Wenzel*, Gefahren beim Umgang mit organischen Lösemitteln und ihre Bekämpfung (Berlin 1939, Julius Springer). — *E. Pfeleiderer*, Dampfkesselschäden (Berlin 1934, Julius Springer). — Beihefte zum Zbl. Gewerbehyg., herausgeg. von der Deutschen Ges. für Arbeitsschutz, Frankfurt a. M. (Berlin, Julius Springer; laufend in Einzelheften). **Thormann.**

Lit. Chem. Apparatur: *H. Hüneke*, Die Sicherung chemischer Arbeitsvorgänge mit feuergefährlichen Flüssigkeiten gegen Verbrennungs- und Explosionsgefahr (1915, S. 281). — *B. Block*, Schutzvorrichtungen an Schleudern (1922, S. 72). — *A. Karsten*, Die fahrbare Trocken-Feuerspritze für Kohlensäuregas und -schnee (1930, S. 173). — *W. Jaekel*, Entwicklung und Prüfung explosionsgeschützter elektrischer Geräte (1939, S. 1). — *H. Burmeister*, Elektrische Isolationen in chemischen Betrieben (1939, S. 33, 53); Neustoffe in der elektrotechnischen Isolation (1939, S. 233, 252).

Sichter, Sichtvorrichtungen, s. Windsichter, Siebvorrichtungen.

Sicoid, s. Acetylcellulose.

Siebvorrichtungen (s. auch *Zerkleinerungsmaschinen*) als meist verwendete Sichtvorrichtungen dienen dazu, ein Haufwerk oder Gemisch fester

Stoffe, das aus Stücken verschiedener Größe besteht, in zwei Gemische zu teilen, wobei eine bestimmte Stückabmessung in dem einen Teil die größte der darin vorhandenen Stücke, in dem Rest die kleinste ist. Man kann mehrere Siebvorrichtungen hintereinanderschalten, so daß sich das Haufwerk in verschiedene Teilmengen mit Grenzkorngrößen sortieren läßt. Es wird also mit Siebvorrichtungen keine Scheidung nach gleichen Korngrößen erreicht, sondern zwischen den Grenzkorngrößen sind auch alle anderen dazwischenliegenden Größen vorhanden. Dies genügt für alle Zwecke der Zerkleinerungstechnik, da es nur darauf ankommt, daß Teile des Zwischen- oder Enderzeugnisses eine bestimmte Korngröße nicht überschreiten. Diese wird durch die Weite der Sieböffnungen festgelegt, da die zu kleinen Stücke durchfallen und die größeren auf der Siebfläche bleiben.

Da die Siebfläche aus parallel gelegten Drähten oder Stäben, aus gewebeartig aneinandergefügten Drähten oder gelochten Blechen besteht, unterscheidet man neben der gesamten Fläche die nutzbare Fläche, die sich nach Abzug aller nicht am Siebvorgang beteiligten Flächen ergibt, und die offene Fläche, die aus der Summe aller Öffnungen des Siebes gebildet wird. Die offene Fläche läßt sich durch die Wahl des Umrisses der Öffnungen vergrößern. Spaltförmige Durchtrittsquerschnitte oder schlitzartige Öffnungen ergeben eine größere wirksame Fläche als Löcher von runder oder quadratischer Form. Die größte offene Fläche ergibt sich, wenn sie aus parallelen Drähten oder Stäben gebildet wird.

Das zu verarbeitende Siebgut, das auf das Eingangsende aufgegeben wird (Aufgabegut A), teilt sich durch die trennende Wirkung der Siebfläche in den Rückstand R , der auch Überfall, Rückhalt oder Grobes genannt wird, und in den Durchfall D , den man auch als Durchgang, Mehl oder als Siebfeines bezeichnet. Es gilt demnach:

$$A = R + D.$$

Da der Siebvorgang nicht vollkommen verläuft, gelangt stets eine geringe Menge Feinkorn in den Rückstand, den man nach *E. Rammler* als Unterkorn kennzeichnet (Chemische Apparatur 1938, S. 276). Ebenso geht in der Regel eine geringe Menge Überkorn in den Siebdurchfall.

Man hat demnach bei jeder Siebung zu unterscheiden:

$$\begin{aligned} F_A &= \text{Feinkorn im Aufgabegut in Proz.}, \\ G_A &= \text{Grobkorn im Aufgabegut in Proz.}, \\ U_R &= \text{Unterkorn im Rückstand in Proz.}, \\ G_R &= \text{Grobkorn im Rückstand in Proz.}, \\ F_D &= \text{Feinkorn im Durchgang in Proz.}, \\ \dot{U}_D &= \text{Überkorn im Durchgang in Proz.} \end{aligned}$$

Da diese Größen den vom Hundertsatz des Fein- oder Grobkorns im Aufgabegut, Rückstand oder Durchgang bezeichnen, gelten folgende Beziehungen:

$$\begin{aligned} F_A + G_A &= 100, \\ U_R + G_R &= 100, \\ F_D + \dot{U}_D &= 100. \end{aligned}$$

Zur Beurteilung der Arbeitsweise von Sieben hat man eine Reihe von Kennziffern eingeführt.

Das Durchgangsausbringen v_d und das Rückstandsausbringen v_r geben an, welche Gewichtsanteile der Aufgabemenge als Siebdurchgang und als Rückstand erhalten werden, so daß folgende Gleichungen gelten:

$$\begin{aligned}v_d + v_r &= 100, \\v_d &= \frac{D}{A} 100, \\v_r &= \frac{R}{A} 100.\end{aligned}$$

Zur Kennzeichnung der Arbeitsweise eines Siebes kann man den Unterkorngehalt im Rückstand feststellen, da dieser möglichst vollkommen im Durchfall enthalten sein soll. Dieser Wert gibt jedoch nicht immer einen Anhalt über die Brauchbarkeit und Güte einer Siebvorrichtung für einen bestimmten Fall. Enthält das Siebgut z. B. sehr viel Feinkorn, so wird auch ein sehr gutes Sieb kleine Feinkormengen in den Rückstand gelangen lassen, während bei geringerem Feinkorngehalt auch ein weniger gutes Sieb den Rückstand frei von Feinkorn liefern wird.

Da alles Feinkorn möglichst in den Durchfall zu bringen ist, kann man die Vollkommenheit dieses Vorganges als Siebgütegrad m_F kennzeichnen:

$$m_F = \frac{D}{A} \cdot \frac{F_D}{F_A} 100 = v_d \frac{F_D}{F_A}.$$

Abb. 1980 zeigt den Reinheitsgrad im Rückstand in Abhängigkeit vom Siebgütegrad m_F und vom Feinkorngehalt des Aufgabegutes nach *E. Rammler* (Chem. Apparatur 1938, S. 277) für den Fall, daß Überkorn nicht in den Siebdurchfall gelangt, also $F_D = 100$ ist.

Soll zur Beurteilung eines Siebvorganges auch berücksichtigt werden, ob Überkorn mehr oder weniger in das Feine fällt, so benutzt man als Kennziffer die Siebungsgüte, die sich aus dem Unterschied zwischen dem Überkorngehalt und dem Feinkorngehalt im Durchfall ergibt.

Der Überkorngehalt m_U im Durchfall läßt sich aus der Beziehung

$$m_U = \frac{D}{A} \cdot \frac{\dot{U}_D}{G_A} 100$$

errechnen.

Die Siebungsgüte η erhält man daher durch den Unterschied

$$\eta = m_F - m_U \text{ in Proz.}$$

Die Leistung eines Siebes und die Siebungsgüte hängen neben der Bauart und den Betriebsbedingungen auch von den Eigenschaften des zur verarbei-

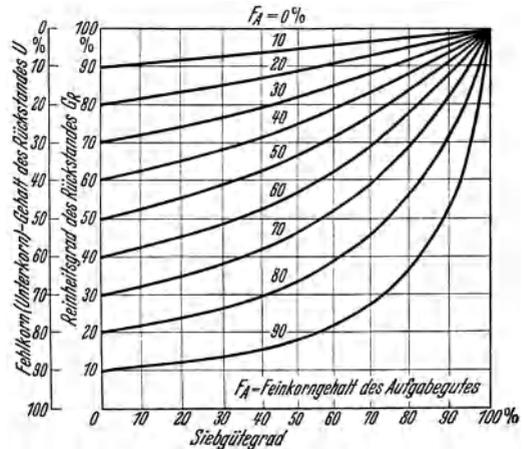


Abb. 1980. Reinheitsgrad des Rückstandes in Abhängigkeit vom Siebgütegrad und vom Feinkorngehalt im Aufgabegut. (Nach *E. Rammler*.)

tenden Gutes ab. Je größer der Anteil des Gutes ist, dessen Korngröße in der Nähe der lichten Weite der Sieböffnungen liegt, um so schwieriger wird es sein, eine hohe Siebungsgüte zu erreichen. Körner, die in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen die gleiche Kantenlänge haben wie die Maschenweite und von Hand sich noch durch das Sieb stecken lassen, gehen bei der Maschinensiebung meist nicht mehr in den Durchfall. Ist das Siebgut feucht, so können sich kleine Körner zusammenballen oder an den groben Anteilen haften bleiben. Je feiner das Korn ist, um so mehr verschlechtert sich bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt der Siebgütegrad. Nasses Gut muß daher oft vor dem Sieben getrocknet werden. Schalige oder längliche Teilchen werden eher in den Rückstand gelangen als kugelige oder würfelförmige Körner von gleicher Breite und gleichem Rauminhalt.

Langloch- und Spaltsiebflächen eignen sich nur zur Verarbeitung von würfelförmigem Gut, da große schalige und splittrige Stücke durch das Sieb fallen würden. Da derartige Siebe eine große freie Fläche haben, lassen sich mit ihnen besonders hohe Leistungen erzielen. Den Grenzfall dieser Flächen bilden die sog. Harfensiebe, die aus parallelen, gespannten Drähten bestehen. Damit der Abstand der Drähte während des Siebvorganges dauernd erhalten bleibt, müssen die Drähte in gewissen Teillängen durch Querdrähte oder Auflagen gehalten werden. Siebe mit rechteckigen Lochungen eignen sich dann, wenn das Gut einen hohen Anteil von Körnern enthält, die nur wenig kleiner als die Siebmaschen sind. Quadratlochungen sind vorteilhaft, wenn das Gut schalige und längliche Stücke enthält, die nicht in den Durchfall gelangen sollen.

Die Siebgewebe sind in der Regel aus hochwertigem Federstahldraht gefertigt, damit man mit geringen Drahtstärken auskommen kann. Bei scharfkantigem und hartem Gut verwendet man Manganstahl. Für große Maschenweiten von etwa 200 mm an aufwärts kommen Gewebe aus Hochkantformstählen in Betracht. Zur Verarbeitung von feuchtem und feinkörnigem Gut dienen Gewebe aus Phosphorbronze, nichtrostendem Stahl und aus Kupfer. Für grobstückiges und hartes Siebgut verwendet man gelochte Siebbleche, die jedoch eine geringe offene Fläche ergeben. Die Stegbreite beträgt dabei etwa ein Drittel des Lochdurchmessers bzw. der Quadratseite.

Die Siebgewebe werden durch die Feinheit der Maschen, und zwar durch Bestimmung der Maschenzahl auf 1 cm^2 oder der Maschen auf 1 cm oder 1 Zoll Länge gekennzeichnet. Die in Deutschland eingeführten Normensiebgewebe sind nach der Maschenzahl je cm^2 geordnet.

Um einen hohen Siebgütegrad zu erreichen, wird die Länge im Verhältnis zur Breite des Siebes meist so gewählt, daß in der Mitte der Siebfläche schon 75—90 Proz. des Feinen durchgefallen sind. Hohe Anforderungen an die Siebgüte bedingen eine unverhältnismäßig größere Baulänge.

Die Breite des Siebes muß der verlangten Leistung angepaßt sein. Steigt die mittlere Siebbelastung, d. h. die Leistung in $\text{kg/m}^2 \cdot \text{std}$, so fällt der Siebgütegrad zunächst langsam, dann bei weiterer Zunahme der Belastung immer schneller ab. Je feiner das Sieb ist, um so geringer muß die Siebbelastung sein, wenn ein gegebener Siebgütegrad nicht unterschritten werden soll. Als Beispiel der Abhängigkeit der Durchgangssiebleistung von der Siebungsfeinheit zeigt Abb. 1981 die kennzeichnenden Kurven für ein Schwingungssieb, das bei einer Neigung von 20° mit $n = 860 \text{ U/min}$

arbeitete (nach *E. Rammler*, Chem. Apparatur 1938, S. 293). Man kann daraus ersehen, daß für einen Siebgütegrad von 85 Proz. beim 3 mm-Sieb nur die Hälfte, beim 1 mm-Sieb nur $\frac{1}{10}$ und schließlich beim 0,5 mm-Sieb nur noch $\frac{1}{50}$ der Durchgangsleistung des 4 mm-Siebes erzielt wurden.

Damit die Siebbelastung auch nicht vorübergehend stark ansteigt, d. h. damit das Sieb nicht überschüttet wird, muß das zu siebende Gut in gleichmäßigem Strom auf den Einlauf gelangen, wozu Dosiervorrichtungen (s. d.), Teilvorrichtungen (s. d.) oder entsprechende Vorrichtungen dienen.

Sehr wichtig ist bei allen Sieben die Einstellung der Dreh- oder Schwingungszahl, die dem Siebgut die notwendige Geschwindigkeit auf der Siebfläche erteilt. Bewegt sich das Gut zu langsam, so ist die Siebfläche für eine gegebene Leistung überlastet. Ist die Dreh- oder Schwingungszahl zu hoch, so wandert das Gut zu schnell über die Siebfläche. Es gibt daher bei allen Sieben einen Bereich von günstigsten Dreh- oder Schwingungszahlen. Auch für die Neigung läßt sich für ein gegebenes Gut und eine bestimmte Leistung ein günstiger Wert angeben. Ist der Neigungswinkel zu groß, so geht das Gut schneller über die Siebfläche, so daß das Feine weniger Gelegenheit hat, durch die Öffnungen zu fallen. Je größer die Schwingungszahl der Siebfläche ist, um so flacher muß das Sieb für gleiche Siebgüte sein.

Soll die Siebfläche gut ausgenutzt werden, so muß sich das Siebgut bei jeder Schwingung des Siebkastens möglichst nur von einer Masche zur nächsten bewegen und tunlichst nicht mehrere Maschen dabei überspringen. Es soll aber auch möglichst nicht eine Strecke bei jeder Schwingung zurücklegen, die kleiner als die jeweilige Maschenweite ist. Die Wurfweite muß sich demnach der Maschengröße anpassen. Die Bewegung des Gutes nach oben, also die Wurfhöhe, beeinflusst die Umschichtung und Mischung des über die Siebfläche wandernden Gutes. Wenn eine scharfe Absiebung gewünscht wird, kann die Wurfhöhe größer sein. Wurfweite und -höhe hängen von der Beschleunigung und dem Wurfwinkel ab, den die Siebfläche dem Gut erteilt.

Während der Wurfwinkel sich aus der Bahn des Siebes und seiner Neigung ergibt, bestimmen Hubgröße und Schwingungszahl des Siebes in erster Linie die Größe der Beschleunigung. Da die dem Siebgut erteilte Wurfbeschleunigung linear von der Größe des Hubes und in der zweiten Potenz von der Schwingungszahl abhängt, stellt man die notwendige Beschleunigung meist durch die Regelung der Drehzahl ein, was praktisch z. B. durch Ändern der Riemenscheibenübersetzung geschehen kann.

Die Siebflächen arbeiten am besten, wenn das Gut gleichmäßig fließend über sie hinweggeht. Ein zu starkes Springen des Gutes auf der Siebfläche,

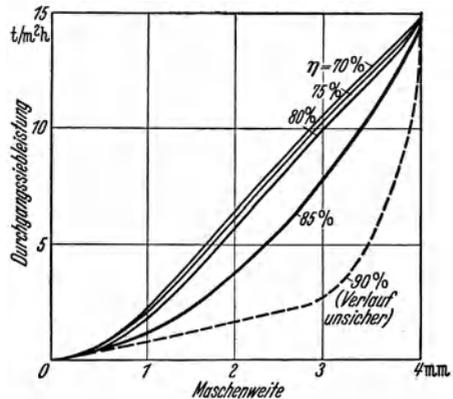


Abb. 1981. Durchgangssiebleistung, abhängig von der Klassierungseinheit bei verschiedenen Siebgütegraden. (Nach *E. Rammler*.)

d. h. eine zu große Wurfhöhe, ist meist ungünstig und durch Vermindern der Drehzahl einzuschränken.

Um Platz- und Anlagekosten zu sparen, ordnet man häufig mehrere Siebflächen in einem Kasten gemeinsam übereinander, die man als Decke bezeichnet (Mehrdecksiebe). Die Zahl der überlaufenden Rückstände ist dann gleich der Zahl der Decke. Außerdem erhält man aus einer derartigen Siebvorrichtung noch den Durchfall aus der untersten Siebfläche. — Weiterhin kann man in einem gemeinsamen Rahmen mehrere Siebflächen mit zunehmender Öffnungsweite in der Bewegungsrichtung des Gutes aneinanderreihen. Man erhält dabei

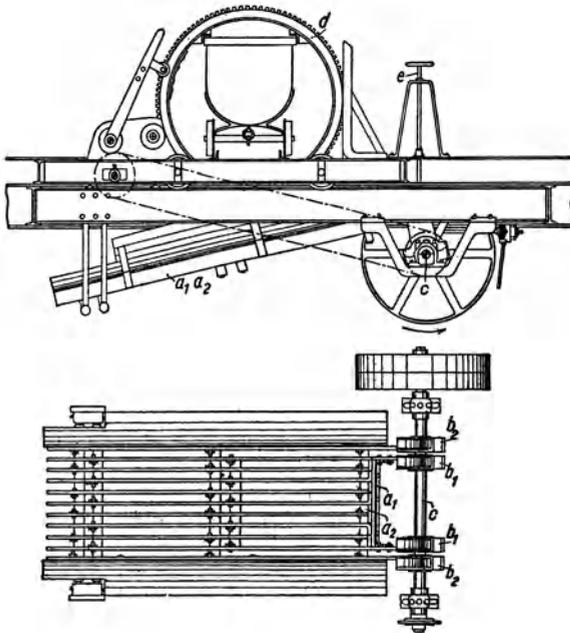


Abb. 1982. Briart-Rost (Luther).

außer dem Überfall der größten Körnung so viele Durchfälle, als Siebstufen hintereinandergeschaltet sind. Man bezeichnet diese Siebe auch als Mehrstraßensiebe. Die Mehrdeck- und Mehrstraßensiebe arbeiten im allgemeinen um so ungünstiger, je mehr die größte und die kleinste Maschenweite auseinanderliegen.

Die Siebflächen werden bei grobem Gut durch Roste gebildet, die entweder unbeweglich oder in verschiedener Weise beweglich gestaltet sind. Die einfachsten Roste bestehen aus Stangen- oder Flacheisenrosten, die meist dazu dienen, zu große Stücke aus dem Aufgabegut vor Zer-

kleinerungsmaschinen zurückzuhalten, die dann von Hand zerschlagen werden, während das durch die Spalten gefallene Gut in die Zerkleinerungsmaschine gelangt. Sie werden waagrecht oder auch geneigt ausgeführt, wenn man große Stücke durch ihr Eigengewicht nochmals in einen Vorbrecher rutschen lassen will, während das Feine durch die Spalten fällt. Statt der Roste können auch starke, gelochte Bleche verwendet werden. Um das Durchfallen der kleineren und das Entfernen der großen Stücke zu erleichtern, werden die Roste oft beweglich ausgeführt, indem man den Rostelementen eine schwingende, schüttelnde oder umlaufende Bewegung erteilt.

Den sog. Briartschen Rost zeigt Abb. 1982 (G. Luther A.-G., Braun-schweig). Die siebende Fläche besteht aus zwei Rosten a_1, a_2 aus Keileisen-schienen, die an eisernen Trägern pendelnd aufgehängt sind. Auf einer gemeinsamen Welle c sitzen Exzenter b_1 und b_2 , die den Rosten eine schwingende Bewegung erteilen. Hierdurch wird das Durchfallen der kleineren Stücke gesichert, während die größeren auf der geneigten Fläche nach

unten rutschen. Für größere Leistungen verwendet man zur Beschickung des Rostes einen Kreiselwipper *d*, dessen Antrieb durch eine Kette von der Rostwelle erfolgen kann. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß der Wipper zugleich mit dem Rost außer Tätigkeit gesetzt wird. In Höhe des Kreiselwippers ist die Ausrückvorrichtung *e* vorgesehen (C. Naske, Zerkleinerungsvorrichtungen und Mahlanlagen, S. 202 [4. Aufl., Leipzig 1926, Julius Springer]). Der Kraftbedarf derartiger Roste beträgt etwa 2—3 PS. Sie werden mit etwa 1—1,5 m Breite, etwa 3 m Länge ausgeführt und leisten bei einer Drehzahl der Antriebswelle von 80 bis 100/min etwa 60—100 000 kg Gut/std.

Derartige Roste dienen gleichzeitig meist als Aufgabevorrichtungen für große Brecher und andere Zerkleinerungsmaschinen.

Einen Rollen- oder Kaliberrost, der sich für siebschwierige und empfindliche Güter besonders eignet und sich bei der Vorklassierung von Kohle gut bewährt hat, zeigt Abb. 1983. (C. Naske, Zerkleinerungsvorrichtungen.)

Die Rostfläche besteht aus Walzensträngen oder Scheibenwalzen *a*, die auf einem Gestell *b* parallel zueinander gelagert sind und sämtlich durch Kegelräder gemeinsam angetrieben werden. Auf den Walzen sind Rippen *c* in Form von Bogendreiecken starr befestigt, die sich dicht aneinander vorbeibewegen. Hierdurch werden quadratische Durchfallöffnungen gebildet, die stets die gleichen bleiben, um Einklemmen und Zerdrücken von Siebgut zu vermeiden. Infolge der besonderen Form

der Rippen wird das Gut von Walze zu Walze ohne Stoß vorwärtsbewegt, was durch die geneigte Lage des Rostes noch beschleunigt wird. Da der Kaliberrost feststeht, kann die unter dem Rost befindliche Schurre oder eine andere Austragsvorrichtung durch ein Gehäuse staubdicht verbunden werden. Die Roste werden mit Breiten von 1000—1500 mm und Längen von 4—5 m, in Einzelfällen auch mit Längen bis zu 8 m gebaut.

Eine andere in diese Gruppe gehörende, jedoch verhältnismäßig selten anzutreffende Siebvorrichtung ist der *Seltner-Rost* (Abb. 1984), der sich besonders zum Absieben von Koks bewährt hat. Er wird ungefähr mit einer

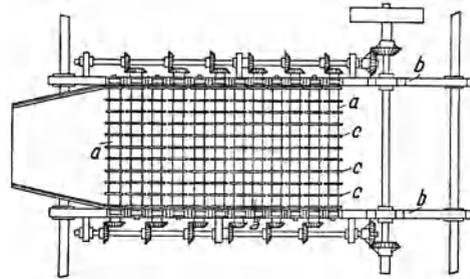


Abb. 1983. Kaliberrost (Luther).

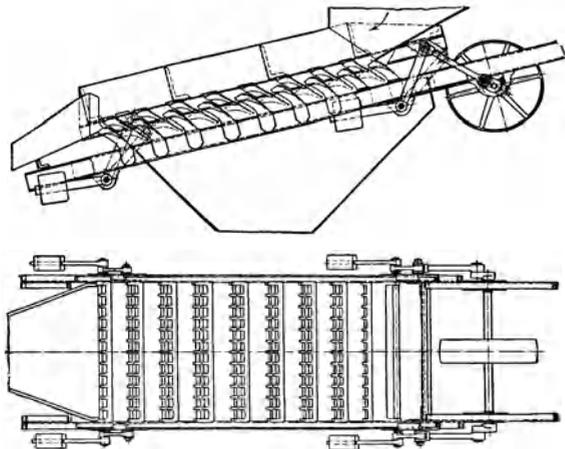


Abb. 1984. Seltner-Rost.

Länge von rund 1600 mm, einer Breite von rund 1100 mm, einem Hub von 140 mm, einer Neigung von rund 13° und einer Hubzahl von 65 bis 70/min ausgeführt. Die Querstäbe des Rostes, die mit besonderen Ansatzrippen versehen sind, bewegen sich zwischen feststehenden Querstäben auf und ab. Hierdurch gleitet das Gut von Stufe zu Stufe hinab; das Grobe wird am vorderen Ende über dem Rost ausgetragen, während das Feinkorn durch die maschenartigen Zwischenräume fällt. Die feststehenden Stäbe sind in dem Rahmen des Rostes untergebracht, während die dazwischenliegenden, beweglichen Stäbe in einem besonderen Rahmen angebracht sind, der auf vier Stützhebeln ruht und, durch zwei Schubstangen angetrieben, im Kreisbogen auf- und niederschwebt. Durch Gegengewichte wird das Gewicht des beweglichen Rostrahmens ausgeglichen. Die Wangen der feststehenden Stäbe sind konvex, die der beweglichen Stäbe konkav, so daß der senkrechte Abstand zwischen den die Maschen bildenden Kanten der Roststäbe bei jeder Stellung der letzteren derselbe ist und damit stets eine gleich große Maschenweite erhalten bleibt. (Z. VDI 1916, Nr. 24.)

Die umlaufenden Roste werden als endlose Stabketten ausgeführt, und zwar so, daß zwei Stabketten von verschiedener Länge angewendet werden, die auf einem Teil des Weges in einer Ebene zusammengeführt werden und dort die eigentliche Siebfläche bilden. Unterhalb der Umlenktrummel entfernen sich die beiden Stabketten, so daß das feine Gut, das durch die Rostspalten gefallen ist, mit Sicherheit abgeworfen wird. Sie werden besonders mit Breiten von 500–1800 mm und Längen von 750–5000 mm und Spaltweiten von 15–200 mm ausgeführt.

Schüttelsiebe mit hin- und hergehender Bewegung dienen besonders zum Sortieren wenig staubender Stoffe, die nicht unbedingt trocken zu sein brauchen und auch etwas kleben können. Sie bestehen in ihrer einfachsten Bauart aus einem schräg aufgehängten oder auf federnde Stützen gestellten Kasten, dessen Boden mit einem gelochten Blech oder mit Stahldrahtgewebe bespannt ist. An dem einen Ende des Kastens sind Exzenterstangen angelenkt, die durch eine schnelllaufende Welle angetrieben sind und dem Sieb eine Schüttelbewegung erteilen, so daß das Gut infolge der Schräglage langsam über das Sieb geht, wobei das Feine durch die Löcher fällt, während das Grob- gut bis zum tiefen Ende des Siebes geht. Diese Siebe sind billig, haben geringen Platzbedarf und werden mit Siebbreiten bis zu 700 mm und Längen bis zu 4000 mm ausgeführt, wobei der Kraftbedarf 1 PS nicht übersteigt.

Ein Schrägsieb, Bauart v. Grueber, Berlin, zeigt Abb. 1985. (*C. Naske*, Zerkleinerungsvorrichtungen, S. 212.) Das Siebgut wird am Kopfende der stark geneigt stehenden Siebfläche durch eine Schnecke *a* verteilt, die durch die Riemenscheibe *b* angetrieben wird. Der bei *g* einstellbare Siebrahmen *f* wird durch Klopfer *e*, die als Doppelhebel *cd* ausgebildet sind, in leichte Schwingungen versetzt, wobei die von oben gegen die Federunterstützung wirkende Klopfbewegung dem Verstopfen der Maschen durch die Siebmassen entgegenarbeitet. Das abgesiebte Gut fällt in eine in dem Raum *i* unterhalb des Siebes angeordnete Schnecke, während der grobe, über das Sieb hinweggehende Rückstand in den Raum *h* fällt und in die Zerkleinerungsmaschine zurückgeht.

Ein von der Rheinischen Maschinenfabrik, Neuß, gebautes Schrägsieb ist auf Abb. 1986 dargestellt. Das Siebgut wird hier durch dachartig gegeneinander

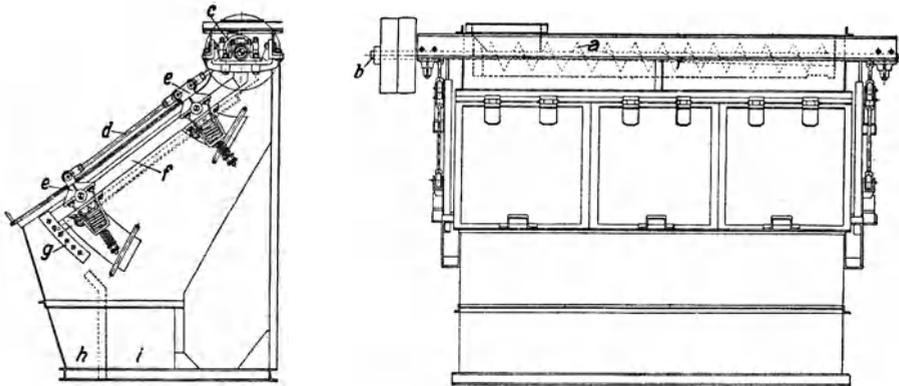


Abb. 1985. Schrägsieb (Bauart v. Grueber).

geneigte Flügelbleche, die in leichte Schwingungen versetzt werden, zugeführt. Die Flügelbleche sind so abgeschrägt, daß das Gut in einer gleichmäßigen Schicht über die ganze Breite der Siebfläche verteilt wird. Das Gut tritt bei *a* ein und geht über den Siebrahmen *b*, der durch den Klopfmechanismus *f* und *g* betätigt und durch die Antriebswelle *h* mit den Riemenscheiben *i* und *i*₁ angetrieben wird. Das Mehl wird durch die Schurre *c* zum Austrag *d* geleitet; die Rückstände treten bei *e* aus.

Eine Siebvorrichtung mit Kreisbewegung älterer Bauart, die jedoch noch oft verwendet wird, ist der auf Abb. 1987 und 1988 dargestellte *Seltner-Rätter* (Z.VDI 1916, Nr. 24). Er besteht aus zwei übereinander angeordneten, mit Rückführblechen ausgerüsteten Siebkästen, die mit Tragstücken in besonders ausgebildeten Kugelpfannenlagern ruhen. Die Kästen werden an ihren beiden Längsseiten durch doppelgekröpfte Kurbelwellen angetrieben. Die Kröpfungen sind um 180° gegeneinander versetzt, wodurch alle Siebe eine Kreisbewegung

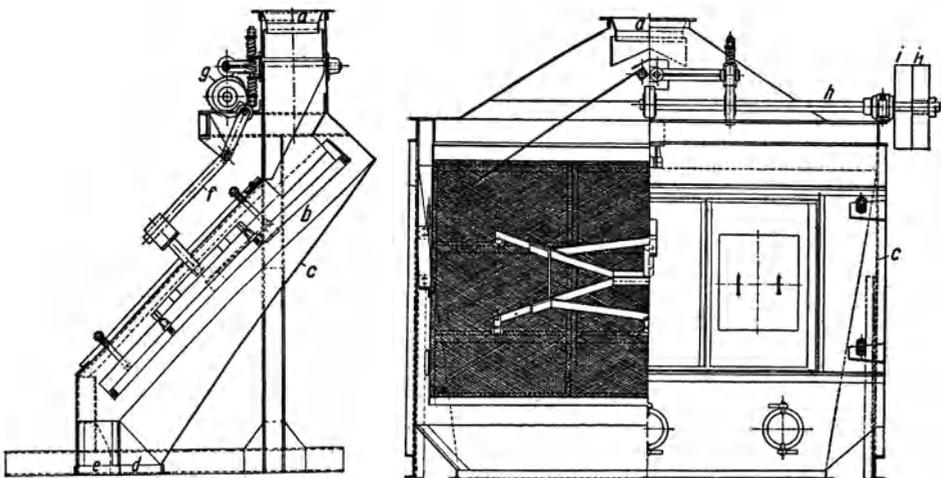


Abb. 1986. Schrägsieb (Rheinische Maschinenfabrik).

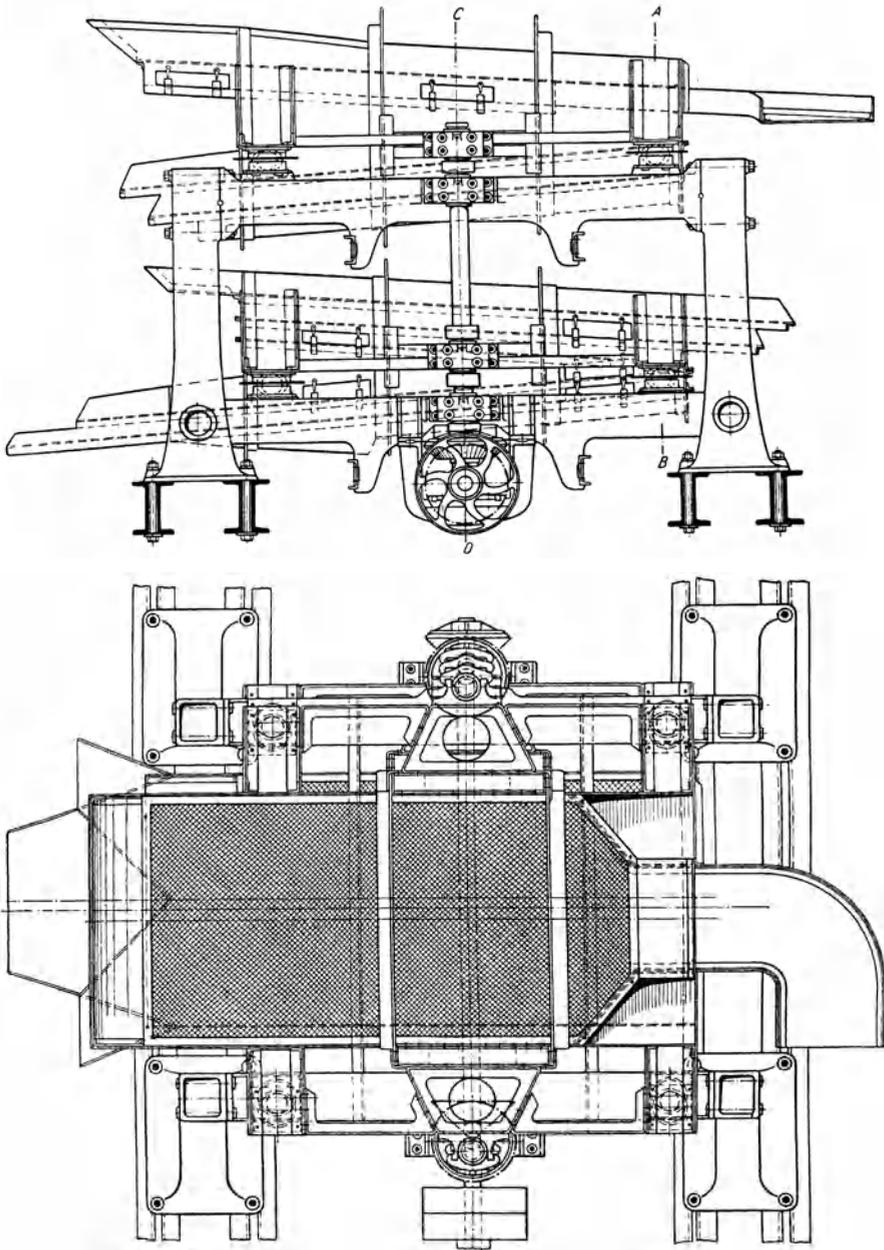


Abb. 1987. *Seltner-Rätter* (Auf- und Grundriß).

in der Siebebene erhalten. Der Durchmesser der Bewegungsbahn der Kugeln in den Kugelpfannenlagern ist dabei halb so groß als der der Rätterkästenbahn und der des Kurbelkreises. Die beiden Kurbelwellen sowie die unteren Pfannen

der Kugellager ruhen in einem gußeisernen Gestell, ebenso auch die quer unter den Rätterkästen liegende Antriebswelle, auf der sich die Riemenscheibe und die beiden Kegelgetriebe für den Kurbelwellenantrieb befinden. Der ungenügende Massenausgleich bedingte eine schwere Bauart, die jedoch gegen Überschüttung oder Beschickung mit ungleichmäßigem Aufgabegut verhältnismäßig unempfindlich ist.

Die weitere Entwicklung der Plansiebe ging dahin, die Schwingungszahlen der Siebe zu steigern. Dabei gewann die Aufgabe an Bedeutung, die entsprechend wachsenden Kräfte der hin- und hergehenden Massen aufzunehmen, wozu die Ergebnisse der neuzeitlichen Schwingungstechnik die Wege wiesen. Bei den schnell-schwingenden Sieben muß die lebendige Kraft der bewegten

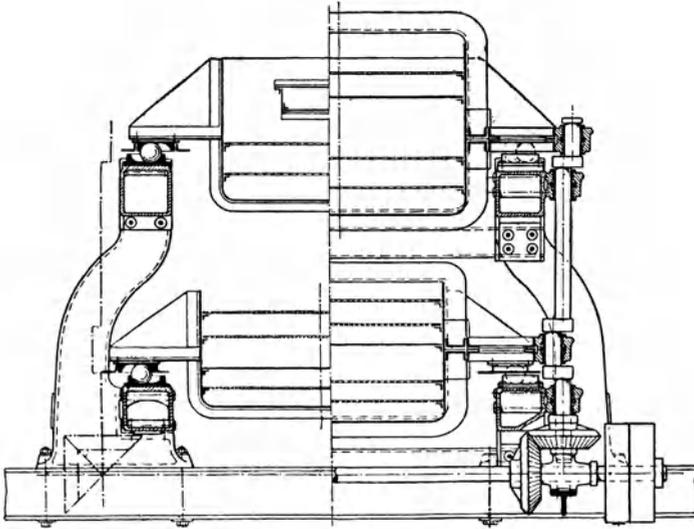


Abb. 1988.

Seltner-Rätter (Seitenriß von Abb. 1987; links Schnitt *AB*, rechts Schnitt *CD*).

Massen ausgeglichen werden, damit der gesamte Unterbau schwingungsfrei bleibt. Der Siebkasten muß sicher in seiner Schwingungsbahn geführt sein, damit er durch das aufprallende Siebgut nicht in seiner Bewegung gestört wird. Der Siebkasten kann ohne Hubbegrenzung frei schwingen oder durch starre Kupplung mit einer Exzenterwelle mit unveränderlicher Schwingungsweite bewegt werden. Bei dem Flachsieb nach *Schieferstein* führt der an den vier Ecken in Gummipuffern gehaltene Siebkasten Kreisschwingungen aus.

Ein bewährtes, von der Krupp-Grusonwerk A.-G., Magdeburg, entwickeltes Schwingsieb ist schematisch auf Abb. 1989 dargestellt. Der die Siebfläche aufnehmende Lagerkasten *a* ruht in vier zylindrischen Gummipuffern *b*. Eine Exzenterwelle, die durch den Schwerpunkt des Siebkastens hindurchgeht, versetzt diesen in Kreisschwingungen. Die hierbei auf die Lager der Kurbelwelle wirkenden Fliehkräfte gleichen Schwungscheiben *c* aus, die mit Gegengewichten *d* versehen sind. Die entsprechend dem Hub gespannten Gummipuffer führen den Siebkasten, während er auf Kreisen schwingt, genau parallel. Der Rückdruck der Puffer, der $P/4$ des Gesamtdruckes *P*

für jede Lagerstelle beträgt, geht über die Pufferachsen auf den Lagerrahmen, wo er sich mit den Kräften der Schwungscheiben ausgleicht. Die Antriebswelle läuft in schweren Pendelrollenlagern und dreht sich mit ihren Endzapfen zentrisch im Maschinenrahmen, so daß sie keine schwingenden Bewegungen ausführt. Die Puffer sitzen mit einer zur Aufnahme der Druckkräfte

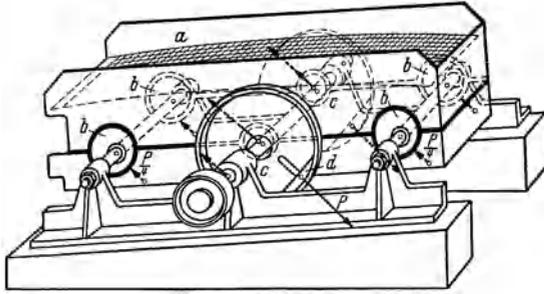


Abb. 1989. Schwingsieb für Kreisschwingungen (Krupp-Gruson).

erforderlichen Vorspannung in Bronzeringen. Der Lagerrahmen erhält auf dem Unterbau die jeweils erforderliche Neigung. Das ganze Sieb kann auch an vorhandenen Deckenträgern aufgehängt werden, wobei die Neigung durch Spannschlösser an den Aufhängeisen eingestellt wird. Die Bahn der Siebfläche entspricht bei dieser Siebvorrichtung genau einer Kreisbahn, was einen günstigen Wurfwinkel für alle Teilchen des Gutes und einen vollkommenen Massenausgleich bedingt. Die Neigung des Siebes beträgt etwa 5—18° bei mitläufiger Drehrichtung, bei der die Antriebswelle mit dem Siebgutstrom in gleicher Richtung läuft, und 20—30° bei gegenläufiger Drehrichtung.

Die auf Lenkerfedern hin- und herschwingenden Schnellschüttler, die häufig mehrere hintereinandergeschaltete Siebflächen besitzen, also mehr-

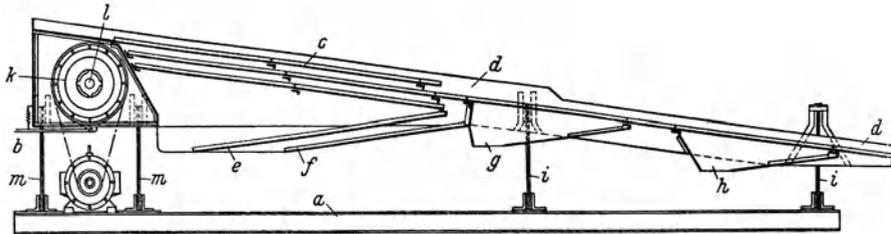


Abb. 1990. Schnellschüttler (Krupp-Gruson).

straßig arbeiten, werden durch eine umlaufende Masse angetrieben, die unmittelbar in den Siebkasten eingebaut ist. Derartige Schnellschüttler haben meist einen sehr langen Siebkasten mit bis zu sechs oder sieben Siebfeldern.

In dem langgestreckten Siebkasten *d* der auf Abb. 1990 dargestellten Bauart der Krupp-Grusonwerk A.-G. sind die erforderlichen Siebe so hintereinander übereinander eingebaut, wie es die Auswahl und Grenzen der verlangten Kornklassen erfordern. Unter den einzelnen Sieben liegen die mit dem Siebkasten verbundenen Schuppen *e, f, g, h*, die das Gut in die unter dem Sieb angeordneten Bunker leiten. Über den Feinsieben ist ein Schutzsieb *c* zum Vorsieben des Aufgabegutes eingebaut, um diese nicht unnötig zu belasten. Der Siebkasten *d* ruht mit Federfüßen *m* und *i*, deren Zahl sich nach

Größe und Länge des Siebkastens richtet, auf dem Trägerrahmen a . Die Schwingungen des Kastens erzeugt das mit etwa 500 U/min umlaufende einseitige Gewicht im Hohlkranz der Schwingungsscheibe k , die auf der starr im Siebkasten gelagerten Welle l sitzt. Die Größe des Gewichtes in der Schwingungsscheibe bestimmt die Länge des Ausschlages des Siebkastens. Die Antriebskraft muß das Schwungrad in wenigen Sekunden auf die volle Drehzahl bringen können, damit beim Durchlaufen der Resonanzdrehzahl keine schädlich großen Kastenschwingungen entstehen. Dem gleichen Zweck dient eine Handhebelbremse b , mit der man das Schwungrad bei der Stillsetzung schnell anhalten kann. Da der Siebkasten bei dieser Bauart nur in waagerechter Richtung schwingt, ist die senkrechte Komponente der Zentrifugalkraft der umlaufenden Masse nicht ausgeglichen. Der Kraftbedarf eines derartigen Siebes beträgt etwa nur ein Viertel des einer Siebtrommel von gleicher Leistung.

Guten Massenausgleich und günstige Wurfbewegung zeigen die Resonanzschwingsiebe, die ohne zwangläufig hin- und hergehende Massen arbeiten. Sie bestehen aus schwingungsfähigen Systemen, die eine lose Koppelung mit dem Antrieb verbindet. Man unterscheidet Zweimassen- und Dreimassensysteme. Bei der ersten Bauart schwingen zwei Siebkästen in einem feststehenden Rahmen gegeneinander, wobei nur ein Rahmen durch die Koppelung (Federung) mit dem Antrieb verbunden ist. Bei der zweiten Bauweise ist auch der Rahmen, in dem die beiden schwingenden Siebsätze hängen, beweglich gelagert (*H. Binte*, Z.VDI 1932, S. 85). Für kleine Ausführungen kann einer der schwingenden Siebkästen auch durch eine andere Masse, z. B. einen Rahmen oder einen anderen Bauteil, ersetzt werden.

Die lebendige Energie der schwingenden Massen wird im Totpunkt der Schwingbewegung von Speicherfedern (Gummipuffern) als Spannenergie aufgenommen und nach Durchlaufen des Totpunktes durch Beschleunigung der Massen wieder nutzbar gemacht. Die im Augenblick der größten Geschwindigkeit beim Durchlaufen der Nullage vorhandene kinetische Energie der schwingenden Massen erscheint im Totpunkt der Bewegung als potentielle Energie bis auf den geringen inneren Arbeitsverlust in den Speicherfedern wieder.

Je mehr die Drehzahl des Antriebs sich der Eigenschwingungszahl der Maschine nähert, um so geringer sind die Verluste, und um so höher ist dementsprechend der mechanische Wirkungsgrad. Die Resonanzanlage muß demnach einen besonders günstigen Wirkungsgrad aufweisen.

Je nach der Bewegungsrichtung des Siebkastens unterscheidet man Ausführungen für Steilwurf und für Flachwurf. Bei der Bauart für Steilwurf ist die Bewegungsrichtung des Siebkastens zur Waagerechten um einen Winkel von 20—45° nach aufwärts gerichtet, wobei der Siebkasten selbst waagrecht liegt. Soll das zu siebende Gut sehr schonend behandelt werden, oder dürfen sich längliche Stücke nicht aufrichten und so durch die Maschen fallen, so verwendet man die Flachwurfbauart, bei der die Siebfläche um 6—10° zur Waagerechten geneigt ist und in waagerechter Richtung hin- und herschwingt.

Beide Siebkästen können hintereinander angeordnet werden, wie Abb. 1991 mit einer Steilwurfausführung schematisch zeigt. Die beiden Siebkästen m_1 und m_2 sind hintereinander an Gitterträgern mit Lenkerfedern aufgehängt, die schräg zur Siebfläche liegen. Senkrecht zu den Lenkerfedern und zu

beiden Seiten der Siebkästen liegen im Massenschwerpunkt die Gummipufferbatterien P_1 und P_2 parallel zueinander im Abstand a . Dabei tritt ein Drehmoment auf, das senkrechte Kräfte A und B erzeugt, die der Unterbau aufnehmen muß. Damit die infolge verschiedener Dämpfung auftretenden waagerechten Kräfte nicht auf den Unterbau einwirken können, ist der

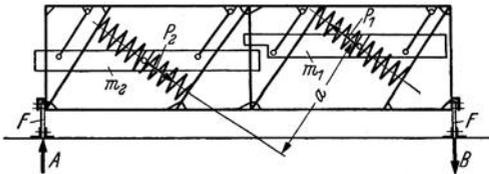


Abb. 1991.

Resonanzschwingsieb mit hintereinander angeordneten Siebkästen (Krupp-Gruson).

ander in einem gemeinsamen Spannrahmen, der an Tragfedern beweglich am Gitterträger aufgehängt ist, wie Abb. 1992 schematisch zeigt. Die Siebkästen I und II, die von den Federn m_1 und m_2 gehalten werden, sind durch den Spannrahmen der Puffer P_1 und P_2 verbunden. Ein Drehmoment wie bei den hintereinander liegenden Siebkästen tritt nicht auf. Das Gittergerüst ist infolge der Aufhängung des Spannrahmens von allen Kräften entlastet, so daß es nicht beweglich mit dem Unterbau verbunden werden muß.

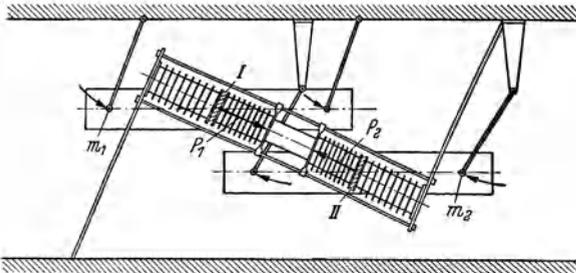


Abb. 1992. Resonanzschwingsieb mit übereinander angeordneten Siebkästen (Krupp-Gruson).

Sollen mit einer Sieborrichtung auch heiße Stoffe gesichtet werden, so erwärmen sich im Betrieb alle mit dem Siebkasten verbundenen Teile. Gummipuffer sind für derartige Siebe un- zweckmäßig. Lager müssen so angeordnet sein, daß das Lagerfett nicht infolge Erhitzung ab- laufen kann. Abb. 1993 zeigt ein von der Krupp-Grusonwerk A.-G. entwickeltes Schwingsieb, das infolge seiner Bauart temperaturunempfindlich ist. Der Siebkasten mit der Siebfläche schwingt elastisch auf einem Gegengewichtsrahmen, mit dem er durch eine Pufferbatterie aus stählernen Federn in der Achse der Schwerpunkte verbunden ist. Zum Antrieb dient ein kleiner Exzenter, der durch eine Hebelübertragung und Federn mit dem Siebkasten und dem Rahmen elastisch verbunden ist, wobei das Antriebslager außerhalb des Siebkastens, also nicht im Bereich der hohen Temperaturen, angeordnet ist. Die Bewegungen von Gegengewichtsrahmen und Siebkasten sind gegeneinander durch Lenkerfedern geführt (s. auch R. Siebert, Chem. Apparatur 1938, S. 341).

In anderen Bauarten ist der Siebkasten von zwei oder vier bogenförmig gestalteten Federn oder Federbündeln derart gehalten, daß er vollkommen

Rahmen auf Federbeinen F befestigt, die gleichzeitig die Kräfte A und B übertragen. Um ein ruhiges Anlaufen zu erzielen, werden beide Massen durch je eine Federkopplung angetrieben.

Die beiden Siebkästen können auch übereinander angeordnet werden. Die Pufferbatterien des oberen und des unteren Siebkastens liegen dann hintereinander

Sollen mit einer Sieborrichtung auch heiße Stoffe gesichtet werden, so erwärmen sich im Betrieb alle mit dem Siebkasten verbundenen Teile. Gummipuffer sind für derartige Siebe un- zweckmäßig. Lager müssen so angeordnet sein, daß das Lagerfett nicht infolge Erhitzung ab- laufen kann. Abb. 1993 zeigt ein von der Krupp-

frei schwingt. Einen Doppeldecker in Vierfederausführung (Bauart Siebtechnik G. m. b. H., Mülheim a. d. Ruhr), dessen Antriebswelle über eine Schlauchkupplung unmittelbar mit dem Elektromotor gekuppelt ist, zeigt

Abb. 1994. Die Antriebsselemente sind für Riemenantrieb auf Abb. 1995 nochmals dargestellt. Der Blechrahmen des Siebkastens ist durch Querträger (Stahlrohre) versteift, auf denen der Siebboden aufliegt. Ein Stahlrohr in der Mitte des Rahmens nimmt an seinen beiden

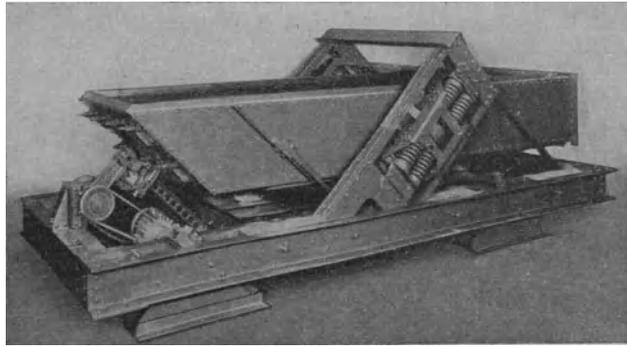


Abb. 1993. Schwingsieb für heiße Stoffe (Krupp-Gruson).

Enden die Lagergehäuse auf und dient gleichzeitig als Schutz der darin laufenden Rotorwelle. Beide Enden der Welle tragen je eine Riemenscheibe zur gleichmäßigen Gewichtsverteilung, wobei der Antrieb jedoch von beiden Seiten möglich ist. Die Riemenscheiben enthalten herausnehmbare Gewichte zur Veränderung der Schwingungsweite je nach der Art des abzusiebenden Guts. Auf der Rotorwelle ist exzentrisch eine Schwungmasse angeordnet, die das ganze System in einer Ebene senkrecht zur Wellenachse in schnelle Kreisschwingungen versetzt. Die Kreisschwingungen treiben das Gut auch bei waagerechter Stellung der Siebfläche schnell vorwärts.

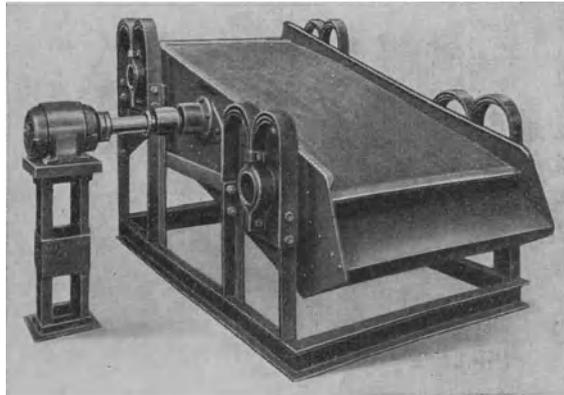


Abb. 1994. Freischwingendes Sieb in Vierfederausführung (Siebtechnik).

Die Zweifedermaschinen haben den Vorteil, daß sich die Neigung sehr leicht verstellen läßt, da die Drehachse mit der Wellenachse zusammenfällt, so daß der Rahmen nach Lösen von zwei Klemmschrauben jede gewünschte Neigung erhalten kann. Bei Vierfedermaschinen muß das Untergestell entsprechend der gewünschten Neigung verstellt werden.

Man erhält eine einfache Siebvorrichtung, wenn die Siebfläche in Zylinder- oder Kegelform ausgeführt und gedreht wird, so daß keine hin- und hergehenden Teile vorhanden sind, die Erschütterungen verursachen. Derartige Siebtrommeln werden sowohl zum Sortieren von grob vorgebrochenem Hauf-

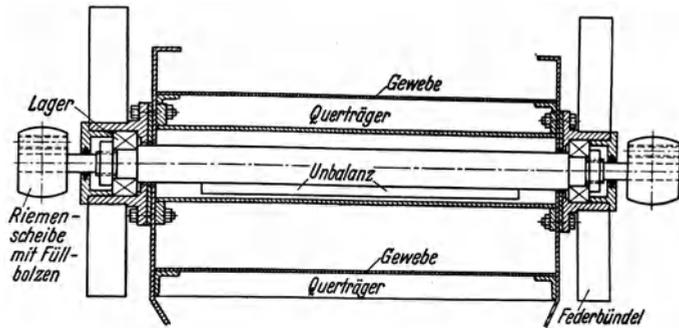


Abb. 1995. Antrieb eines freischwingenden Siebes (Siebtechnik).

werk als auch zum Sieben geschroteter oder fein gemahlener Stoffe ausgeführt. Für grobes Gut wird der Mantel aus starken, gelochten Stahlblechen ausgeführt. Diese werden durch Profileisen gehalten, die an um die Zylinder gelegten Laufringen befestigt sind.

Wird das Aussieben von besonders feinen Körnungen oder die Ausscheidung des Staubes aus dem Brechgut gewünscht, so wird außen um das erste Siebfeld der Trommel ein zweiter Siebmantel angeordnet, der das Feingut ausscheidet. Diese Anordnung als Übersieb ist dadurch bedingt, daß für Feinsiebe nur dünnes Blech verwendet werden kann, das dem starken Verschleiß durch Grobgut nicht standhalten würde. Die Trommeln werden immer geneigt aufgestellt, so daß das Einlaufende höher liegt als das Auslaufende. Der Antrieb liegt in der Regel am Auslaufende der Trommel; bei sehr langen Trommeln wird er in der Mitte angeordnet.

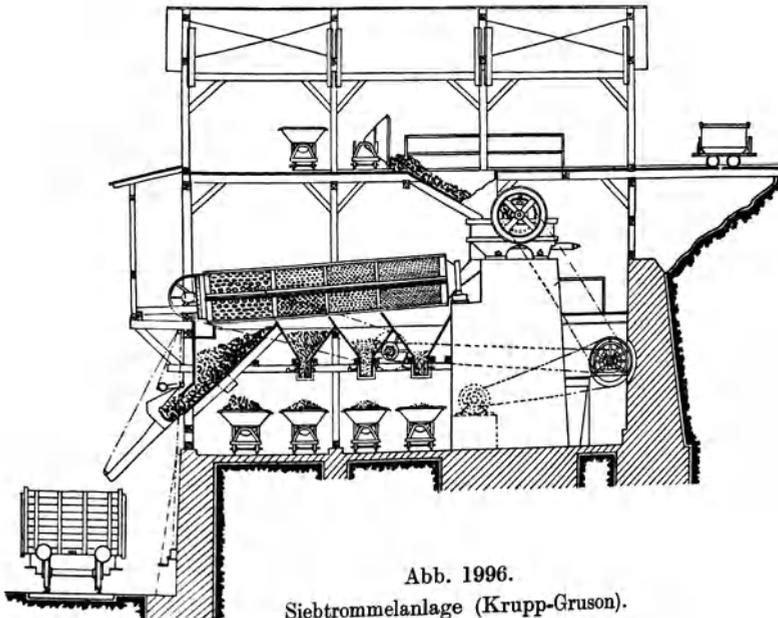


Abb. 1996.
Siebtrommelanlage (Krupp-Gruson).

Eine Siebtrommelanlage in Mehrstraßenbauart, wie sie von der Krupp-Grusonwerk A.-G. gebaut wird, zeigt Abb. 1996. Die Siebtrommel besteht aus vier Feldern. Am Einlaufende läuft die Trommel auf einem Ring, am Auslaufende mit einem Zapfen in einem Lager normaler Bauart. Die kennzeichnenden Daten für Siebtrommeln von Krupp-Gruson sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Durchmesser m	Länge m	Umläufe in der Minute	Anzahl der Siebfelder	Kraftbedarf PS	Gewicht kg
0,6	3,0	22	4	0,7	730
0,7	3,5	20	4	0,9	880
0,8	5,0	18	4	1,2	1300
1,0	6,0	14	4	1,75	3400
1,0	8,0	14	5	2,5	5050
1,2	6,0	12	4	2,25	5000
1,2	10,0	12	6	3,5	7400
1,3	7,0	12	4	3,7	5700
1,3	10,0	12	6	5,5	7900
1,4	10,0	12	6	6,0	8250
1,6	7,0	10	4	7,5	8300
1,6	10,0	10	6	9,5	11700

Eine kleinere Sortiertrommel der Alpen-Maschinenfabrik, Augsburg, für feinkörniges Gut zeigt Abb. 1997. Die schwachgeneigte Trommel *a* ist aus zwei Schüssen zusammengesetzt. Die die Trommel haltenden Träger sind an gußeisernen Ringen *b* befestigt, die auf breiten Hartgußrollen *c* laufen. Die Trommel wird durch Riemenscheiben, Vorgelegewelle und Kegelräder *e*, *f* angetrieben, welche die Bewegung auf die beiden Rollenachsen *d* übertragen. Zur Aufnahme

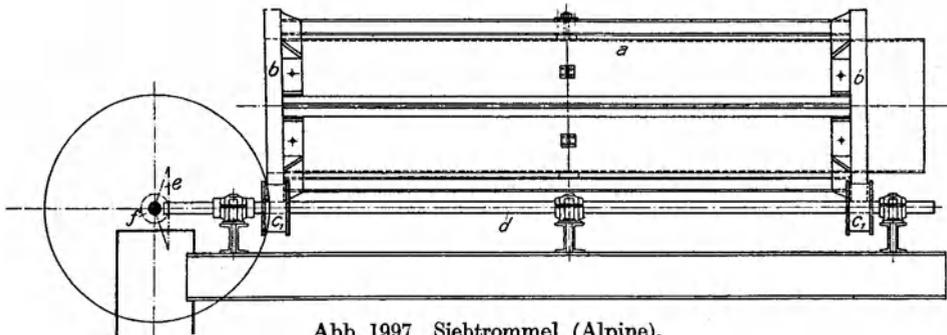


Abb. 1997. Siebtrommel (Alpine).

des durch die Schrägstellung entstehenden Druckes dient eine sich gegen den Ring *b* legende, nicht dargestellte Rolle mit senkrechter Achse. Eine derartige Trommel von 600 mm Durchmesser und 3000 mm Länge leistet bei der Sortierung von Kleinschlag stündlich 2–3 m³, bei 1000 mm Durchmesser und 8000 mm Länge 8–9 m³/std, wobei der Kraftbedarf 1,25 bzw. 6 PS beträgt.

Bei kleineren Ausführungen wird die Siebfläche mit Armkreuzen auf einer durchgehenden Welle befestigt, die außerhalb der Trommel gelagert ist und durch eine auf der Welle sitzende Riemenscheibe oder ein Vorgelege angetrieben wird. Um die Staubbildung zu verhüten, werden die Trommeln

in hölzerne oder eiserne Gehäuse eingeschlossen, die mit großen Türen versehen sind, um die Trommel jederzeit freilegen zu können. Die Siebflächen dieser Bauart werden je nach der Feinheit und sonstigen Beschaffenheit des Sichtgutes mit Gewebe aus Stahldraht, Phosphorbronze oder Seide bespannt.

Bei Trommelsieben, die nur für eine Siebfeinheit eingerichtet sind, wird gewöhnlich am unteren Teil des Kastens, der unterhalb der Siebtrommel zur Aufnahme des Durchfalls angeordnet ist, eine Förderschnecke vorgesehen, die von der Siebwelle aus durch Riemenscheibe angetrieben wird und das abgeseibte Gut einer Austrittsöffnung zuführt, während der grobe Übergang am Ende der Trommel für sich ausgetragen wird. Wenn das Sichtgut außergewöhnlich fein ist oder sich schwer absieben läßt, wird eine Klopfvorrichtung angebracht. — Die Siebzylinder können auch zu zweien in einem Kasten eingebaut werden.

Der Querschnitt der Trommel kann rund oder auch sechs- oder achteckig ausgeführt werden. Beim Sieben von feinkörnigem Gut verbessert die eckige

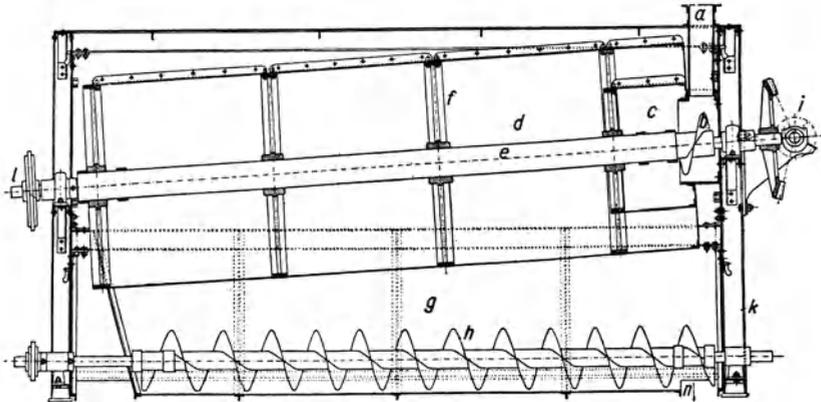


Abb. 1998. Zylindersieb für feinkörniges Gut (Amme, Giesecke & Konegen).

Ausführung der Trommel oft die Siebungsgüte. Sind in dem eingeschütteten Gut auch grobe Stücke vorhanden, so wird innen noch eine mitumlaufende Siebtrommel eingesetzt, um die feine Bespannung des Außenzylinders zu schonen.

Um die Siebwirkung weiter zu steigern, wird bisweilen in die langsam umlaufende Siebtrommel eine schnellaufende, mit Schaufeln besetzte Welle gesetzt, die durch den entstehenden Luftstrom das Gut schneller durch die Siebe bringen soll. Eine künstliche Beschleunigung des Siebgutes ist jedoch immer mit einem höheren Verschleiß verbunden, was auch für diese Zentrifugalsichtmaschinen genannten Vorrichtungen zutrifft. Sie werden für Zylinderdurchmesser von 500—900 mm gebaut und haben einen Kraftbedarf bis zu 2,5 PS.

Ein in Stahlbauart ausgeführtes Zylindersieb von Amme, Giesecke & Konegen A.-G., Braunschweig, zeigt Abb. 1998 (*C. Naske, Zerkleinerungsvorrichtungen, S. 209*). Hier bedeuten *a* den Einlauftrichter, *b* die Einführschnecke, *c* einen Schutzzyylinder, *d* die Siebtrommel, *e* die Trommelwelle, *f* die Armkreuze, *g* den Sammeltrug, *h* die Austragschnecke, *i* den Antrieb, *k* die aus Walzstahl und Blechplatten genieteten Stirnwände, *l* das Kettenrad zum Antrieb der

Schnecke h . Das Mehl wird von der Sammelschnecke zum Auslauf n befördert, während der Überfall am entgegengesetzten Ende austritt. Der Kraftbedarf solcher Zylindersiebe ohne Schaufelwelle beträgt auch bei den größten Ausführungen höchstens $2-2\frac{1}{2}$ PS.

Zu beachten ist, daß die Drehzahl der Trommelsiebe nach oben eine Grenze findet, bei der das Gut durch die Zentrifugalkraft an den Siebflächen haften bleibt. Nach *Naske* ergibt sich diese Drehzahl in der Minute aus der Beziehung $n = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$, worin D den Durchmesser der Siebtrommel in m bedeutet.

Zylindersiebe sind infolge der geringen Anschaffungskosten besonders zur Verarbeitung von grobem, große Stücke enthaltendem Gut als Vorsiebe und zum Absieben von sehr feinem Gut (Mehlsiebe) stark verbreitet. — Trommelsiebe eignen sich auch zur Naßsiebung. Bei der Unterwasserklassierung verbindet man häufig Waschvorgänge mit der Trennung nach Korngrößen.

Sehr häufig, insbesondere beim Verarbeiten von Stoffen mit geringem Gewicht, wie von feinen Krystallen, werden feststehende Siebzylinder verwendet. Durch sich drehende Bürsten wird das Gut unter leichtem Druck über die Siebflächen geführt, wobei kleinere Klumpen gleichzeitig zerstört werden. Diese sogenannten Bürstenmaschinen haben besonders für kleinere Leistungen Verbreitung gefunden.

Zur Prüfung der Wirkungsweise von Sichtvorrichtungen dienen Prüfsiebe, die für Deutschland durch DIN 1170 und 1171 vorgeschrieben sind, wo der Lochdurchmesser, die lichte Maschenweite und die Maschenzahl/cm² als Grundlage zur Bestimmung der Feinheit angenommen sind. So erfolgt z. B. die Prüfung der Feinheit von Zement, Rohmehl, Kalk, Kohle in Deutschland vorwiegend mit den Sieben 900, 4900 und 10000 Maschen/cm².

Über Siebbandfilter s. Filter, S. 589.

Lit.: *C. Naske*, Zerkleinerungsvorrichtungen und Mahlanlagen (4. Aufl., Leipzig 1926, Julius Springer). — *Blanc-Eckardt*, Technologie der Brecher, Mühlen und Siebvorrichtungen (Berlin 1928, Julius Springer). — *H. Burchartz*, Siebversuche (Arch. Wärmewirtsch. 1925, S. 9). — *Förderreuther*, Der Stand der Siebordnung (Z. VDI 1927, S. 1336). — *A. Fornet*, Normalisierung der Siebe und Siebbespannungen in der Mehlinindustrie (Z. ges. Mühlenwes. 1928, S. 5). — *O. Haltmeier*, Siebbespannungen (Z. ges. Mühlenwes. 1928, S. 7). — *H. Fischer*, Technologie des Scheidens, Mischens und Zerkleinerns (Leipzig 1920, Spamer). — *D. M. Liddel*, Handbook of Nonferrous Metallurgy (London 1926, McGraw-Hill). — *Fahrenwald*, Stock Dale, Effect of Sieve Motion on Screening Efficiency (Bureau of mines 1929, Serial 2933). — *H. Graumann*, Untersuchungen über den Sichtprozeß und die Dynamik des Plansichters (Braunschweig/Leipzig 1930, Meyer). — *H. Gehle*, Beiträge zur Kenntnis der freischwingenden Plansichter (Leipzig 1928, Schäfer). — *K. Mohs*, Über die Entwicklung und Vervollkommnung des Plansichters (Mannheim 1924). — *E. Rammler*, Kennziffern und Charakteristiken für Siebvorgänge und Siebgeräte (Chem. Apparatur 1938, S. 275, 289). Thormann.

Lit. Chem. Apparatur: *A. Voigt*, Maschinelle Siebanlage zur mechanischen Wasserreinigung (1917, S. 57). — *H. Bach*, Die mechanischen Einrichtungen in der neuzeitlichen Abwasserreinigungstechnik (1936, S. 101, 113). — *R. Siebert*, Neuerungen an Maschinen für Kali- und Steinsalzmühlen (1937, S. 281); Neuzeitliche Steinsalzwerke (1937, S. 299); Der Aufbau neuzeitlicher Kalisalz- und Steinsalzmühlen (1937, S. 347); Schwingsieb für die Absiebung von heißen Stoffen (1938, S. 341). — *E. Rammler*, Kennziffern und Charakteristiken für Siebvorgänge und Siebgeräte (1938, S. 275, 289). — *H. aus dem Spring*, Vibrationssiebe für die Absiebung von heißem Siegut (1939, S. 5).

Siedekessel. Offene, beheizte Kessel aus Stahlblech zur Herstellung von Seifen und zum Erhitzen von Fetten (s. auch Schmelzapparate) bezeichnet man als Siedekessel. Sie werden entweder zylindrisch ausgeführt oder bestehen aus einem zylindrischen Oberteil und einem daran ansetzenden kegelförmigen Unterteil. Kleine Siedekessel erhalten auch Kegelform, wobei der Kessel unten durch einen gewölbten Boden abgeschlossen ist. Für große Leistungen verwendet man rechteckige Siedekessel, die Längen und Breiten von mehreren Metern haben. Der rechteckige oder quadratische Querschnitt ergibt eine bessere Raumausnutzung. Der Gesamtfassungsraum ist etwa um 50 Proz. größer als der eigentliche Fettansatz, da der Rauminhalt während der Seifenbildung ansteigt. Bei der Carbonatverseifung hat der Kessel sogar den vier- oder fünffachen Rauminhalt des Ansatzes.

Stehen Dampfkessel nicht zur Verfügung, so verwendet man für kleinere und bisweilen auch für mittlere Kessel Feuerbeheizung. Hierzu ist der Kessel in eine Einmauerung (s. d.) eingebaut. Der Bedienungsstand ist meist durch eine Decke von dem Feuerungsraum getrennt. Damit die heißen Feuergase und die strahlende Wärme der glühenden Kohlschicht die unteren Kesselteile nicht unmittelbar treffen, ist die Feuerung so angelegt, daß sich über ihr noch ein abschirmendes Gewölbe befindet.

Für große und meist auch für mittlere Kessel wird die Dampfbeheizung bevorzugt. Hierzu erhalten die Kessel eine offene Schlange zum unmittelbaren Einblasen von Dampf oder ein Dampfstrahlheizgebläse. In einzelnen Fällen sieht man oft außerdem noch eine geschlossene Dampfschlange für mittelbare Beheizung vor. Kleine Siedekessel, z. B. für die Feinseifenherstellung, die mit Dampfbeheizung versehen werden sollen, werden auch mit Doppelmantel (s. d.) ausgeführt.

Der Boden ist mit einem Ablauf zur Entleerung der Unterlage versehen. Zum Ablassen der Seifen dienen meist Schwenkrohre, die um ein Gelenk drehbar angeordnet sind, so daß die Seifenmasse in einer beliebigen Höhe entnommen werden kann (s. auch Dekantierapparate). — Zum Rühren sieht man bisweilen Rührvorrichtungen (s. d.) vor.

Th.

Siemens-Martin-Stahl, s. Eisen-Kohlenstoff-Legierungen.

Silber. Preis und geringe Festigkeit lassen seine Verwendung in der chemischen Industrie nur beschränkt zu. Die Vorteile liegen in der guten Wärmeleitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

Physikalische Eigenschaften.

Dichte: 10,5.

Schmelzpunkt: 960,5°.

Wärmeleitfähigkeit: 1,006 cal/cm · sek · Grad (18°).

Wärmeausdehnungskoeffizient: 0,000021 (0—500°).

Elektrische Leitfähigkeit: 61,4/Ohm · mm² (18°).

Zerreißeigenschaften: 29 kg/mm² (hartgezogener Draht).

Die Verarbeitbarkeit des Silbers ist ausgezeichnet. Das Schweißen erfordert eine gewisse Geschicklichkeit, da das geschmolzene Silber größere Mengen Sauerstoff aufnimmt, die es beim Erkalten und Erstarren wieder abgibt. Die Schweißnähte müssen deshalb gut abgehämmert werden.

Verwendung finden auch Silberüberzüge, die früher fast ausschließlich auf galvanischem Wege, neuerdings aber auch durch Aufwalzen hergestellt werden. In beiden Fällen wird dadurch nicht nur eine Preisersparnis erzielt, sondern durch Verbindung mit mechanisch festeren Metallen ist auch die Festigkeit der so hergestellten Werkstoffe eine gute. Namentlich dem silberplattierten (aufgewalzt) Stahl ist in dieser Hinsicht ein größerer Anwendungsbereich sicher.

Korrosion. Die gute Beständigkeit des Silbers ist schon erwähnt; nachstehende Übersicht gibt dazu noch nähere Einzelheiten.

Atmosphäre: Silber ist sehr beständig, nur Luft, die Schwefelverbindungen enthält, bewirkt das bekannte Anlaufen.

Citronensäure: Silber ist völlig beständig.

Chlorwasserstoff: Heißes Chlorwasserstoffgas greift an.

Essigsäure: Silber ist sehr beständig. Beispiele von Kühlern mit sehr dünnen Wandungen ($\frac{1}{16}$ Zoll), die 15 Jahre ohne jegliche Schäden im Gebrauch waren, sind bekannt. Ungünstig sind geringe Gehalte an Salzsäure, die starke Korrosionen bewirken.

Salpetersäure: Silber wird angegriffen.

Salzsäure: Kalte Säure wirkt nur wenig ein. Durch 15proz. Säure wird bei 25° beispielsweise nur eine Schicht von 0,3 mm/Jahr weggelöst. Heiße Säure (namentlich unter Druck) greift an.

Die Hauptverwendung silberner Apparaturen liegt auf dem Gebiete der organischen Säuren, der Gelatineherstellung und bei der Handhabung von verdünnten Halogenwasserstoffsäuren.

Lit.: *D. McDonald*, J. Soc. chem. Ind. 1931, S. 168; Chem. Age, Lond. 1911, S. 142. — *X. M. Forstner*, Oberflächentechn. 1934, S. 51, 65, 75, 89. — *O. Hahn*, Versilberung von Apparaten für die chemische Industrie (Chem. Apparatur 1923, S. 53). — *O. Bauer*, *O. Kröhnke*, *G. Masing*, Die Korrosion metallischer Werkstoffe II (Nichteisenmetalle) (Leipzig 1938, Hirzel). — *Deutsche Gesellschaft für Metallkunde*, Werkstoffhandbuch (Nichteisenmetalle), herausg. v. *Masing*, *Wunder* u. *Groeck* (Berlin 1928, Beuth-Verlag). — *E. Rabald*, Werkstoffe und Korrosion I (Berlin 1931, Julius Springer); Dechema-Werkstoffblätter 1935 bis 1938 (Berlin, Verlag Chemie). — *W. S. Calcott*, *J. C. Whetzel* u. *H. F. Whittaker*, Corrosion Tests and Materials of Construction (New York 1923, van Nostrand). — *U. R. Evans*, Metallic Corrosion, Passivity and Protection (London 1937, Arnold & Co.); Deutsch (mit Ergänzungen) von *E. Pietsch* (Berlin 1939, Julius Springer). Ra.

Silberlegierungen werden für chemische Apparaturen kaum verwendet, da sie meist nicht die gute Widerstandsfähigkeit des reinen Silbers besitzen, die der Hauptgrund für die Anwendung von Silber ist. In vereinzelten Fällen werden Kupfer-Silber-Legierungen angewendet, die mechanisch fester als reines Silber sind. Ra.

Siliciumstähle. Die zugesetzten Mengen Silicium liegen etwa zwischen 0,5 und 4 Proz. Durch Zugabe von Silicium in diesen Mengen werden Streckgrenze, Zugfestigkeit und Härte von Stahl erhöht. Die Hauptanwendung derartiger Stähle erfolgt in der Elektrotechnik (Dynamo- und Transformatorbleche), jedoch werden sie wegen ihrer guten Festigkeit und Verschleißfestigkeit auch als Baustähle (Federn, Getriebeteile, Bolzen) verwendet. Für einen Stahl mit 0,46 Proz. Kohlenstoff und 1,46 Proz. Silicium gelten beispielsweise folgende Daten:

Streckgrenze	60 kg/mm ²
Zerreißfestigkeit	80 „
Dehnung	25 Proz.
Einschnürung	59 „
Kerschlagfestigkeit (nach Charpy) . .	7 mkg/cm ²

Die Korrosionsbeständigkeit der Siliciumsthle weicht nicht stark von der der gewöhnlichen Sthle ab, lediglich gegen sehr verdünnte Säuren (1proz. Schwefelsäure) und gegen heiße oxydierende Gase sind sie etwas widerstandsfähiger.

Lit.: Stahl u. Eisen 1926, S. 493. — *E. Golz*, über säurebeständige Eisen-Siliciumlegierungen und ihre Verwendung für chemische Apparate (Chem. Apparatur 1917, S. 145, 170). — *G. Mars*, Die Spezialsthle (Stuttgart 1922, Enke). — *P. Oberhoffer*, Das technische Eisen (Berlin 1925, Julius Springer). — *E. Rabald*, Werkstoffe und Korrosion I (Leipzig 1931, Julius Springer); Dechema-Werkstoffblätter 1935—39 (Berlin, Verlag Chemie). — *Verein deutscher Eisenhüttenleute*, Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, bearb. v. *K. Daevs* (2. Aufl., Düsseldorf 1937, Stahl Eisen). — *O. Bauer, O. Kröhnke, G. Masing*, Die Korrosion metallischer Werkstoffe I (Korrosion von Eisen und seinen Legierungen) (Leipzig 1936, Hirzel). Ra.

Silos (s. auch *Bunker, Behälter*). Hohe Behälter zur Speicherung von großen Schttgutmengen können mit runden, vier- oder sechseckigen Zellen bis zu 5 m Durchmesser als sog. Silos ausgeführt werden. Die runde Form wird meist für Stahl oder Eisenbeton, die eckige bei Ausführung in Eisenbeton oder Holz gewählt. Die Höhe der Zellen beträgt ein Vielfaches des Durchmessers.

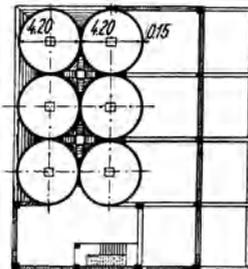
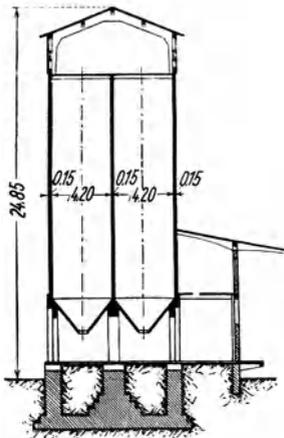


Abb. 1999. Silo.

Ein Zementsilo für etwa 2400 t Zement zeigt Abb. 1999. Die Silos werden von oben durch Förderschnecken, Plattenbänder oder Gurtförderer gefüllt. Zur Entleerung dienen Schnecken, Doppelschnecken, Schwingschuhe, Pendelschieber oder ähnliche Vorrichtungen, die an den unteren Auslauftrichtern angebracht sind. Auch pneumatische Förderanlagen werden zur Fllung und Entleerung verwendet.

Oberhalb der Silos ist in der Regel ein Raum für die Förderanlagen und die Verteilrichtungen vorhanden. Unterhalb der Silos sind die Entleerungseinrichtungen und die Förderanlagen zum Herausschaffen des aus den Silos austretenden Gutes angeordnet. Oft wird verlangt, daß die Stoffe nach der Entleerung aus den verschiedenen Zellen in bestimmten Verhältnissen zueinander gemischt werden. Es wird dann unter den Siloauslufen eine Mischvorrichtung etwa nach Art der auf Abb. 1440, S. 1096, dargestellten Mischschnecke angeordnet. Oft besteht die Mischanlage lediglich aus Teilvorrichtungen (s. d.), die unter den einzelnen Zellen angebracht sind und die Stoffe gleichmäßig in den verlangten Verhältnissen zueinander auf ein Förderband fallen lassen, das unter den Austragffnungen

angeordnet ist. Am Ablauf des Förderbandes ist dann eine Mischschnecke aufgestellt, die das eingeworfene Gut vermengt.

Silos eignen sich nur für Stoffe, die hohen Druck vertragen. Nasses Gut kann zu Störungen Anlaß geben, wenn die Feuchtigkeit nach unten wandert und sich Wasser im unteren Teil abscheidet. Um ein Zusammenballen von feinkörnigem Gut zu vermeiden und gleichzeitig den Inhalt von Zeit zu Zeit zu durchmischen, kann man an den unteren Auslauftrichtern Druckluftanschlüsse vorsehen, wie es z. B. für Silos zur Lagerung von Zement bisweilen durchgeführt wird.

Lit.: *C. Naske*, Zerkleinerungsvorrichtungen und Mahlanlagen (4. Aufl., Leipzig 1926, Julius Springer). — *E. Lufft*, Druckverhältnisse in Silozellen (2. Aufl., Berlin 1920, Ernst & Sohn). — *E. Kottenmeier*, Der Stahlbehälterbau (Berlin 1930, Ernst & Sohn). Th.

Silumin, s. Aluminiumlegierungen.

Silverin, s. Nickel-Kupfer-Legierungen.

Sinterapparate, s. Röstvorrichtungen.

Siphone, s. Überläufe.

Skleron, s. Aluminiumlegierungen.

Skrubber (Rieselwascher; s. auch Gas- und Luftreiniger) sind für die nasse Reinigung von Gasen aller Art und ihre Befreiung von festen, flüssigen oder gasförmigen Verunreinigungen in erster Linie in Betracht kommende einfache Gaswascher, die in Form von viereckigen oder zylindrischen Türmen mit oder ohne geeignete Einbauten (Horden, Stäbe) oder Füllkörper (Raschigringe od. dgl.) das zu reinigende Gas mit einer Waschflüssigkeit behandeln. Solche Apparate dienen vor allem in der Leuchtgasindustrie zur Gewinnung des Ammoniaks, Naphthalins, Cyans und Benzols, ferner zur Reinigung staubhaltiger (z. B. Hochofen-) Gase, in besonderen Ausführungen auch zur Absorption von Gasen bei der Herstellung von Salzsäure, Salpetersäure, Schwefliger Säure, Schwefelsäure, Brom, Ameisensäure u. dgl. Je nach dem zu reinigenden Gas oder dem erforderlichen Waschmittel werden diese Skrubber aus Eisen, Aluminium, Steinzeug u. a. hergestellt. Allen diesen Apparaten ist das eine gemeinsam, daß das Gas und die verwendete Wasch- oder Absorptionsflüssigkeit im Gegenstrom zueinander den Apparat durchlaufen, und daß der Gasstrom zwecks innigster Berührung mit der auf möglichst große Flächen zu verteilenden Waschflüssigkeit möglichst viel unterteilt wird. Für manche Zwecke werden mehrere derartige Wascher hintereinandergeschaltet und dabei das Gegenstromprinzip auf sämtliche Wascher ausgedehnt, so daß der vom Gas zuerst durchströmte Wascher mit der Waschflüssigkeit des letzten Washers berieselt wird; man erreicht dadurch eine bessere Ausnutzung der Waschflüssigkeit und eine höhere Konzentration mit dem absorbierten Gas. Für manche Zwecke ist dabei, wie in der Leuchtgasindustrie, eine vorhergehende starke Kühlung des Gases in geeigneten Apparaten erforderlich.

Bei den Hordenwaschern (Abb. 2000; Bamag-Meguïn A.-G., Berlin) verwendet man als Berieselungsflächen übereinandergeschichtete stabförmige, gitterartige oder plattenförmige Einlagen (Horden) aus Holz oder Eisen; für Ammoniakwascher sind die Horden z. B. aus konischen Holzlatten zusammen-

gesetzt, deren untere Flächen der besseren Wasserverteilung wegen häufig gezackt sind. Dadurch, daß jede folgende Horde rechtwinklig zur vorhergehenden versetzt ist, ergibt sich eine große Anzahl kleiner paralleler Kanäle, durch die der Gasstrom in viele Teilströme zerlegt wird. Die Berieselung (s. Berieselungsvorrichtungen) der Horden erfolgt ständig oder periodisch so, daß eine genau einstellbare Menge Waschflüssigkeit in feinsten Verteilung auf die Horden geleitet wird. Das von unten in den Skrubber geleitete Gas kommt durch die Unterteilung des Gasstroms mit allen berieselten Flächen in innige Berührung, und die Geschwindigkeit des Gases wird dabei so bemessen, daß es genügend Zeit

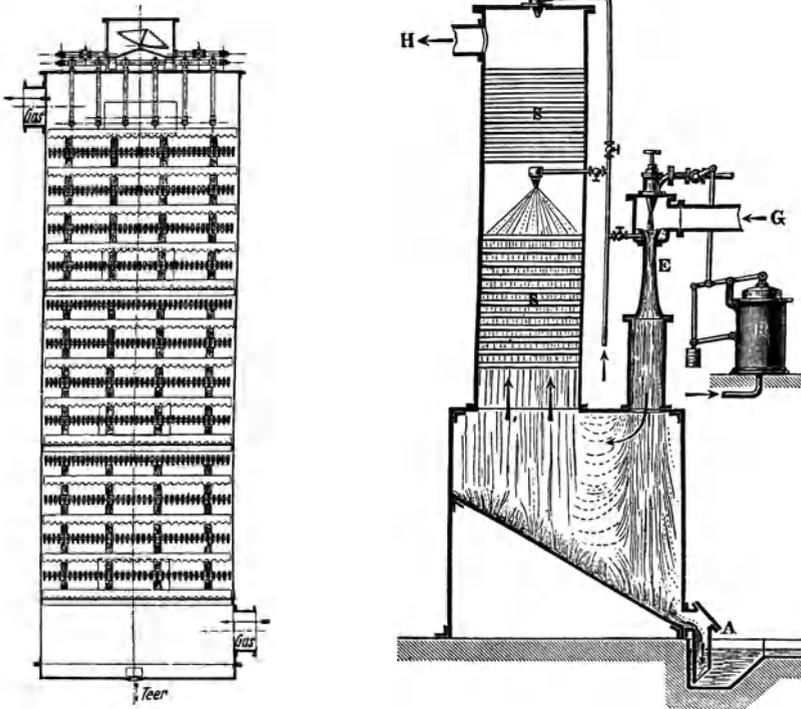


Abb. 2000. Hordenwascher (Bamag). Abb. 2001. Hordenwascher zur Gichtgasreinigung (Körting).

hat, sich innig mit der Waschflüssigkeit zu mischen. Bei Ammoniakwaschern rechnet man z. B. für je $100 \text{ m}^3/\text{std}$ Gasmenge $8\text{--}10 \text{ m}^2$ benetzter Hordenfläche. Diese Hordenwascher werden in Blechgehäusen von $800\text{--}3000 \text{ mm}$ Durchmesser und in einer Höhe bis 23 m , entsprechend einem Gasdurchgang bis $900 \text{ m}^3/\text{std}$, hergestellt. Abb. 2001 zeigt einen Hordenwascher zur Reinigung von Hochofengasen von Gebr. Körting, Hannover, bei dem das Gas durch ein Dampfstrahlgebläse bei *G* angesaugt und durch die Horden *S* nach dem Ausgangsstutzen *H* geführt wird. Zur Vermeidung von Staubablagerungen im Gebläse wird dessen Mischdüse *E* mit Wasser berieselt. Vor dem eigentlichen Wascher befindet sich eine Kammer, aus der das mit Staub versetzte Wasser bei *A* abfließt. Über den mit Wasser berieselten Horden ist eine

zweite, trockene Hordenlage vorgesehen, die zur Abscheidung des mitgerissenen Wassers dient.

An Stelle der Holzhorden werden häufig die von *Otto* angegebenen Intos-Horden angewendet. Sie bestehen aus durchlässigen Böden, die aus senkrecht gestellten Streckmetallstreifen zusammengesetzt sind. Jedes Wascherabteil erhält etwa drei Lagen, die rechtwinklig zueinander verlegt und durch einige Vierkantlatten voneinander getrennt sind. Jeder Boden bildet so eine große Anzahl von Stäbchen, an denen der aufsteigende Gasstrom und die herabrieselnde Flüssigkeit in zahlreiche feine Teilströme zerrissen wird. Während

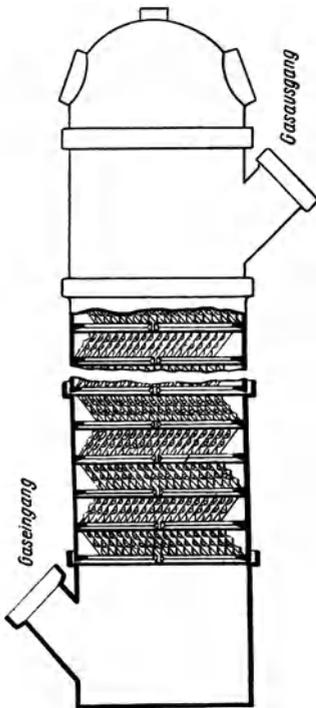


Abb. 2002. Sternplattenwascher (D. T. S.).



Abb. 2003. Stabwascher.

diese Intos-Horden in normalen Skrubbern verwendet werden können, hat *Otto* auch einen eigenen Intos-Wascher entwickelt, der in jedem Wascherabteil vier Lagen Intos-Horden enthält, über welche die Waschflüssigkeit durch mehrere, in kurzen Abständen übereinander angeordnete Prallplatten mit von Stufe zu Stufe enger werdenden Düsen verteilt wird.

Zu den Hordenwaschern gehören auch die sog. Sternplattentürme der Deutschen Ton- u. Steinzeugwerke, Berlin (D.T.S.), bei denen nach Abb. 2002 die Horden aus schräg hintereinander aufgestellten Platten bestehen; die Platten haben auf der Vorderseite eine Anzahl in drei Reihen übereinander angeordneter beckenartiger Vertiefungen, in denen sich etwas Berieselungsflüssigkeit ansammelt, und von denen zahlreiche Kanäle ausstrahlen, welche die Flüssigkeit zu den Vertiefungen der nächsten Reihe leiten. Dadurch wird eine sehr große,

benetzte Oberfläche geschaffen, an der die Absorption leicht und schnell vor sich geht. Der untere Rand der Platten ist, wie bei den Holzhornden, ausgezackt. Die Platten können, entgegen der Zeichnung, auch rechtwinklig gegeneinander versetzt im Turm angeordnet werden.

Bei den Stabwaschern (Abb. 2003) dienen als Berieselungsflächen Waschelemente, die aus Holzstäben mit viereckigem Querschnitt zusammengesetzt sind. Durch die Form und Anordnung dieser Stäbe wird ebenfalls eine innige Berührung zwischen Gas und Waschflüssigkeit erreicht. Für kleine Gaswerke kann die Teerabscheidung in das Unterteil des Waschers gelegt werden, indem man dort Siebbleche einbaut oder, wie in Abb. 2003, eine Teerscheiderglocke anordnet, die das Gas durchströmen muß, bevor es in den eigentlichen Wascher gelangt. Die Einstellung der notwendigen Druckdifferenz vor und hinter der Glocke (s. Stoßreiniger) geschieht hierbei durch ein verstellbares Gegengewicht. Durch das ablaufende Berieselungswasser findet ein ständiges Abspülen der Teerscheiderglocke statt.

Die Zerteilung des Gasstroms und die Schaffung einer möglichst großen berieselten Oberfläche kann bei den Skrubbern auch durch den Einbau von Füllkörpern (vgl. d.) erreicht werden. Als solche verwendet man Koks, Kugeln, Füllkegel, Scheidewanddröhrchen oder Raschigringe, je nach der Waschflüssigkeit oder dem zu reinigenden Gas aus Metall oder Steinzeug. Die regellose Lagerung des Füllgutes, besonders der Raschigringe, bewirkt eine schnelle und gleichmäßige Verteilung der Waschflüssigkeit über den ganzen Querschnitt.

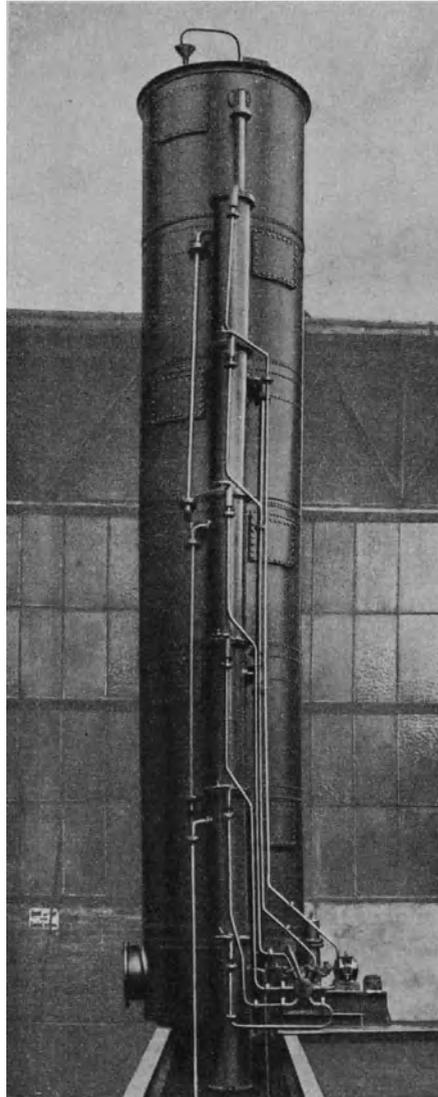


Abb. 2004. In sechs Waschkammern unterteilter Turmwascher (Bamag).

Jeder Füllkörper lenkt die Flüssigkeit aus ihrer bisherigen Richtung ab, stößt sie zur Seite, führt sie den Wascherwänden zu und wieder von ihnen weg und verlängert so den Weg des Waschmittels auf etwa das Zehnfache der Turmhöhe. Ebenso wird der aufwärtssteigende Gasstrom in viele

Teilströme zerlegt und immer wieder aus seiner Richtung abgelenkt, so daß er wieder und wieder mit den benetzten Füllkörpern in engste Berührung kommt. Auf 1 m^3 kommen z. B. 55000 Stück Raschigringe von $25 \times 25\text{ mm}$; da ein solcher Ring eine Oberfläche von 40 cm^2 hat, erhält 1 m^3 mit Ringen gefüllter Washerraum eine berieselte Fläche von 220 m^2 , wobei das Ringmaterial nur einen Raum von 80 l einnimmt und also 92 Proz. des gefüllten Raumes für die Bewegung des Gases freibleiben. Das Gewicht der Füllung für 1 m^3 beträgt nur 630 kg . Die Unterlage für die Füllung bildet ein Siebboden, ein grober Rost oder ein Drahtnetz von etwa 20 mm Maschenweite.

Einen sehr wirksamen, mit Füllkörpern beschickten Turmwascher (Abb. 2004) hat die Barmag-Mequin A.-G. entwickelt. Die Waschflüssigkeit wird dabei aber nicht oben eingeführt und unten abgezogen, sondern jede der 4—8 Washerkammern hat eine gesonderte Waschmittelzufuhr, wobei neben dem Wascher eine entsprechend unterteilte Rohrsäule angebracht ist, so daß jedes Washerabteil sein eigenes Gefäß für die Waschflüssigkeit erhält. Diese wird mit Hilfe von verdichtetem Gas stoßweise durch die Berieselungsvorrichtung der betreffenden Kammer gedrückt.

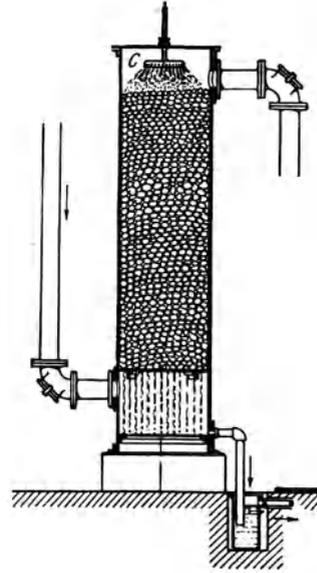


Abb. 2005.
Skrubber mit Koksfüllung.

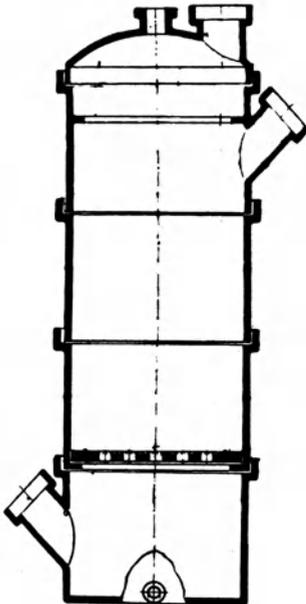


Abb. 2006.
Skrubber aus Steinzeug (D. T. S.).

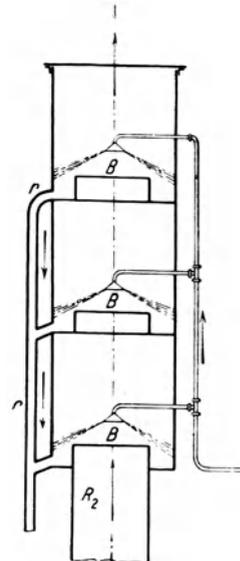


Abb. 2007.
Streudüsenwascher von Schultheß.

Zu diesem Zweck sind die Gefäße für die Waschflüssigkeit an ein kleines Gasgebläse angeschlossen, in dessen Druckleitung ein Drehschieber eingebaut ist, der die Gefäße der einzelnen Kammern nacheinander mit der Druckleitung verbindet und so die stoßweise Berieselung der einzelnen Kammern ermöglicht. Durch diese wird eine sehr gute Auswaschung auf geringem Raum und eine hohe Ausnutzung des Waschmittels erreicht.

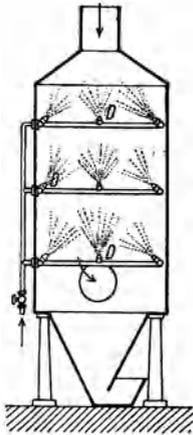


Abb. 2008.
Streudüsenwascher
(Körting).

Um bei Turmwaschern eine möglichst gute Verteilung der Waschflüssigkeit zu ermöglichen, wird nach einem Vorschlag von *Hinselmann* das Waschmittel unter jedem Füllkörperpaket aufgefangen und durch eine langsam umlaufende Verteilervorrichtung auf die Oberfläche des nächsten Hordenabteils neu verteilt.

Abb. 2005 zeigt einen mit Koks gefüllten Skrubber. Die Waschflüssigkeit wird über dem Füllmaterial mittels einer Streudüse *C* oder einer der unten beschriebenen Berieselungsvorrichtungen zugeführt, durchströmt das Füllgut und verläßt durch einen besonderen Ablauf das Unterteil des Waschers. Das Gas strömt im Gegenstrom unten in den Wascher ein und verläßt diesen am Oberteil. — Die aus Steinzeug hergestellten Skrubber der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke (Abb. 2006) werden aus einzelnen Ringen, die in lichten Weiten von 400—2000 mm geliefert werden, zu beliebiger Höhe zusammengesetzt; der oberste und der unterste Ring erhalten die Anschlußstutzen für die Gasleitungen, die geneigt oder gerade angebracht werden können. Siehe auch Füllkörper.

Zur Auswaschung groben Staubes oder für schnell verlaufende Absorptionen, z. B. für die Benzolwaschung auf Kokereien, werden auch Wascher ohne Einbauten und Füllkörper benutzt. Bei diesen Waschern (Streudüsenwascher) wird das Waschmittel ständig in feiner Verteilung durch Düsen zugeführt.

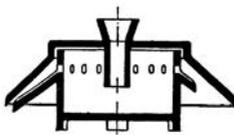


Abb. 2009.
Verteiler für die Wasch-
flüssigkeit (D. T. S.).

Bei dem Gaswascher von *Schultheß* (Abb. 2007), der hauptsächlich zur Staubabscheidung dient, wird das Gas durch einen Zylinder *B*, von unten nach oben durchgeführt, in das die Waschflüssigkeit durch Düsen *B* gespritzt wird, die das Wasser in trichterförmigen feinen Nebelschleiern austreten lassen. Das Gas muß den feinen Nebel durchstreichen und gibt seinen Staub dabei an das Waschwasser ab. Das sich bildende Schlammwasser sammelt sich in den ringförmigen Böden und

fließt durch eine besondere Rohrleitung *r* ab. Ähnlich arbeitet der Streudüsenwascher von Gebr. Körting (Abb. 2008), der zunächst für die Reinigung von Gichtgasen bestimmt war. Der feine, durch die schräg gestellten Streudüsen *D* erzeugte Wasserstaub erfüllt den ganzen Raum des Waschers und bewirkt eine nahezu vollkommene Ausscheidung des vom Gas mitgeführten Staubes. Die Bamag-Meguin A.-G. ordnet bei ihren ähnlich gebauten Waschern zur Benzolauswaschung wenigstens oben und unten einige Lagen Horden an, weil sonst das Gas leicht einen Teil der fein verstäubten Waschflüssigkeit mitnimmt und die größeren Tropfen der Waschflüssigkeit zu schnell niedersinken und daher zu wenig ausgenutzt werden. Die unteren

Horden wirken so als Berieselungsflächen, während die oberen Horden das Gas von der mitgerissenen Flüssigkeit befreien. — Bei dem von *Bischoff* angegebenen Streudüsenwascher sind in gewissen Abständen runde, nach oben spitz zulaufende Blechhauben eingebaut, zwischen denen konische Verteilungsringe angeordnet sind, die das Gas nach außen hin ablenken. In halber Höhe jeder Spritzglocke sind auf einer Ringleitung die Zerstäuberdüsen angebracht, welche die Spritzglocken berieseln und gleichzeitig einen Wasserschleier bilden, so daß eine innige Berührung zwischen Gas und Waschflüssigkeit erreicht wird.

Bei allen Skrubbern wird die Waschflüssigkeit entweder, wie bei den Streudüsenwaschern, ständig in fein verteiltem Zustand zugeführt oder, wie meistens bei den Waschern mit Einbauten und Füllkörpern, durch besondere Vorrichtungen periodisch über die Berieselungsflächen ausgegossen. Im ersteren

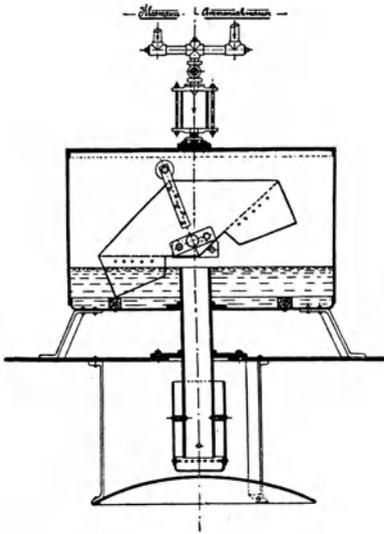


Abb. 2010. Kippgefäß.

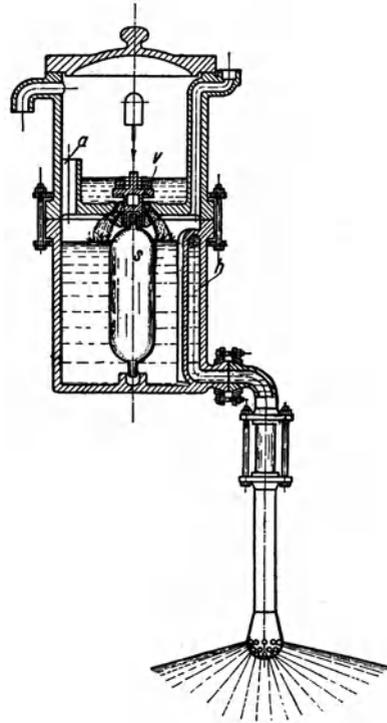


Abb. 2011.

Berieseler nach *Petersen* (D. T. S.).

Fälle dienen zur Verteilung der Waschflüssigkeit Brausen oder Streudüsen, oder man verwendet besondere Verteiler nach Abb. 2009, durch die das Waschmittel, bei Steinzeugwaschern häufig unter Verwendung eines die Verteilung unterstützenden Fächerdeckels im Oberteil des Waschers, über den ganzen Querschnitt möglichst gleichmäßig verteilt wird. Die periodische Aufgabe des Waschmittels geschieht vielfach durch Kippgefäße nach Abb. 2010. Das Kippgefäß entleert seinen Inhalt stoßweise in einen auf dem Wascher angeordneten Behälter, von dem aus sich die Waschflüssigkeit durch ein in den Wascher ragendes Rohr und aus diesem über ein Verteilungsblech in feinen Strahlen auf die Horden oder das Füllgut ergießt. Vielfach werden auch Turmberieseler nach *Petersen* verwendet, welche die Berieselungsflüssigkeit ebenfalls periodisch gleichmäßig über den ganzen Querschnitt des Waschers ver-

teilen. Bei diesem Apparat (Abb. 2011) läuft die Flüssigkeit zunächst in das obere Gefäß und von da über einen Überlauf *a* in das untere. Ist sie dort so hoch gestiegen, daß sich der Schwimmer *s* hebt, so öffnet dieser das Ventil *v* und die Flüssigkeit fließt rasch nach, füllt das untere Gefäß, und der Heber *h* springt an. Da dieser mehr Flüssigkeit ablaufen läßt, als dem oberen Behälter zufließt, sinkt der Flüssigkeitsspiegel im unteren Behälter bald wieder, der Schwimmer fällt nach unten, schließt das Ventil *v*, und das Spiel beginnt von neuem. Durch Regelung des Zuflusses zum oberen Behälter kann die Häufigkeit des Spiels beliebig eingestellt werden.

Lit. (siehe auch bei Gas- und Luftreiniger): *Thau*, Wascher für Kohlen- und Koks-gase (Feuerungstechn. 1937, Heft 7 u. 8). — *H. Brückner*, Handbuch der Gasindustrie, Bd. 3 (München 1939, Oldenbourg). Moser.

SML-Alloy, s. Nickel-Kupfer-Legierungen.

Sonderbeton. Der Ausdruck Beton ist eigentlich eine Strukturbezeichnung. Man versteht darunter einen Werkstoff, der in einer homogenen Grundmasse zur Erhöhung der Festigkeit gröbere Teile eines festeren Werkstoffes enthält. Bei dem schlechtweg als Beton bezeichneten Werkstoff ist die Grundmasse Zement, der festere Zusatz Steinschlag. Die mangelnde Säurefestigkeit des Zements hat zu Verwendung beständigerer Grundmassen geführt, denen aber die hydraulischen Eigenschaften des Zements fehlen. Als Grundmassen kommen in der Hauptsache die säurefesten Wasserglas-kitte (s. Kitte, ferner G. Chimici 1934, S. 285; Stella Werk A.-G., Belg. P. 376661 vom 20. I. 1931; *E. K. Lopatto, A. J. Ssenger* und *M. M. Mischna-jewskaja*, J. chem. Ind. [russ.] 1934, Nr. 11, S. 58; ref. Chem. Zbl. 1935 I, S. 3700) und organische Massen, wie Asphalt, Spezialpeche und dergleichen, in Frage. Die so aufgebauten Betone werden als Sonderbetone bezeichnet. Hierher gehören die sog. säurefesten Betone (Grundmasse säurefeste Kitte), Asphaltbeton (Werkstoff für Maschinenfundamente) und Prodorit. Dieser letzte Werkstoff, für den die meisten Daten vorliegen, ist zuerst für die Holzverzuckerung mit Salzsäure entwickelt worden. Er ist also ein Beispiel für die Schaffung eines Werkstoffes für ein spezielles Verfahren.

Prodorit

besteht aus Spezialbitumen und Spezialpechen als Bindemittel und Quarz in Form von Split, Sand und Mehl als Zuschlagsstoff. Auf 1 Teil Bindemittel kommen etwa 12 Teile Zuschlagsstoffe.

Physikalische Eigenschaften. Farbe: Dunkel bis schwarz.

Dichte: Etwa 2,3 (ohne Armierung).

Erweichungspunkt: Mechanisch beanspruchter Prodorit soll bei Temperaturen über 80° nicht verwendet werden. Für höhere Temperaturen bis 140° werden Spezialmischungen empfohlen.

Wärmeleitfähigkeit: Schlecht, der von Korkbeton gleichend.

Elektrische Leitfähigkeit: Isolator in der Größenanordnung von Porzellan.

Druckfestigkeit:

	Sommertemperatur	Starker Frost	65°
Würfel von 20 cm Kantenlänge	448 kg/cm ²	410 kg/cm ²	445 kg/cm ²

Rohr mit 29,7 cm innerem Durchmesser, 4,2 cm Wandstärke und 99 cm Länge: 3500 kg/m Tragkraft, Ringbiegefestigkeit 65,2 kg/cm² (Normalanforderungen an Zementrohre gleicher Dimensionen Tragkraft 2500, Ringbiegefestigkeit 60).

Zugfestigkeit: Etwa 30 kg/cm² (für Zugkörper in Achterform 29,3).

Abschleiffestigkeit: Gut, etwa 2¹/₂ mal so groß wie die von Hartbasaltplatten.

Die Verarbeitungsmöglichkeiten des Prodorits sind ähnlich denen des gewöhnlichen Betons, nur mit dem Unterschied, daß Prodorit heiß verarbeitet werden muß. Werkstücke, z. B. Behälter bis zu 4 m³ Inhalt, werden aus einem Stück gegossen, größere aus einzelnen Teilen zusammengesetzt und dann durch einen Spezialkitt miteinander verbunden. Es werden Röhren, Platten und Steine aus Prodorit hergestellt. Es sei aber darauf hingewiesen, daß auch Hochbauten, wie Kamine, sowie Tragkonstruktionen, aus Prodorit hergestellt werden. Da die Haftfestigkeit des organischen Bindemittels an Eisen gut ist und der Wärmeausdehnungskoeffizient nicht viel von dem des Eisens abweicht, kann Prodorit auch mit Eisen armiert werden.

Prodorit ist völlig wasserdicht.

Korrosion. Entsprechend seiner Zusammensetzung ist Prodorit gegen viele Agenzien recht widerstandsfähig, was die folgenden Spezialangaben auch zeigen.

Ameisensäure: Prodorit ist gegen Ameisensäure des Handels beständig.

Ammoniaklösungen: Verdünnte Ammoniaklösungen greifen bei Zimmertemperatur Prodorit überhaupt nicht an. Durch konzentrierte Lösungen erfährt das Material in 100 Stunden eine Gewichtszunahme von 0,8 mg/cm. Auch bei 80° ist Prodorit sehr widerstandsfähig.

Bleichlösungen: Gegen Natriumhypochloritlösungen wird Prodorit als beständig bezeichnet.

Chromsäure: Prodorit ist nicht widerstandsfähig.

Essigsäure: Gegen verdünnte wäßrige Säure ist Prodorit beständig, gegen konzentrierte Säure nicht.

Flußsäure: Bei dieser Säure muß eine Spezialmischung verwandt werden. Diese (Prodorit F) erleidet in 100 Stunden einen Gewichtsverlust von 1,5 mg/cm.

Natriumhydroxydlösungen: Bei heißen konzentrierten (40—50 Proz.) Lösungen tritt eine Gewichtszunahme ein. Gegen verdünnte Lösungen ist Prodorit beständig.

Phosphorsäure: 20 Proz. Säure wirkt nicht ein.

Salpetersäure: Prodorit ist beständig bei Zimmertemperatur gegenüber Säuren bis 45 Proz., bei 80° gegenüber Säuren bis 25 Proz.

Salzsäure: Bis 80° ist Prodorit gegen Säuren aller Konzentrationen widerstandsfähig.

Schwefelsäure: Prodorit ist beständig bei Zimmertemperatur gegenüber Säuren bis 80 Proz., bei 80° gegenüber Säuren bis 70 Proz.

Lit.: Werbeschriften und Gutachten der „Copag“ (Continente Prodorit A.-G., Mannheim-Rheinau) und „Dywidag“ (Dyckerhoff & Widmann A.-G., Biebrich a. Rhein). — Achema Jahrbuch 1926/27, (Berlin, Verlag Chemie). — Chemische Apparatur 1926, S. 239. — E. Rabald, Werkstoffe u. Korrosion II (Berlin 1931, Julius Springer); Dechema Werkstoffberichte 1935—39 (Berlin, Verlag Chemie). — Zimmermann, Dechema Monographie 1 (Berlin 1930, Verlag Chemie).

Sortiervorrichtungen, s. Klassierer, Naßklassierer und Naßsortierer, Siebvorrichtungen.

Speckstein, s. Bausteine.

Speichervorrichtungen (Speicher, Lager, Lagervorrichtungen). In der Industrie werden im allgemeinen je nach den einzuspeichernden Mengen zwei Gruppen von Speicheranlagen gebraucht. Um Vorräte für einen längeren Zeitraum, z. B. für mehrere Monate, aufzubewahren, werden Großspeicheranlagen benötigt, die nur für feste Stoffe und Flüssigkeiten in Betracht kommen. Solche Anlagen sind z. B. erforderlich, wenn der Absatz aus Gründen, die mit den Jahreszeiten zusammenhängen, sich auf nur wenige Monate im Jahr beschränkt (Düngemittel, Schädlingsbekämpfungsmittel, Rohstoffe für das Baugewerbe usw.), wenn mit der Anfuhr der Rohstoffe nur in einigen Monaten im Jahr gerechnet werden kann, wie es bei der Zufuhr auf Binnenwasserwegen oder bei der Anlieferung von Rohstoffen (z. B. von Holz, Stroh, Zuckerrüben, Tran, Mineralien aus hochgelegenen, nur im Sommer zugängigen Lagerstätten) oft der Fall ist, die nur zu bestimmten Jahreszeiten gewonnen werden, wenn Ab- oder Anfuhr aus besonderen Gründen starken Schwankungen unterliegen können, oder wenn eine erhebliche Vorratshaltung aus übergeordneten Gesichtspunkten, die nicht von der Betriebsführung bestimmbar sind, geboten ist. Speicheranlagen dieser Art sind wegen des großen Platzbedarfs meist außerhalb der eigentlichen Fabrikationsanlagen angeordnet.

Die zweite Gruppe umfaßt Anlagen zur Speicherung von festen Stoffen, Flüssigkeiten oder Gasen, deren Größen vorwiegend durch die Eigenheiten und Bedürfnisse des Erzeugungsvorganges selbst gegeben sind. Solche Speicheranlagen haben Mengen aufzunehmen, die der Erzeugung oder dem Verbrauch von einigen Stunden oder im Höchstfall weniger Tage entsprechen. Solche Speicheranlagen sind z. B. im Betrieb erforderlich, um bei Betriebsstörungen an einer Stelle die gleichmäßige Beschickung aller Apparaturen und Verarbeitungseinrichtungen vorübergehend sicherzustellen. Sie sind in der Regel innerhalb der eigentlichen Fabrikationsanlagen oder in ihrer unmittelbaren Nähe angeordnet und werden meist als Betriebs- oder Tagesspeicher bezeichnet. — Für beide Gruppen von Speichervorrichtungen können je nach der Größe des gesamten Betriebes in einzelnen Fällen die gleichen Bauformen in Betracht kommen.

Sind große Mengen fester Stoffe zu speichern, so lagert man diese in großen Haufen im Freien auf Lagerplätzen oder in überdachten Speichern, falls die Lagerung im Freien nicht zulässig ist. Beim Ein- und Ausspeichern fester Stoffe ist meist die Bedingung zu erfüllen, daß das Gut auf seinem Weg durch die ganze Anlage möglichst wenig geworfen werden darf, um Staub- und Feinkornbildung zu vermindern. Die Speichereinrichtungen für Roh- oder Hilfsstoffe und die zugehörigen Fördereinrichtungen sind so anzulegen, daß das z. B. aus Schiffen oder Eisenbahnwagen ausgeladene Gut entweder unmittelbar in die Fabrikationsanlagen oder auf den Speicher geschafft werden kann. Liegt die Anlage an einem Wasserweg, so wird der Speicher entweder zwischen dem Kai und den Fabrikationsanlagen oder unmittelbar am Ufer seitlich davon angeordnet, so daß Lager und Fabrikanlage in einer Richtung parallel zum Ufer und unmittelbar daran liegen. Werden die Roh- oder Hilfs-

stoffe mit Eisenbahnwagen angefahren, so ist es meist zweckmäßig, für die Entladung in die Speicher und in die Fabrikationseinrichtungen getrennte Entladestellen vorzusehen. Die Wagen werden durch Abwurf auf eine unter Flur liegende, meist unmittelbar unter den Betriebsspeichern angeordnete Fördervorrichtung in die Betriebsspeicher entladen. Die Entladestellen der Eisenbahnwagen für die Großspeicheranlagen liegen getrennt davon unmittelbar bei diesen. Sind Schiffe zu entladen, so kann unmittelbar am Kai ein besonderer, kleiner Lagerplatz oder eine Lagermulde mit leistungsfähigen Entladevorrichtungen vorgesehen werden. Von hier aus wird das aus den Schiffen entladene Gut nach Bedarf entweder in die Groß- oder in die Betriebsspeicher geschafft. Die Liegezeiten der Schiffe lassen sich dadurch abkürzen. Die Fördereinrichtungen für den Großspeicher können bei dieser Anordnung unter Umständen mit geringerer Leistung ausgeführt werden.

Im Freien zu ebener Erde angelegte rechteckige Lagerplätze werden meist von einer fahrbaren Brücke aus mit Greifern, seltener mit Baggern, bedient. Für die Beschickung und Leerung besonders großer Lagerplätze eignen sich Kabelkrane. Für kleinere Freilager kommen auch zahlreiche sonstige Fördermittel, insbesondere Bandförderer, in Betracht. Verhältnismäßig selten gibt man solchen Freilagern die Form von Kegelstümpfen, Vollkegeln oder Kreissegmenten, wobei man sie von einem festen Punkt aus beschickt. Diese Lagerformen werden jedoch für Abfälle oft verwendet, z. B. für Schlackenhalde.

Die Schichthöhe von Freilagern beträgt im Mittel etwa 3—10 m. Die mittlere Lagermenge/m² wird durch die Böschung vermindert, die sich auf allen Seiten je nach den Eigenschaften des Guts (Böschungswinkel) und der Schütthöhe bildet. — Staubt das zu lagernde Gut, so kann der Lagerplatz mit einer Mauer umgeben werden. Wird diese biegungssteif ausgeführt, so läßt sich der Lagerinhalt je m² Grundfläche dadurch erhöhen, daß die Böschung ganz oder teilweise fortfällt.

Wenn die zu speichernden Güter wasserlöslich sind oder Belästigungen der Nachbarn durch Staub, Geruch usw. verursachen können, so wird es erforderlich, den Lagerplatz zu überdecken, so daß ein Hallenspeicher (auch Haufenspeicher genannt) entsteht. Die Gesamtlast ruht unmittelbar auf dem Boden, der mit einer Beton-, Asphalt- oder Steindecke belegt ist. Hallenspeicher dieser Art sind immer durch eine große Grundfläche in Form eines langgestreckten Rechtecks und durch eine verhältnismäßig geringe Bauhöhe gekennzeichnet. Die Grundfläche begrenzt den Fassungsinhalt. Können die Wände seitliche Kräfte nicht aufnehmen, so geht ein erheblicher Teil des Rauminhaltes für die Böschungen verloren. Man führt die Wände daher meist ganz oder bis zu einer bestimmten Höhe so stark aus, daß der Speicher auch an den Seiten bis zu dieser Höhe vollgeschüttet werden kann. Solche biegungssteifen Wände werden in der Regel in Eisenbeton hergestellt.

Die Fördervorrichtungen zur Bedienung solcher Speicher werden in der Dachkonstruktion oder unmittelbar darunter angeordnet. Meist läuft quer zu den Dachbindern, also in der Längsrichtung des Speichers, ein Förderband, das zum Einspeichern dient. Ein beweglicher Bagger, der in einem fahrbaren Kran untergebracht ist, kann zum Ausspeichern dienen, indem er das Gut über ein Band auf das Hauptförderband wirft. Bisweilen sieht man zum Ausspeichern ein zweites, tiefliegendes Förderband vor, das in einem be-

sonderen Kanal unter dem Fußboden läuft. Das abzufördernde Gut gelangt durch verschließbare Öffnungen, die im Fußboden ausgespart sind, auf dieses Band. Speicher dieser Art werden besonders zum Lagern von Salzen verwendet (Salzspeicher).

Sind mehrere Stoffe verschiedener Art einzuspeichern, so erhält der Speicher einige Querwände, die ebenfalls biegungssteif ausgeführt werden, damit jede Kammer für sich voll gefüllt werden kann. Es entsteht dann ein Hallenspeicher mit Kammern. Die Böden kleinerer Kammern können auch mit schrägen Flächen ausgeführt werden, so daß das Gut selbsttätig oder teilweise von selbst zu Ausfallöffnungen gelangt, die an den Seiten oder in der Mitte der einzelnen Abteile angeordnet sind. Die große Fläche der einzelnen Kammern ergibt jedoch ungünstige Konstruktionen für diese Bauweise, insbesondere auch für die Fördervorrichtungen. Hallenspeicher mit großen Kammern können nur mit verhältnismäßig beschränkter Bauhöhe ausgeführt werden, da die Umfassungswände andernfalls zu schwer würden, um den vom Gut ausgeübten seitlichen Druck aufzunehmen.

Große Bauhöhen und damit geringen Grundbedarf erhält man durch Verkleinern der einzelnen Kammern. Man kommt so zu einem Zellenbau von großer Höhe, den man als Silo (s. d.) bezeichnet.

Bei der Speicherung von Fertigerzeugnissen ist in jedem Fall zu prüfen, ob das Gut in loser Schüttung oder in verpacktem Zustand, z. B. in Säcken oder Fässern, gespeichert werden soll. Die Lagerung gepackter Güter bringt manche Vorteile: schnelle und große Lieferfähigkeit, kleinere Leistung der Verpackungsmaschinen (s. auch Faßfüller, Sackfüller), sauberen Betrieb, gute Kontrollmöglichkeiten usw.

Zur Aufnahme solcher Güter in Säcken oder Fässern eignen sich auch die Bodenspeicher, die aus Gebäuden mit zahlreichen Decken von großer Tragfähigkeit und den zugehörigen Fördereinrichtungen bestehen. Die Deckenabstände betragen etwa 3—6 m. Die höheren Zahlen gelten besonders für die untersten Geschosse. Faßlager werden meist mit besonderen Gerüsten ausgestattet (s. Fässer). Für die Stapelung von Säcken hat man Speicher mit Wendelrutschen ausgeführt (s. auch *E. Luft*, Z.VDI 1928, S. 1635). Für die Aufbewahrung leicht verderblicher Waren werden solche Speicher mit wärmedichten Wandungen versehen und durch Kältemaschinen (s. d.) künstlich gekühlt (Kühlhäuser).

Für die Lagerung von Sprengstoffen sind Bestimmungen zu beachten, die durch eine Polizeiverordnung gegeben sind.

Zur Aufnahme kleinerer Mengen fester Stoffe, insbesondere als Betriebspeicher, verwendet man sog. Bunker (s. d.).

Zur Speicherung von Flüssigkeiten dienen Behälter (s. d.) verschiedener Art. Schwanken die Temperaturen der Flüssigkeiten nur in geringen Grenzen, so kommen für große Mengen Betonbehälter (s. d.) in Betracht. Solche Betonbehälter finden sich besonders in der Zellstoff-, Papier- und Pappenindustrie, in Bleichereien und Färbereien, in den Betrieben der Gärungsgewerbe, in Gerbereien und in Zementfabriken für das nasse Verfahren.

Zur Speicherung von Flüssigkeiten, die mit Metallen nicht in Berührung kommen sollen, eignen sich Bottiche (s. d.) aus Holz. Zur Aufbewahrung von Säuren oder Laugen werden Speicheranlagen aus keramischen Werkstoffen verwendet (s. Keram. Werkstoffe, Abschn. 4, S. 845).

Große Flüssigkeitsbehälter werden in der Regel im Freien aufgestellt. Behälter für niedrigsiedende Flüssigkeiten (Aceton, Äther, Schwefelkohlenstoff usw.) werden meist in besonderen Lagergebäuden untergebracht. Behälter für Alkohol findet man sowohl freistehend als auch in Bauten. Für die Aufbewahrung feuergefährlicher Flüssigkeiten sind polizeiliche Bestimmungen zu beachten, z. B. die Mineralölverkehrsverordnung (s. auch Behälter).

Zum Speichern von Gasen dienen Gasbehälter (s. d.) in verschiedenen Bauarten. Da Gase für verschiedene Zwecke von zahlreichen Verbrauchern verwendet werden, die diese Gase nicht selbst erzeugen können, werden sie in kleinen, ortsveränderlichen Speichern, den sog. Gasflaschen (s. d.), an diese geliefert. Gase lassen sich oft billiger in Form einer Lösung speichern, z. B. Ammoniak als Ammoniakwasser, Acetylen in einer Acetonlösung (s. auch Gasflaschen). Der Dampfdruck soll dabei möglichst dauernd unter dem Atmosphärendruck liegen. Bei einer gegebenen Temperatur darf also z. B. der Ammoniakgehalt der Lösung einen bestimmten Höchstwert nicht überschreiten.

Wärme wird in Form von heißem Wasser in großen Behältern gespeichert (s. Wärmespeicher).

Zur Betriebskontrolle einer Speicheranlage müssen die ein- und ausgehenden Mengen laufend durch Meß- oder Kontrollvorrichtungen (s. d.) überwacht werden.

Lit.: Siehe bei den angegebenen Stichwörtern.

Thormann.

Speisevorrichtungen (Speiser, Füllvorrichtungen) dienen zum Einführen von festen oder flüssigen Stoffen in Apparate verschiedener Art oder in Öfen. Arbeitet der zu beschickende Apparat absatzweise, so enthält die Speisevorrichtung als wesentlichen Bestandteil immer eine Meßeinrichtung (s. auch Meßvorrichtungen), die für jede Füllung die notwendigen Mengen einzeln erfaßt. Bei der Befüllung mit festen Stoffen begnügt man sich hierzu oft mit einer einfachen Waage oder mit Sonderwaagen (s. Dosiermaschinen). Diese Waagen sind teilweise den Sackwaagen ähnlich gebaut (s. Sackfüller). Sind Flüssigkeiten einzuspeisen, so benutzt man für die absatzweise Füllung meist einfache Meßgefäße (s. auch Flüssigkeitsmesser). Man geht dabei also von dem Rauminhalt der Flüssigkeitsmenge aus. Dies ist in den meisten Fällen zulässig, da das spezifische Gewicht bei derartigen Herstellungsverfahren als unveränderlich angesehen werden kann. Das Füllen und Entleeren der Meßgefäße kann auch vollständig selbsttätig gesteuert werden (s. auch Aufschließapparate).

Ist beim Einspeisen der einzelnen Stoffe eine bestimmte Reihenfolge einzuhalten, so empfiehlt es sich, diese durch Verriegelungen zwangsläufig sicherzustellen. Sind z. B. mehrere Flüssigkeiten in ein Reaktionsgefäß nacheinander einzuführen, so kann dies mit einer Hahnverriegelung (s. d.) geschehen.

Im stetigen Betrieb einer Apparatur hat die Speisevorrichtung die Aufgabe, in einer gegebenen Zeitspanne immer die gleichen Mengen zuzuführen. Wird diese Zeitspanne sehr gering angenommen, so muß auch die Speisevorrichtung stetig arbeiten. Sie kann aber auch mit Pausen aussetzend wirken, wenn die zu speisende Apparatur ausreichend groß ist, so daß sich die einzelnen, sich regelmäßig wiederholenden Unterbrechungen der Speisung im laufenden Betrieb der Apparatur nicht störend bemerkbar machen. Man kann daher die Aufgabeder Speisung einer stetig arbeitenden Apparatur mit zwei verschiedenen Regelsystemen lösen.

Zur Zuführung fester Stoffe in stetig arbeitende Apparaturen oder Öfen dienen Dosiermaschinen (s. d.) oder Teilvorrichtungen (s. d.), die laufend oder in regelmäßigen Abständen gleiche Mengen aufgeben. Wird das Gut in Bunkern (s. d.) über den zu speisenden Apparat gespeichert, so werden die Bunkerausläufe oft als Teilvorrichtungen (s. d.) oder in ähnlicher Bauweise ausgebildet.

Sind mehrere feste Stoffe in eine Apparatur oder in einen Ofen einzubringen, so werden diese meist vorher gemischt. Dies geschieht zweckmäßig in stetig arbeitenden Mischern, z. B. in Mischschnecken, die von mehreren Zuteilvorrichtungen gespeist werden und die das Gut unmittelbar in die Verarbeitungseinrichtungen, z. B. in die nachgeschalteten Öfen, fördern (s. auch Mischvorrichtungen, S. 1096).

Die Vorrichtungen zum Einspeisen fester Stoffe müssen im übrigen den Eigenschaften dieser Stoffe angepaßt werden. Zum Einbringen von plastischen Stoffen in die Strangpressen der keramischen Industrie dienen z. B. Speisewalzen (s. Strangpressen), die das auffallende Gut durch einen Schaber abstreichen lassen, so daß es in den Trog der Presse fällt.

Zur Zuführung von festen Stoffen in Öfen sind meist besondere Einlegevorrichtungen erforderlich. Das einfache Einwerfen ist in einzelnen Fällen, z. B. beim Beschicken von Glasöfen (s. Öfen), wegen der Staubbildung oder wegen Entmischungserscheinungen, die vermieden werden sollen, nicht zulässig. Diese Vorrichtungen bestehen entweder aus einer Schnecke, die mit wassergekühlten Wandungen versehen ist, oder aus einer mechanisch betätigten Mulde oder Schaufel, die von Zeit zu Zeit, meist durch Steuerung von Hand, eine bestimmte Stoffmenge in den Ofen bringt und durch Wenden oder Kippen entleert.

Zum Einspeisen von Flüssigkeiten in stetigem Betrieb kann man entweder diese der Apparatur von selbst zulaufen lassen oder mit einer Pumpe (s. d.) einleiten. Das zuerst genannte Verfahren wird in der Regel so ausgeführt, daß ein hochgestellter Behälter (s. d.) in regelmäßigen Abständen mit einer Pumpe, einem Montejus oder einer anderen Fördervorrichtung gefüllt wird. Der Flüssigkeitsstand wird durch ein Schwimmerventil (s. d.) oder einen Überlauf unveränderlich gehalten. In die Speiseleitung, die von diesem Behälter in die Apparatur führt, wird ein Hahn (s. d.) oder ein Ventil (s. d.) eingebaut, das eine feine Einstellung der Strömung gestattet. Da die Druckhöhe, wenn man von den geringen Spiegelschwankungen in dem hochgestellten Speisebehälter absieht, als nahezu unveränderlich angesehen werden kann, läßt sich durch Einregeln des Hahns die einzuspeisende Menge genau einstellen. Dieses Verfahren wird nur in kleineren und mittleren Anlagen für Apparaturen, die unter geringem Überdruck oder unter Luftleere stehen, angewendet. Sind große Mengen einzuspeisen, so wird die Regelung mit Hilfe eines einfachen Einstellhahns oder -ventils schwierig. Man kann dann vollselbsttätige Mengenregler (s. Regler) einbauen. Auch dann, wenn die zu speisende Apparatur unter Luftleere arbeitet, wird der Speisebehälter meist hoch aufgestellt. Man verzichtet also oft auf die Möglichkeit, die Flüssigkeit von selbst einziehen zu lassen. Damit wird ein ausreichender Zulauf auch dann gesichert, wenn die Luftleere in der Apparatur aus besonderen Gründen nicht ausreichend oder die Flüssigkeit warm sein sollte.

Steht die zu speisende Apparatur unter Druck, so müßte der Speisebehälter sehr hoch aufgestellt werden, wenn die Flüssigkeit von selbst der Speisestelle

zuströmen soll. Man verwendet daher in solchen Fällen Pumpen (s. d.). Für kleine und mittlere Leistungen werden dabei Kolbenpumpen wegen ihrer guten Regelbarkeit zum Einspeisen von Flüssigkeiten bevorzugt. Sie werden für diese Zwecke oft mit unmittelbarem Dampftrieb versehen (s. Pumpen, S. 1253). Solche Dampfpumpen finden sich z. B. häufig in Mineralölraffinerien, in Hydrierbetrieben usw. zur Speisung der verschiedenen Verarbeitungsapparaturen mit den jeweiligen Ölen und sonstigen Kohlenwasserstoffgemischen. Wird elektrischer Antrieb vorgesehen, so eignen sich für die Einspeisung von Flüssigkeiten Kolbenpumpen mit verstellbarem Hub, z. B. die Schwinghebelpumpen (s. Pumpen). Kolbenpumpen dieser Art haben ferner für die genannten Zwecke den Vorteil, daß die Förderleistung vom Druck unabhängig ist. Steigt also der Druck z. B. infolge von Verstopfungen vorübergehend an, so fördert eine derartige Kolbenpumpe die gleichen Mengen, wobei sich Verstopfungen oft infolge der starken Strömung an den verengten Stellen wieder auflösen. Für größere Leistungen werden Kreiselpumpen (s. Pumpen) bevorzugt. Da die Aufrechterhaltung und Sicherheit des ganzen Betriebes von der Speisevorrichtung abhängt, werden für eine bestimmte Speisestelle meist zwei umschaltbare Pumpen vorgesehen.

Für Dampfkessel (s. d.) ist ausdrücklich vorgeschrieben, daß jeder Dampfkessel mit mindestens zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein muß, die nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind. Mehrere zu einem Betriebe vereinigte Dampfkessel werden hierbei als ein Kessel angesehen. Jede der Speisevorrichtungen muß imstande sein, dem Kessel doppelt soviel Wasser zuzuführen, als seiner normalen Verdampfungsfähigkeit entspricht. Bei Pumpen, die unmittelbar von der Hauptbetriebsmaschine angetrieben werden (Maschinenspeisepumpen), genügt das $1\frac{1}{2}$ -fache der normalen Verdampfungsfähigkeit. Zwei oder mehrere Speisevorrichtungen, die zusammen die geforderte Leistung ergeben, sind als eine Speisevorrichtung anzusehen. Maschinenspeisepumpen werden, wenn die Kessel beim Stillstand der Maschine auch noch anderen Zwecken dienen, nur dann als zweite Speisevorrichtung angesehen, wenn es dem regelmäßigen Betrieb entspricht, daß die Maschinen zum Speisen in Gang gesetzt werden. Werden drei Speisevorrichtungen verwendet, so gilt die vorgeschriebene Leistungsfähigkeit als erfüllt, wenn ein Zusammenwirken von je zwei Speisevorrichtungen möglich ist und je zwei zusammen die vorgeschriebene Leistung ergeben. Dasselbe gilt sinngemäß bei Anordnung von mehr als drei Speisevorrichtungen.

Handpumpen sind nur zulässig, wenn das Produkt aus der Heizfläche in m^2 und der Dampfspannung in at nicht größer ist als

- 120 bei unmittelbar gefeuerten Kesseln und solchen durch Abgase geheizten Kesseln, deren Verdampfungsziffer den Betrag von 10 kg/m^2 Heizfläche je std übersteigt;
- 240 bei durch Abgase geheizten Kesseln mit einer Verdampfungsziffer von über 5 kg bis 10 kg/m^2 Heizfläche je std;
- 360 bei durch Abgase geheizten Kesseln mit einer Verdampfungsziffer bis 5 kg/m^2 Heizfläche je std.

Die unmittelbare Benutzung einer Wasserleitung an Stelle einer der Speisevorrichtungen ist an sich zulässig, wenn der nutzbare Druck der Wasserleitung am Kessel jederzeit mindestens 2 at höher als der genehmigte Dampfdruck im Kessel ist. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß die Benutzung

der Wasserleitung zu Kesselspeisezwecken in vielen Gemeinden wegen der Gefahr der Verunreinigung der Leitung infolge Rücktritt des Kesselwassers bei undichtem Speiseventil von der Verwaltung der Wasserwerke verboten ist.

In jeder zum Dampfkessel führenden Speiseleitung muß möglichst nahe am Kesselkörper ein Speiseventil (Rückschlagventil, s. d.) angebracht sein, das bei Abstellung der Speisevorrichtungen durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird.

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

Sinngemäß werden diese Vorschriften über die Speisung von Dampfkesseln auch auf andere Apparate anzuwenden sein, deren Speisung unter allen Umständen gleichmäßig aufrechterhalten werden muß.

In kleinen Dampfkesselanlagen verwendet man als zweite Speisevorrichtung oft Injektoren (s. Strahlpumpen). Zur Speisung eignen sich ferner die Rückleiter (s. d.), die auch in Dampfkesselanlagen verwendet werden dürfen und besonders dann oft aufgestellt werden, wenn eine größere Verdampfanlage an das Dampfnetz angeschlossen ist. Geräte dieser Art bezeichnet man auch als Rücklaufspeisevorrichtungen.

Zur Überwachung der Speisung dienen Flüssigkeitsstandanzeiger (s. d.), wenn ein bestimmter Flüssigkeitsspiegel unverändert aufrechtzuerhalten ist. In Apparaturen mit stetigem Durchlauf, in denen die Speisung nicht nach einem Spiegelunterschied erfolgen kann, müssen die zuzuführenden Mengen mit geeigneten Meßvorrichtungen (s. d.) laufend überwacht werden (s. auch Kontrollapparate).

Lit.: Siehe bei den angegebenen Stichwörtern.

Thormann.

Spindeln (Aräometer, Senkwaagen; s. auch *Dichtemesser, Kontrollapparate*) dienen in der Betriebskontrolle und im Laboratorium zur bequemen Ermittlung des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten. Sie arbeiten nach dem Gesetz vom Auftrieb: Ein in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper erfährt einen Auftrieb, dessen Größe gleich dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit ist; er taucht dabei so weit in die Flüssigkeit ein, bis diese Beziehung erfüllt ist. Verringert man das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, so sinkt der Körper tiefer ein und umgekehrt. Da das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit eine Funktion der Temperatur ist (im allgemeinen nimmt es mit steigender Temperatur ab), ist die Eintauchtiefe des Körpers ebenfalls gleichsinnig von der Temperatur abhängig. Jede genaue Dichtebestimmung muß daher auch eine Angabe über die Meßtemperatur enthalten, bzw. die Dichte muß auf eine bestimmte Temperatur reduziert werden. Doch können im allgemeinen Temperaturunterschiede in der ersten Dezimale vernachlässigt werden. Wie in einer Flüssigkeit erfährt ein Körper auch in Luft einen Auftrieb, der bei Präzisionsmessungen zu berücksichtigen ist.

Die Aräometer teilt man ein in Gewichtsaräometer und in Skalendaräometer. Die Gewichtsaräometer spielen in der Praxis keine Rolle; sie werden im folgenden daher nicht behandelt. Das Skalendaräometer besteht

aus dem Schwimmer *a* (Abb. 2012; Köhler Glas Compagnie, Ilmenau) mit dem Senkgewicht *b*, das eine Füllung aus Blei oder Quecksilber enthält, und dem Stengel *c* (auch Spindel im eigentlichen Sinne genannt), der die Skala trägt. Die Teilung der Skala nach dem spezifischen Gewicht wächst von oben nach unten, da das Aräometer um so tiefer in die Flüssigkeit eintaucht, je leichter diese ist. Bringt man das Aräometer in eine Flüssigkeit, so sinkt es bis zu einem bestimmten Skalenteil ein, der (bei bestimmter Meßtemperatur) unmittelbar das spezifische Gewicht, manchmal auch die früher sehr gebräuchlichen, jetzt noch in vielen Gewerben üblichen sog. Dichtigkeitsgrade (nach *Baumé*, *Tralles*, *Twaddle* u. a.) angibt.

Die Aräometer sind keine absoluten Meßinstrumente, sondern müssen durch Eintauchen in Flüssigkeiten von bekanntem spezifischem Gewicht geeicht werden. Außer dem Auftrieb in der Flüssigkeit und in der Luft muß hierbei das kapillare Hochsteigen der Flüssigkeit am Stengel berücksichtigt werden. Für jedes Aräometer wird eine „Normaltemperatur“ vermerkt. Für diese Temperatur lautet die aräometrische Hauptgleichung:

Kräfte nach unten = Kräfte nach oben

$$G + \pi \alpha s d = (V_0 + E q) s + (V - V_0 - E q) \gamma + \pi \alpha \gamma d.$$

Hierin bedeutet

G = Gewicht des Aräometers in mg,

V = Volumen des Aräometers in cm³,

*V*₀ = Volumen des eintauchenden Aräometerteils bis zum unteren Teilstrich in cm³,

d = Durchmesser des Stengels in mm,

q = Querschnitt des Stengels in mm²,

E = Entfernung des unteren Teilstrichs von der Flüssigkeitsoberfläche in mm,

s = spez. Gewicht der Flüssigkeit,

γ = spez. Gewicht der Luft,

α = Capillarkonstante der Flüssigkeit in mg/mm (für Wasser 7,3 mg/mm).

Infolge der Ausdehnung des Aräometerkörpers mit der Temperatur ist manchmal noch eine sog. Glaskorrektur der Ablesung notwendig. Bezeichnet *t* die Normaltemperatur (meist 15°) des Aräometers, *t*₁ die Temperatur während der Messung (Spindlung), *s* das wahre spezifische Gewicht der Flüssigkeit, *s*₁ das abgelesene spezifische Gewicht, so gilt die Reduktionsgleichung

$$s - s_1 = \varepsilon (t_1 - t) s_1,$$

wenn ε der Ausdehnungskoeffizient des Glases ist (im Mittel ist $\varepsilon = 0,000025$).

Zur Berücksichtigung der Wärmeausdehnung der Flüssigkeit muß in seltenen Fällen deren Volumenausdehnungskoeffizient bekannt sein, häufiger zur Capillarreduktion die Capillarkonstante der Flüssigkeit. Für die Capillarreduktion gilt die Gleichung

$$A_2 - A_1 = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) \pi s_1 s_2 d}{G},$$

wenn bedeuten

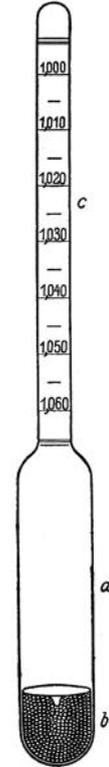


Abb. 2012.
Aräometer.
Normalausführung nach spez. Gewicht (Köhler).

- A_1 bzw. A_2 = Ablesungen in der Flüssigkeit 1 bzw. 2,
 α_1 bzw. α_2 = Capillarkonstante der Flüssigkeit 1 bzw. 2,
 s_1 bzw. s_2 = spezifisches Gewicht der Flüssigkeit 1 bzw. 2,
 d = Durchmesser des Stengels in mm,
 G = Gewicht des Aräometers in mg.

Die Capillarreduktion spielt eine Rolle, wenn ein für eine Flüssigkeit 1 gezeichnetes Aräometer auch für eine Flüssigkeit 2 benutzt werden soll. Die Volumenausdehnung der Flüssigkeiten wird bei der Glaskorrektur und bei der Capillarreduktion meist vernachlässigt.

Bei durchsichtigen Flüssigkeiten wird die Skala durch Visieren unter der Oberfläche des Flüssigkeitsspiegels abgelesen, indem man das Auge so hält,

Tabelle 1. Umrechnung von Volumenprozenten (Grade *Tralles*) in Gewichtsprozent der Alkohol-Wassermischungen bei 15,5°.

Volum Proz.	Gewicht Proz.								
0,0	0,00	20,0	16,28	40,0	33,39	60,0	52,20	80,0	73,58
5	40	5	70	5	84	5	70	5	74,17
1,0	80	21,0	17,12	41,0	33,28	61,0	53,20	81,0	75
5	1,20	5	54	5	73	5	70	5	75,34
2,0	60	22,0	95	42,0	35,18	62,0	54,19	82,0	91
5	2,00	5	18,37	5	63	5	96	5	76,50
3,0	40	23,0	79	43,0	36,08	63,0	55,21	83,0	77,09
5	80	5	19,21	5	55	5	72	5	69
4,0	3,20	24,0	62	44,0	99	64,0	56,23	84,0	78,29
5	60	5	20,03	5	37,45	5	74	5	89
5,0	4,00	25,0	46	45,0	90	65,0	57,25	85,0	79,50
5	40	5	88	5	38,36	5	77	5	80,11
6,0	80	26,0	21,30	46,0	82	66,0	58,29	86,0	74
5	5,20	5	72	5	39,28	5	81	5	81,35
7,0	62	27,0	22,14	47,0	73	67,0	59,33	87,0	81,95
5	6,02	5	56	5	40,19	5	85	5	82,56
8,0	42	28,0	99	48,0	66	68,0	60,38	88,0	83,19
5	82	5	23,41	5	41,12	5	91	5	83
9,0	7,24	29,0	84	49,0	59	69,0	61,43	89,0	84,46
5	64	5	24,26	5	42,05	5	95	5	85,11
10,0	8,05	30,0	69	50,0	52	70,0	62,49	90,0	76
5	45	5	25,12	5	99	5	63,04	5	86,41
11,0	87	31,0	55	51,0	43,47	71,0	57	91,0	87,06
5	9,27	5	98	5	94	5	64,11	5	72
12,0	69	32,0	26,40	52,0	44,42	72,0	65	92,0	88,38
5	10,09	5	82	5	89	5	65,19	5	89,04
13,0	51	33,0	27,26	53,0	45,37	73,0	73	93,0	71
5	91	5	69	5	84	5	66,28	5	90,38
14,0	11,33	34,0	28,13	54,0	46,32	74,0	83	94,0	91,08
5	74	5	56	5	80	5	67,38	5	77
15,0	12,15	35,0	99	55,0	47,29	75,0	93	95,0	92,46
5	56	5	29,43	5	77	5	68,48	5	93,17
16,0	97	36,0	86	56,0	48,26	76,0	69,04	96,0	89
5	13,14	5	30,30	5	74	5	60	5	94,61
17,0	80	37,0	74	57,0	49,23	77,0	70,17	97,0	95,34
5	14,20	5	31,18	5	72	5	74	5	96,09
18,0	62	38,0	62	58,0	50,21	78,0	71,30	98,0	84
5	15,02	5	32,06	5	70	5	87	5	97,61
19,0	44	39,0	50	59,0	51,20	79,0	72,45	99,0	98,39
5	86	5	95	5	70	5	73,01		

daß die Fläche als Linie verkürzt erscheint. Bei Aräometern für trübe Flüssigkeiten muß ein Hinweis gegeben werden, etwa „Ableseung von oben“, „Ableseung am Wulstrand“ od. dgl.; vgl. auch Abb. 2023. Bei den Aräometer-Normalen ist die Ablesegenauigkeit: Die 3. Dezimale sicher, die 4. geschätzt ablesbar.

Die Teilung der Skala erfolgt, außer nach dem spezifischen Gewicht, nach den oben erwähnten Dichtigkeitsgraden. Bei Teilung nach dem spezifischen Gewicht stellt man Aräometer (Densimeter) für leichte und für schwere Flüssigkeiten und Universaläräometer (z. B. für 0,700—2,000 spezifisches Gewicht; Abb. 2014) her. Zur Temperaturreduktion wird oft ein Thermometer eingebaut; Abb. 2015 zeigt ein Aräometer für Schwefelsäure für Temperatur 15°. Für genaue Messungen verteilt man die Teilung auf eine Reihe von Aräometern (Aräometer-Normalsatz); z. B. umfaßt bei einem gebräuchlichen Satz von 19 Spindeln die erste Spindel die spezifischen Gewichte 0,700—0,760, die letzte

Tabelle 2 zum Vergleich der Gradangaben oft gebräuchlicher Aräometer-skalen mit dem spezifischen Gewicht für leichte Flüssigkeiten.

Grade <i>Baumé, Cartier und Beck</i>	<i>Baumé</i> 17,5° Vol.-Gew.	<i>Cartier</i> 12,5° Vol.-Gew.	<i>Beck</i> 12,5° Vol.-Gew.	Grade <i>Baumé, Cartier und Beck</i>	<i>Baumé</i> 17,5° Vol.-Gew.	<i>Cartier</i> 12,5° Vol.-Gew.	<i>Beck</i> 12,5° Vol.-Gew.
0	—	—	1,0000	36	0,8488	0,8439	0,8252
1	—	—	0,9941	37	0,8439	0,8387	0,8212
2	—	—	0,9883	38	0,8391	0,8336	0,8173
3	—	—	0,9826	39	0,8343	0,8286	0,8133
4	—	—	0,9770	40	0,8295	—	0,8095
5	—	—	0,9714	41	0,8249	—	0,8061
6	—	—	0,9659	42	0,8202	—	0,8018
7	—	—	0,9604	43	0,8156	—	0,7981
8	—	—	0,9550	44	0,8111	—	0,7944
9	—	—	0,9497	45	0,8066	—	0,7907
10	1,0000	—	0,9444	46	0,8022	—	0,7871
11	0,9932	1,0000	0,9392	47	0,7978	—	0,7834
12	0,9865	0,9922	0,9340	48	0,7935	—	0,7799
13	0,9799	0,9846	0,9289	49	0,7892	—	0,7763
14	0,9733	0,9764	0,9239	50	0,7849	—	0,7727
15	0,9669	0,9695	0,9189	51	0,7807	—	0,7692
16	0,9605	0,9627	0,9139	52	0,7766	—	0,7658
17	0,9542	0,9560	0,9090	53	0,7725	—	0,7623
18	0,9480	0,9493	0,9042	54	0,7684	—	0,7589
19	0,9420	0,9427	0,8994	55	0,7643	—	0,7556
20	0,9359	0,9363	0,8947	56	0,7604	—	0,7522
21	0,9299	0,9299	0,8900	57	0,7565	—	0,7489
22	0,9241	0,9237	0,8854	58	0,7526	—	0,7456
23	0,9183	0,9175	0,8808	59	0,7487	—	0,7429
24	0,9125	0,9114	0,8762	60	0,7449	—	0,7391
25	0,9058	0,9054	0,8717	61	—	—	0,7359
26	0,9012	0,8994	0,8673	62	—	—	0,7328
27	0,8957	0,8935	0,8629	63	—	—	0,7296
28	0,8902	0,8877	0,8585	64	—	—	0,7265
29	0,8848	0,8820	0,8542	65	—	—	0,7234
30	0,8795	0,8763	0,8500	66	—	—	0,7203
31	0,8742	0,8707	0,8457	67	—	—	0,7173
32	0,8690	0,8652	0,8415	68	—	—	0,7142
33	0,8639	0,8598	0,8374	69	—	—	0,7112
34	0,8588	0,8545	0,8333	70	—	—	0,7083
35	0,8538	0,8491	0,8292				

1,780—1,840. Mit diesem Satz kann man die 3. Dezimale genau ablesen. Man bestimmt mit einer das gesamte Bereich umfassenden Orientierungsspindel zunächst ungefähr das spezifische Gewicht und wählt danach die passende Normalspindel.

Die Teilungen nach Dichtigkeitsgraden entsprechen meistens keinen wissenschaftlichen Prinzipien. Einige Teilungen gehen vom spezifischen Gewicht aus, so die nach *Gay-Lussac*, bei welcher der Zwischenraum zwischen zwei Teilstrichen dem hundertsten Teil des in Wasser von 4° getauchten Aräometervolumens entspricht. In England rechnet man nach *Twaddle*-Graden = (spezifisches Gewicht — 1) · 200. Andere Teilungen gehen von dem Prozentgehalt von Mischungen oder von Lösungen aus, so die Skala von *Baumé* (irrtümlich auch

Tabelle 3 zum Vergleich der Gradangaben oft gebräuchlicher Aräometerskalen mit dem spezifischen Gewicht für schwere Flüssigkeiten.

Grade <i>Baumé</i> und <i>Beck</i>	<i>Baumé</i> 17,5° Vol.-Gew.	Rationelle Skala <i>Baumé</i> 15° Vol.-Gew.	<i>Beck</i> 12,5° Vol.-Gew.	Grade <i>Baumé</i> und <i>Beck</i>	<i>Baumé</i> 17,5° Vol.-Gew.	Rationelle Skala <i>Baumé</i> 15° Vol.-Gew.	<i>Beck</i> 12,5° Vol.-Gew.
0	1,0000	1,0000	1,0000	39	1,3451	1,3703	1,2977
1	1,0066	1,0069	1,0059	40	1,3571	1,3834	1,3077
2	1,0133	1,0140	1,0119	41	1,3694	1,3968	1,3178
3	1,0201	1,0212	1,0180	42	1,3818	1,4106	1,3281
4	1,0270	1,0285	1,0241	43	1,3945	1,4244	1,3386
5	1,0340	1,0358	1,0303	44	1,4074	1,4386	1,3492
6	1,0411	1,0434	1,0366	45	1,4206	1,4531	1,3600
7	1,0483	1,0509	1,0429	46	1,4339	1,4678	1,3710
8	1,0556	1,0587	1,0494	47	1,4476	1,4828	1,3821
9	1,0630	1,0645	1,0559	48	1,4615	1,4984	1,3934
10	1,0704	1,0745	1,0625	49	1,4758	1,5141	1,4050
11	1,0780	1,0825	1,0692	50	1,4902	1,5301	1,4167
12	1,0857	1,0907	1,0759	51	1,5151	1,5466	1,4286
13	1,0935	1,0990	1,0828	52	1,5200	1,5633	1,4407
14	1,1014	1,1074	1,0897	53	1,5353	1,5804	1,4530
15	1,1095	1,1160	1,0968	54	1,5510	1,5978	1,4655
16	1,1176	1,1247	1,1039	55	1,5671	1,6158	1,4783
17	1,1259	1,1335	1,1111	56	1,5833	1,6342	1,4912
18	1,1343	1,1425	1,1184	57	1,6000	1,6529	1,5044
19	1,1428	1,1516	1,1258	58	1,6170	1,6720	1,5179
20	1,1515	1,1608	1,1333	59	1,6344	1,6916	1,5315
21	1,1603	1,1702	1,1409	60	1,6522	1,7116	1,5434
22	1,1692	1,1798	1,1486	61	1,6705	1,7322	1,5596
23	1,1783	1,1896	1,1565	62	1,6889	1,7532	1,5741
24	1,1857	1,1994	1,1644	63	1,7079	1,7748	1,5888
25	1,1968	1,2095	1,1724	64	1,7273	1,7969	1,6038
26	1,2063	1,2198	1,1806	65	1,7471	1,8195	1,6190
27	1,2160	1,2301	1,1888	66	1,7674	1,8418	1,6346
28	1,2258	1,2407	1,1972	67	1,7882	1,863	1,6505
29	1,2358	1,2515	1,2057	68	1,8094	1,885	1,6667
30	1,2459	1,2624	1,2143	69	1,8313	1,909	1,6832
31	1,2562	1,2736	1,2230	70	1,8537	1,935	1,7000
32	1,2667	1,2849	1,2319	71	1,8765	1,960	1,7172
33	1,2773	1,2965	1,2409	72	1,9000	—	1,7347
34	1,2881	1,3082	1,2500	73	1,9241	—	1,7526
35	1,2992	1,3202	1,2593	74	1,9487	—	1,7708
36	1,3103	1,3324	1,2687	75	1,9740	—	1,7895
37	1,3217	1,3447	1,2782	76	2,0000	—	1,8085
38	1,3333	1,3574	1,2879				

Beaumé) von einer Kochsalzlösung in Wasser. Im folgenden sind für die wichtigsten Dichtigkeitsgrade die Umrechnungsformeln gegeben; s bedeutet spezifisches Gewicht, n die Einheiten der betreffenden Skala. Zur bequemen Umrechnung dienen die Tabellen 1—3 (nach *Schröder*, Die Aräometrie), welche die Skalen nach *Tralles*, *Baumé*, *Cartier* und *Beck* enthalten.

Aräometer für schwere Flüssigkeiten (schwerer als Wasser).

Aräometer nach *Baumé* (rationelle Skala): $s = \frac{144,3}{144,3 - n}$; Normaltemp. 15° .

Aräometer nach *Cartier*: $s = \frac{136,8}{126,1 - n}$; Normaltemp. $12\frac{1}{2}^\circ$.

Aräometer nach *Brix*: $s = \frac{400}{400 - n}$; Normaltemp. 15° .

Aräometer nach *Beck*: $s = \frac{170}{170 - n}$; Normaltemp. $12\frac{1}{2}^\circ$.

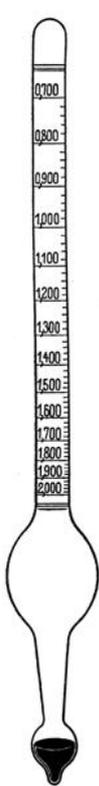


Abb. 2013.
Universal-
aräometer
(Köhler).



Abb. 2014.
Aräometer für
Schwefelsäure;
Temp. 15°
(Köhler).



Abb. 2015.
Prozent-
saccharometer
für Bierwürze
und Bier
(Köhler).



Abb. 2016.
Saccharometer
nach *Brix*;
Temp. 15°
(Köhler).

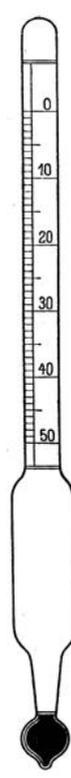


Abb. 2017.
Aräometer für
Lauge nach
Baumé (Köhler).

Aräometer nach *Balling*: $s = \frac{200}{200 - n}$; Normaltemp. $17\frac{1}{2}^\circ$.

Aräometer nach *Twaddle*: $s = \frac{0,5n + 100}{100}$; Normaltemp. 60° F .

Aräometer für leichte Flüssigkeiten (leichter als Wasser).

Aräometer nach *Baumé* (rationelle Skala): $s = \frac{144,3}{144,3 + n}$; Normaltemp. 15° .

Aräometer nach *Balling*: $s = \frac{170}{170 + n}$; Normaltemp. $12\frac{1}{2}^\circ$.

Aräometer nach *Brix*: $s = \frac{400}{400 + n}$; Normaltemp. 15° .

Aräometer nach *Beck*: $s = \frac{170}{170 + n}$; Normaltemp. $12\frac{1}{2}^\circ$.

Aräometer nach *Cartier*: $s = \frac{136,8}{126,1 + n}$; Normaltemp. $12\frac{1}{2}^\circ$.

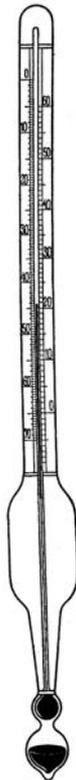


Abb. 2018.
Aräometer für
Schwefelsäure
nach *Baumé*;
Temp. 15° (Köhler).



Abb. 2019.
Alkoholometer
nach Gewichts-
prozenten
(Köhler).



Abb. 2020.
Alkoholometer nach
Volumprozenten,
mit Temperatur-
korrektur (Köhler).

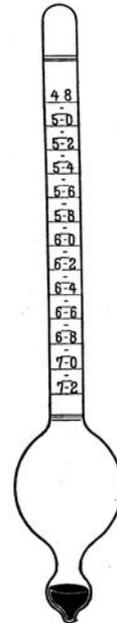


Abb. 2021.
Hydrometer
nach *Twaddle*
(Köhler).

Außer den für die verschiedensten Flüssigkeiten brauchbaren Aräometern werden solche für besondere Zwecke hergestellt, die oft auch eigene Bezeichnungen erhalten, z. B. für Alkohol Alkoholometer, für Salzlösungen Salinometer, für Silberlösungen Argentometer, für Milch Laktodensimeter, für Zuckertlösungen Saccharometer, ferner Bierprober, Maschinenölprober, Leinölprober, Prozentaräometer für die verschiedensten chemischen Lösungen.

Ausführungsformen zeigen die Abb. 2013 bis 2023 in Beispielen. In dem Saccharometer (Abb. 2015) ist links von der Temperaturskala eine Korrektionskala für verschiedene Temperaturen angebracht; die Skala ist nach *Balling* geeicht. Die gegenüber den Temperaturgraden verzeichneten Korrektionsgrade sind bei schweren Flüssigkeiten und höherer Temperatur als der Eichtemperatur der Ablesung hinzuzuzählen, bei niedrigerer Temperatur abzuziehen; für leichte Flüssigkeit verfährt man entgegengesetzt. Abb. 2016 zeigt die Skala nach *Brix*. Abb. 2017 u. 2018 zeigen Skalen nach *Baumé*. Das Alkoholometer (Abb. 2019) gibt Gewichtsprozente, das in Abb. 2020 Volumprozente nach *Tralles* an. Abb. 2021 ist ein Hydrometer nach *Twaddle*. Das Aräopyknometer (Abb. 2022;

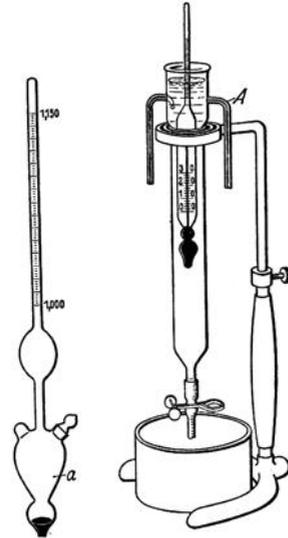


Abb. 2022.
Aräopykno-
meter
(Hugershoff).

Abb. 2023.
Aräometer nach
Roeder
(Hugershoff).

F. Hugershoff G. m. b. H., Leipzig) dient zur Bestimmung des spez. Gewichts kleiner Mengen von Flüssigkeiten; der Schwimmer *a* wird mit der Flüssigkeit gefüllt und das Ganze dann in Wasser eingetaucht. Das Aräometer nach *Roeder* (Abb. 2023) erleichtert die Ablesung in trüben Flüssigkeiten. Die Ablesung erfolgt an der Ringmarke *A*, die an einem Zylinder angebracht ist, also nicht an der Flüssigkeitsoberfläche; die Aräometer hierzu werden besonders angefertigt. Der Zylinder wird bis zu den Capillarröhrchen gefüllt, so daß das Volumen von Flüssigkeit und eingetauchtem Aräometerteilstets konstant ist.

Ein Aräometer für laufende Betriebskontrolle ist der Hydrodichteschreiber (s. Dichtemesser).

Zur genauen Absolutbestimmung des spezifischen Gewichts, nämlich durch Wägung, dient die hydrostatische Waage. Sie ist in erster Linie Laboratoriumsgerät und sei daher nur kurz erwähnt. Man wiegt einen Senk-
körper einmal in destilliertem Wasser

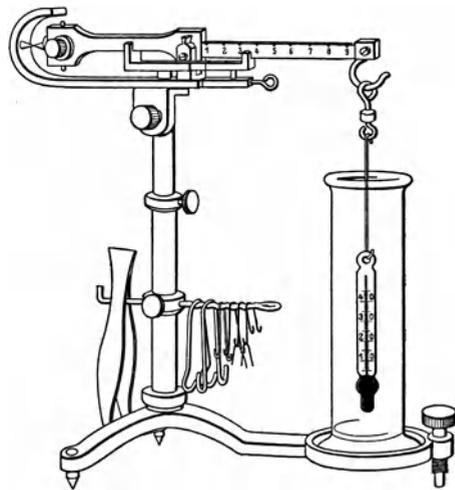


Abb. 2024. Einarmige spezifische Waage
(Sartoriuswerke).

von 15° , das andere Mal in der zu messenden Flüssigkeit. Bezeichnet v das Volumen des Senkkörpers, U den Umfang des den Senkkörper tragenden Drahtes (in mm), α_0 bzw. α die Capillaritätskonstante des Wassers bzw. der Flüssigkeit, p_0 bzw. p das Reitergewicht in Luft bei der Wasserwägung bzw. bei der Flüssigkeitswägung, w , s bzw. γ das spezifische Gewicht des Wassers, der Flüssigkeit bzw. der Luft, so gilt die Gleichung

$$s = \frac{p}{p_0} \cdot (w - \gamma) \frac{v - \alpha_0 U}{v - \alpha U} + \gamma.$$

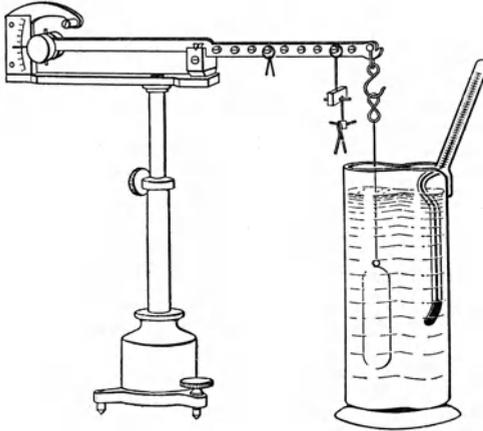


Abb. 2025. Spezifische Waage (Sartoriuswerke).

Abb. 2024 (Sartoriuswerke, Göttingen) zeigt eine einarmige spezifische Waage zur Bestimmung des spezifischen Gewichts bis zur 4. Dezimalen, Abb. 2025 eine noch genauer arbeitende

Waage mit harten Stahlschneiden am Waagebalken und Stahllösen an den Gewichten zur Erhöhung der Haltbarkeit.

Lit.: *H. Schröder*, Die Aräometrie als Hilfswissenschaft beim Bau und Betrieb chemischer Apparate (Chem. Apparatur 1914, S. 193, 211). — *J. Domke* u. *E. Reimerdes*, Handbuch der Aräometrie (Berlin 1925, Julius Springer).

Spinnapparaturen, s. Kunstfasererzeuger.

Spinddüsen, Spinnpumpen, Spinnschleudern.

(Wegen Einberufung des Mitarbeiters zum Heeresdienst auf Nachtrag verschoben.)

Sprühvorrichtungen, s. Zerstäuber.

Stabwascher, s. Skrubber.

Stähle, s. Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, Chromstähle, Chrom-Nickel-Stähle.

Stahlflaschen, s. Gasflaschen.

Stahlformguß, Stahlguß, s. Eisen-Kohlenstoff-Legierungen.

Stampfmühlen, Stampfwerke, s. Pochwerke.

Standardwascher (Drehwascher; s. auch Gas- u. Luftreiniger, Skrubber) dienen in Gaswerken und Kokereien überwiegend zur Auswaschung von Ammoniak, Naphthalin, Cyan und Benzol aus dem Steinkohlengas; im Gegensatz zu den Skrubbern sind die Berieselungsflächen nicht ruhend, sondern umlaufend

angeordnet. Die Wascher bestehen in der Regel aus einem (meist gußeisernen) Gehäuse, das in mehrere Kammern unterteilt ist und in dem die Wascheinlagen auf einer sich langsam drehenden Welle (eine Umdrehung in 3—4 min) befestigt sind. Der Antrieb der Welle erfolgt über ein Schneckenradvorgelege von der Transmission, durch eine am Wascherdeckel angebrachte Wanddampfmaschine oder auch durch Elektromotor. Als Wascheinlagen dienen geschlitzte Holzpakete, die aus einzelnen Elementen zusammengesetzt sind, Stahlbleche, Kugeln oder andere Füllkörper; bei Cyanwaschern erhält die letzte Kammer Scheibeneinlagen mit Kettenrührwerken, welche die in dieser Kammer sich bildenden Verdickungen unschädlich machen sollen. Die Waschflüssigkeit wird nach dem Gegenstromprinzip entweder ständig zugeführt oder, wie bei den Naphthalin- und Cyanwaschern, von Zeit zu Zeit von Kammer zu Kammer übergepumpt. Durch die ständige Drehung der Welle werden die Wascheinlagen in die Waschflüssigkeit eingetaucht und abgespült, während im oberen Teil des Waschers das zu reinigende Gas an den feuchten Einlagen vorbeistreicht. Die

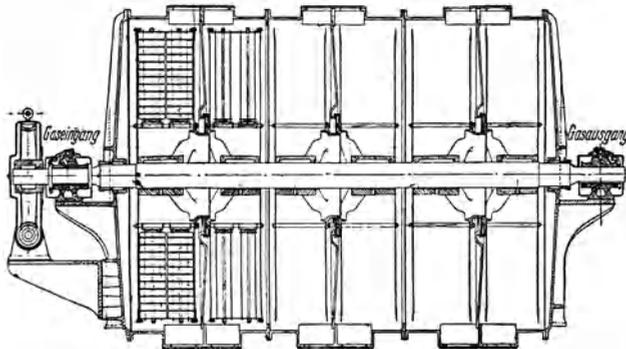


Abb. 2026. Standardwascher für Ammoniakausscheidung (Bamag).

reinste Waschflüssigkeit befindet sich in der letzten Gaskammer und reicht sich beim Durchgang von einer Kammer zur andern allmählich mit dem auszuwaschenden Ammoniak, Naphthalin usw. an, um aus der ersten Gaskammer entsprechend angereichert abzuffießen. Die Wascheinlagen sind in jeder Kammer gegen eine Zwischenwand durch einen Schleifring abgedichtet, so daß das Gas sämtliche Wascheinlagen der verschiedenen Kammern durchstreichen muß.

Abb. 2026 zeigt einen Standardwascher (Ammoniakwascher) der Bamag-Meguïn A.-G., Berlin, bei dem jede Kammer mit Kontrollhähnen zur Prüfung der Wirksamkeit derselben versehen ist und durch ein Ventil entleert werden kann. Die einzelnen Waschpakete können durch große Reinigungsöffnungen im Gehäuse leicht ein- und ausgebaut werden. Der Abfluß der Waschflüssigkeit erfolgt sichtbar unter einer Glaslocke (s. Überläufe); an diesem Überlauf kann z. B. bei Ammoniakwaschern das spez. Gew. des abfließenden Wassers an einem eingesetzten Aräometer ständig kontrolliert werden. Die Wascher erhalten meist sechs bis acht Kammern und werden für Leistungen bis 150000 m³ Gas/24 std gebaut.

Der Standardwascher kann nach einem Vorschlag von *Holmes* dadurch verbessert werden, daß statt der sonst üblichen Wascheinlagen Piassavabürsten verwendet werden (Bürstenwascher). Diese Bürsten werden auf

Brettsegmenten zusammengesetzt, an sich drehenden Blechscheiben befestigt und in ihrer Höhe so bemessen, daß die freien Bürstenflächen die Kammerwände leicht berühren, bei der Drehung daher an diesen schleifen und leicht vibrieren. Die Bürsten ergeben eine sehr große benetzte Fläche der Wascheinlagen und zerlegen den Gasstrom in viele feine Fäden, so daß eine sehr wirksame Berührung mit der Waschflüssigkeit stattfindet. Die Wirkung der Bürsteneinlagen, die einen sehr hohen Sättigungsgrad der Waschflüssigkeit ergeben, zeigt Abb. 2027 für einen Ammoniakwascher der Bamag. Da das Gewicht der Bürsten sehr gering ist, ist die Beanspruchung der Wascherwelle wesentlich geringer als bei anderen Konstruktionen. Außerdem ergibt der Bürstenwascher bei gleicher Größe etwas größere Waschflächen als die Wascher mit Holzeinlagen.

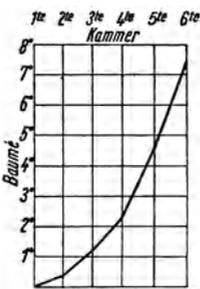


Abb. 2027. Wirkung des Ammoniak-Bürstenwaschers.

Die Firma Zschockes Maschinenfabrik, Kaiserslautern, benutzt bei ihrem Kugelwascher (Abb. 2028) als Wascheinlagen statt der Holzpakete bewegliche Körper in Kugelform, die sich zwischen den auf der Welle befestigten Flügeln

aus gelochtem Blech umwälzen. Die als Füllkörper benutzten Kugeln sind mehrfach durchlocht und geben daher ebenfalls dem Gas eine große benetzte Fläche. Das Gas durchstreicht, wie aus der Abbildung ersichtlich, die Waschräume der einzelnen Kammern abwechselnd von außen nach innen und um-

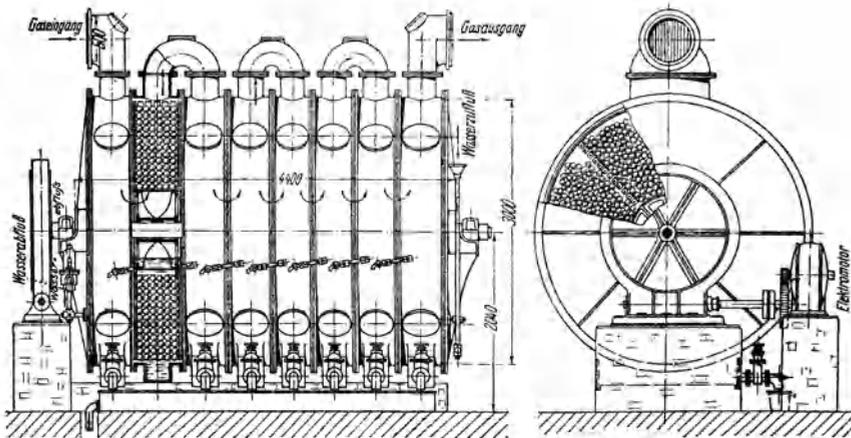


Abb. 2028. Kugelwascher (Zschocke).

gekehrt und wird durch außen am Gehäuse angebrachte Rohrkrümmer von einer Kammer zur anderen geführt.

Ähnlich in seiner Wirkungsweise ist der von der Bamag hergestellte Trommelwascher (Abb. 2029), der sich von dem gewöhnlichen Standardwascher hauptsächlich dadurch unterscheidet, daß sich das ganze Gehäuse dreht. Dieses ist in der Regel aus Stahlblech hergestellt und auf einer Hohlwelle gelagert, die gleichzeitig als Zu- und Ableitung des Gases dient. Als Wascheinlagen dienen Füllkörper, die in einem durch Scheidewände in einzelne Kammern unterteilten Zylinder untergebracht sind, dessen Mantel aus gelochtem Blech

hergestellt ist. Durch die Scheidewände wird das Gas wieder gezwungen, die Kammern abwechselnd von innen nach außen und umgekehrt zu durchströmen. Im Gegensatz zum Kugelwascher können sich hier die Füllkörper nicht gegeneinander bewegen und sind daher keiner Abnutzung unterworfen.

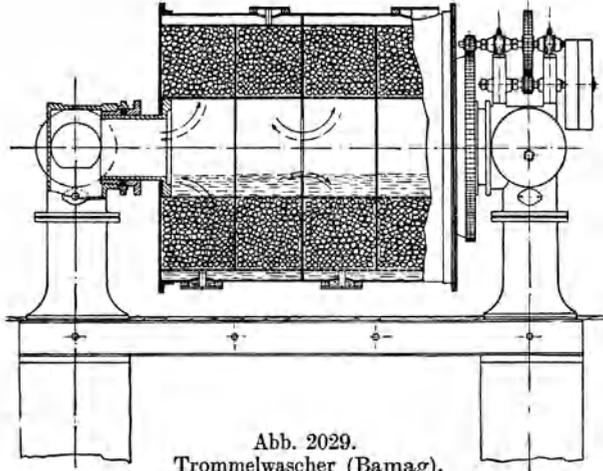


Abb. 2029.
Trommelwascher (Bamag).

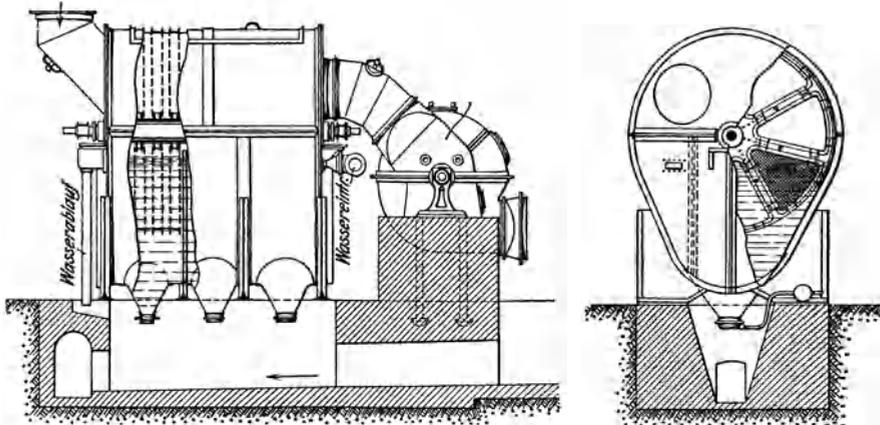


Abb. 2030. Gaswascher von *Bian*.

Hierher gehört auch der von *Weindel* angegebene Drehwascher, der durch senkrecht übereinander gebaute Washkammern und den Einbau von abwechselnd festen und umlaufenden Füllkörperschichten gekennzeichnet ist. Als Füllkörper werden glasierte Tonringe verwendet. Das Gas tritt unten im Gegenstrom zur Waschflüssigkeit in den Wascher ein und durchströmt abwechselnd je eine ortsfeste und eine auf einem sich drehenden, gelochten Teller angebrachte Füllschicht. Die Welle des Waschers macht 6—20 U/min und erfordert eine Antriebsleistung von 3—4 PS.

Nach dem Prinzip der Standardwascher arbeitet auch der für die Gichtgasreinigung bestimmte Gaswascher von *Bian*, dessen Wirkungsweise aus Abb. 2030 ersichtlich ist. Er besteht aus einem trommelartigen Blechgehäuse,

in dem sich eine große Anzahl Scheiben dreht, die aus einzelnen Sektoren aus Drahtgeflecht zusammengesetzt sind. Die Drahtgeflechte bilden eine große Waschfläche, ohne dem Durchgang des Gases einen allzu großen Widerstand entgegenzusetzen. Die Waschelemente tauchen in die Waschflüssigkeit ein, während das Gas im Oberteil des Waschers durch die benetzten Drahtgeflechte hindurchstreichen muß. Der Wascher wird nur für die grobe Reinigung benutzt. Der Kraftbedarf für den Antrieb des Waschers und den zur Gasförderung erforderlichen Ventilator beträgt etwa 3,5–4 PS/1000 m³·std Gasdurchgang, der Wasserverbrauch 3–3,5 l/m³ Gas.

Lit.: H. Bruckner, Handbuch der Gasindustrie, Bd. 3 (München 1939, Oldenburg). — Thau, Wascher für Kohlen- und Koksgase (Feuerungstechn. 1937, Heft 7 u. 8). — Siehe auch Lit. bei Gas- und Luftreiniger. Moser.

Staubabscheider (s. auch Gas- und Luftreiniger, Elektrofilter). Die trockene Reinigung staubführender Gase kann so erfolgen, daß man den Gasstrom durch Kanäle mit großem Querschnitt führt, wo infolge der erheblichen Geschwindigkeitsverminderung ein großer Teil des Staubes sich ausscheidet und zu Boden fällt. Man bezeichnet Reiniger dieser Art als Staubsammelkanäle oder Staubkammern und bemißt ihren Querschnitt so, daß die Gasgeschwindigkeit bis auf etwa 0,1 m/sek sinkt. Diese

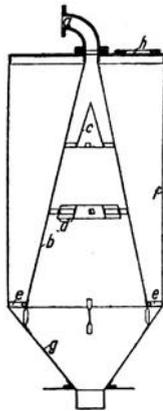


Abb. 2031. Staubabscheider für Hochofengase (Körting).

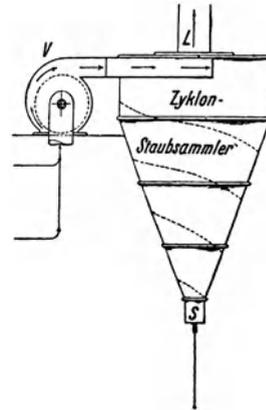


Abb. 2032. Zyklon-Staubsammler.

heute nur noch selten gebauten Staubkammern eignen sich besonders zur Abscheidung von grobem und schwerem Staub, wie er etwa in Metallhütten vorkommt. Dem Vorteil der sehr geringen Betriebskosten stehen als Nachteile vor allem der große Platzbedarf und daher hohe Anlagekosten sowie der schlechte Wirkungsgrad gegenüber. Der Reinheitsgrad des entstaubten Gases beträgt im günstigsten Fall etwa 0,5 g/m³.

Für die grobe Entstaubung von Hochofengasen verwendet man sog. Staubsäcke. Dies sind meist zylindrische Behälter mit trichterförmigem Boden und eingebauten Trennwänden, in denen die Staubabscheidung durch Geschwindigkeitsverminderung und Prallwirkung an den Trennwänden vor sich geht. Nach C. Große (Stahl u. Eisen 1910, S. 1397) sollen die Staubsäcke ein Volumen von etwa 0,8–1,5 Proz. der stündlich zu reinigenden Gasmenge

erhalten; die Gasgeschwindigkeit soll 0,3–0,6 m/sek betragen und kann in manchen Fällen bis 1 m/sek gesteigert werden.

Einen nach diesen Grundsätzen gebauten Staubabscheider der Gebr. Körting A.-G., Hannover, zeigt Abb. 2031. Das Gas tritt bei *a* ein. In dem trichterförmigen Behälter *b* sind schräg zur Strömungsrichtung des Gases Leitbleche *c* und *d* angeordnet, die eine gleichmäßige Verteilung des Gases über den ganzen Behälterraum bewirken sollen. Unten strömt das Gas durch einen Ringspalt *e* in den Behältermantel *f* ein und wird bei *h* abgesaugt. Die allmähliche Geschwindigkeitsverminderung im Behälter *b* verhindert, daß die Verunreinigungen die Bewegungsumkehr mitmachen, und veranlaßt sie, ihre Bewegung nach unten fortzusetzen und sich im Staubsammler *g* zu sammeln.

Die Staubsäcke erfordern geringen Platzbedarf sowie kleine Anlage- und Betriebskosten; ihre Verwendung kommt nur dort in Betracht, wo an den Reinheitsgrad der Gase keine hohen Ansprüche gestellt werden müssen, oder wo das Gas noch eine Nachreinigung erfährt.

Eine bessere Wirkung wird mit den sog. Zyklonen erzielt, in denen der Staubluftstrom mit großer Geschwindigkeit im Kreis herumgeführt wird, wobei die Staubteilchen nach außen an die Behälterwand gedrängt werden und dort abstürzen. Diese Zyklone bestehen nach Abb. 2032 aus einem trichterartigen Blechkasten, in dessen Oberteil die Staubluft mittels eines Gebläses *V* mit großer Geschwindigkeit (etwa 10 m/sek) tangential eingblasen wird. Der ausgefällte Staub fällt entlang einer eingebauten Spirale in den Staubabzug *S*, während die gereinigte Luft bei *L* abzieht. Die Zyklone eignen sich besonders zur Abscheidung von Staubteilchen, deren Masse für die Wirkung der Zentrifugalkraft ausreichend ist. Auch für die Reinigung der Luft von groben Beimengungen, z. B. den Holzspänen in Holzbearbeitungswerkstätten, sind diese Apparate sehr geeignet.

Ein Nachteil der Zyklone ist der erhebliche Betriebswiderstand, der eine entsprechende Leistung des Gebläses voraussetzt. Dieser Nachteil ist bei dem Fliehkraftausscheider von Danneberg & Quandt, Berlin, (Abb. 2033) dadurch vermieden, daß die Luftgeschwindigkeit vermindert und für eine zweckmäßige Luftführung gesorgt ist. Die zu reinigende Luft wird bei *a* tangential dem Spiralmantel *c* zugeführt und gibt dort die Staubteilchen ab, die bei *e* abgezogen werden; die gereinigte Luft entweicht bei *d*. Nach Versuchen der ehemaligen Kaiserlichen Werft in Wilhelmshaven ergab ein solcher Fliehkraftausscheider gegenüber einem Zyklon eine Kraftersparnis von 25 Proz. bei einem gleichzeitigen Gewinn an Saugwirkung von 40 Proz.

In den üblichen Bauarten der Zyklone wird der Entstaubungsgrad durch den auftretenden Doppelwirbel erheblich vermindert. Die Forschungen von *van Tongeren* zeigen, daß der Doppelwirbel auch nutzbar gemacht werden kann (vgl. *F. Wellmann*, Die Strömungsvorgänge in Zyklonen [Feuerungstechn. 1938, S. 137]). Abb. 2034 zeigt als Beispiel einen *van Tongeren*-Zyklon, in den das Rohgas durch Stutzen *1* eingeführt wird. Der kräftige Doppelwirbel führt die ausgeschleuderten Staubteilchen nach oben, bis das Gewicht des sich bildenden Staubbrings die Kraft des Doppelwirbels überwindet. Der Staub senkt sich alsdann erst langsam, zuletzt ganz plötzlich, so daß der Staub aufpuffartig den Ausgang *2* verläßt, worauf das Spiel von neuem beginnt. Über weitere Bauarten der *van Tongeren*-Zyklone s. die angegebene Lit.-Quelle. — Für kleine Staub-

mengen, wie sie bei Apparaturen zur Bestimmung des Staubgehalts von Industriegasen vorkommen (bis etwa 200 g in einem Versuch), hat sich das Bewag-Gerät der Fa. G. Rosenmüller, Dresden, bewährt, ein einfacher Zyklon mit eingelegtem feinporigem Papierfilter. Das normale Gerät dieser Art reicht

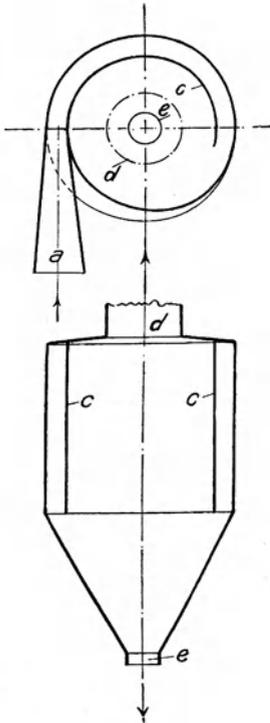


Abb. 2033. Fliehkraft-Staubabscheider (Danneberg & Quandt).

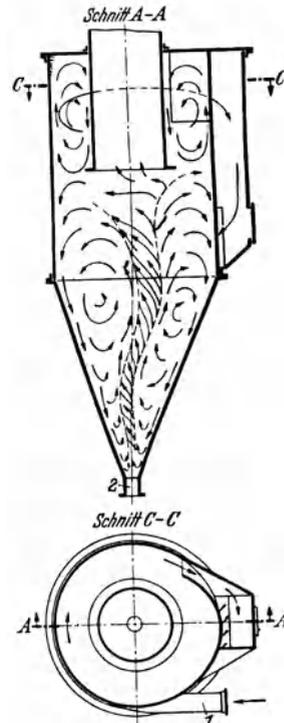


Abb. 2034. Doppelwirbel und Windhose in einem *van Tongeren*-Zyklon.

für eine Ansaugleistung von 5—15 m³/std aus; neuerdings sind auch größere Geräte dieser Art (bis 300 m³/std Saugleistung) von der gleichen Firma entwickelt worden (s. Chem. Fabrik 1936, S. 30).

Lit.: *C. Naske*, Zerkleinerungsvorrichtungen und Mahlanlagen (4. Aufl., Leipzig 1926, Julius Springer). — *A. Winkel*, Teilchengrößenbestimmung an Stäuben (Chem. Apparatur 1939, S. 265, 281). — *F. Wellmann*, Die Strömungsvorgänge in Zyklonen (Feuerungstechn. 1938, S. 137). Moser.

Staubkammern, Staubsäcke, s. Staubabscheider.

Staubschreiber (Kapnographen) dienen zur laufenden Aufzeichnung des Staubgehalts von Industriegasen. Der von *Borchers* angegebene Apparat (Abb. 2035) besteht im wesentlichen aus einer Düse *d*, aus der das Gas auströmt und dabei auf einen Papierstreifen aufprallt, an dem die Staubteilchen haften bleiben. Der Papierstreifen wird durch ein Uhrwerk gleichmäßig weiterbewegt, ähnlich wie die Diagrammstreifen der Registrierapparate, so daß die an ihm haftenden Staubteilchen eine je nach dem Staubgehalt des

Gases schmalere oder breitere, bandartige Spur aufzeichnen, aus welcher der Staubgehalt des Gases schätzungsweise bestimmt werden kann. Da sich nur trockene Gase für solche Aufzeichnung eignen, wird das zu untersuchende Gas durch eine aus einer Glühlampe bestehende Heizvorrichtung soweit

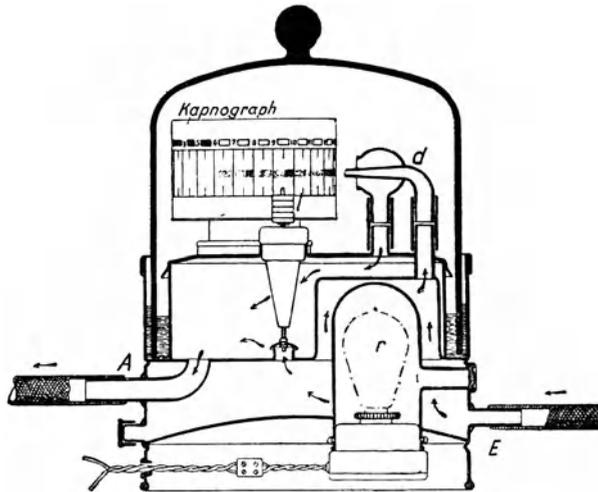


Abb. 2035. Staubschreiber nach *Borchers*.

erwärmt, daß sich die vorhandene Feuchtigkeit nicht niederschlagen kann. Zur Aufrechterhaltung einer konstanten Ausströmgeschwindigkeit der Düse *d* dient ein durch Gewichte belasteter Druckregler, der zwischen dem Gas-eintritt *E* und dem Gasaustritt *A* ein konstantes Druckgefälle herstellt.

Staubschutzgeräte, s. Atemschutzgeräte.

Mo.

Staurohre (Geschwindigkeitssonden) dienen zur Messung von Luft- und Gasgeschwindigkeiten, in einzelnen Fällen von Dampf- und ausnahmsweise auch von Flüssigkeitgeschwindigkeiten. Zur Messung von Gasgeschwindigkeiten benutzt man allgemein zwei Verfahren, und zwar das anemometrische Verfahren und das Stau- oder manometrische Verfahren.

Die Anemometer (s. auch Gasmesser, S. 663) arbeiten mit einem Flügelrad oder Schalenkreuz, das durch die Strömung in Drehungen versetzt wird, die ein Zählwerk summiert. Dabei ist gleichzeitig eine Zeitmessung notwendig.

Bei den Stauverfahren (Druckunterschiedsverfahren) wird in die zu messende Strömung ein Widerstand gebracht, an dem sich infolge Umwandlung von Spannungsenergie in Bewegungsenergie ein Druckunterschied einstellt, der dem Quadrat der Durchflußgeschwindigkeit proportional ist. Die eine Gruppe der Staugeräte benutzt eine Durchflußöffnung mit verengtem Querschnitt (Drosselgeräte), durch welche die gesamte Strömung geleitet wird. Hierzu gehören die Blenden oder Meßflansche (s. Meßflansche), die Düsen und die Venturirohre (s. d.). Die Staurohre als zweite Gruppe der Staugeräte messen die Geschwindigkeit lediglich in einem Punkt des Querschnittes der Strömung ähnlich wie die Anemometer. Wenn also die Geschwindigkeit einer Strömung an einer bestimmten Stelle gemessen werden soll, so besteht die Wahl zwischen einem Staurohr und einem Anemometer.

Die manometrischen Meßgeräte werden vorwiegend für dauernde Betriebsmessungen verwendet. Die Anemometer kommen dagegen mehr für vorübergehende Messungen in Betracht. Die Flügelradanemometer eignen sich besonders zur Messung kleiner und kleinster Geschwindigkeiten, bei denen die Staurohre wegen der kleinen Druckunterschiede, die unter diesen Bedingungen erzeugt werden, Schwierigkeiten bereiten. Anemometer können jedoch nur für Temperaturen bis etwa 200° verwendet werden. Die Gase müssen bei diesem Verfahren wegen der Empfindlichkeit der sich drehenden Teile möglichst staubfrei sein. Staurohre vertragen auch höhere Temperaturen. Die Messung mit Staurohr bietet ferner den Vorteil, daß die Strömung durch das Einbringen sich nur wenig verändert. Bei Strömungsgeschwindigkeiten über 5 m/sek ist das Staurohr dem Anemometer wegen seiner größeren Unempfindlichkeit gegen mechanische Einwirkungen vorzuziehen. Ein weiterer Vorteil des Staurohres ist im Vergleich mit dem Anemometer die unmittelbare Anzeige der Augenblickswerte der Geschwindigkeit und die Möglichkeit, statische Druckgrößen mit messen zu können. Das Hauptanwendungsgebiet der Staurohre ist die Messung der Geschwindigkeiten von Gasen über etwa 5 m/sek in weiten Rohrleitungen und Kanälen. Staurohre sind den Drosselgeräten vorzuziehen, wenn auch der geringste Druckverlust in der Leitung vermieden werden soll. Für die kleineren und mittleren Querschnitte werden die Blenden und Düsen für alle Geschwindigkeiten meist vorgezogen; diese Geräte sind ferner dann am Platz, wenn die Gase stark staubhaltig sind oder feste Stoffe abscheiden.

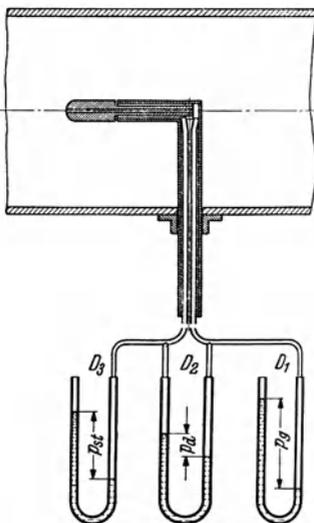


Abb. 2036. Schema der Anordnung eines Staurohres nach Prandtl.

Das Staurohr besteht aus zwei parallel zur Strömung gestellten, kurzen Rohren (Abb. 2036). Das der Strömung entgegengerichtete Rohrende des mittleren Rohres ist offen, das andere Ende ist mit zwei Druckmessern (s. d.) D_1 , D_2 verbunden; dieses Rohr liegt in dem zweiten Rohr, das den eigentlichen Staukörper bildet, seitliche Öffnungen enthält und mit den Druckmessern D_2 , D_3 verbunden ist.

Nach der Wirkung auf die Öffnungen des Staurohres sind der dynamische Druck und der statische Druck zu unterscheiden. Der dynamische Druck (p_d) entspricht der größten Drucksteigerung, die in einem Gasstrom unmittelbar vor einem Widerstand auftritt. Er ergibt sich aus der Gleichung:

$$p_d = \frac{\gamma \cdot v^2}{2g}.$$

Dabei bedeuten:

- p_d den dynamischen Druck in mm WS,
- v die Strömungsgeschwindigkeit in m/sek,
- γ das spez. Gewicht des Gases in kg/m^3 ,
- g die Erdbeschleunigung = 9,81 m/sek².

Der statische Druck (p_{st}) ist der innere Druck eines geradlinig strömenden Gases.

Der Gesamtdruck (p_g) setzt sich aus dem statischen und dem dynamischen Druck zusammen, so daß die Beziehung gilt:

$$p_g = p_{st} + p_d.$$

Auf die gegen die Strömung gerichtete Öffnung des Staurohres wirkt der Gesamtdruck p_g , so daß der angeschlossene Druckmesser D_1 (Abb. 2036) den Gesamtdruck anzeigt.

Die an dem äußeren Rohr (Mantel) des Staurohres angebrachten Öffnungen (Schlitze oder dgl.) nehmen den statischen Druck auf und übertragen ihn durch Anschlüsse auf die Druckmesser D_2 und D_3 . Der Druckmesser D_3 , dessen Druckflüssigkeit an dem einen Ende mit der Atmosphäre in Verbindung steht, zeigt daher ausschließlich den statischen Druck an. Auf den Druckmesser D_2 wirkt der Unterschied zwischen dem Gesamtdruck und dem statischen Druck, d. h. der dynamische Druck. Durch seine Messung läßt sich die Strömungsgeschwindigkeit v aus der Beziehung errechnen:

$$v = \sqrt{\frac{2g p_d}{k \cdot \gamma}}.$$

Hierin bedeuten γ das spez. Gewicht des Gases (in kg/m^3), k einen Beiwert des Staurohres, der meist in der Nähe von 1 liegt.

Diese Gleichung zur Berechnung der Gasgeschwindigkeit gilt nur unter der Voraussetzung, daß das spezifische Gewicht des Gases an der Mündung das gleiche wie an den Öffnungen im Mantelrohr ist, was bei Geschwindigkeiten bis zu etwa 60 m/sek zutrifft. Bei sehr hohen Geschwindigkeiten, die im Apparatebau jedoch selten vorkommen, ist die Zunahme des spez. Gewichtes des Gases durch die dynamische Drucksteigerung in der Stauöffnung besonders zu berücksichtigen. Dies kann dadurch geschehen, daß man für das spez. Gewicht den arithmetischen Mittelwert einsetzt, der sich aus dem statischen und dem Gesamtdruck ergibt. Um das spez. Gewicht der strömenden Gase genau zu bestimmen, sind Temperatur und Druck zu messen.

Da die Staurohre die Geschwindigkeit nur in einem Punkt des gesamten durchströmten Querschnittes messen, muß der Strömungsverlauf im ganzen Querschnitt unveränderlich sein, um die durchgehenden Mengen bestimmen zu können. Die Geschwindigkeitsverteilung wird durch punktweises Abtasten mit Hilfe des Staurohres ermittelt. Dabei ist die Geschwindigkeit möglichst auf zwei senkrecht zueinander stehenden Durchmessern zu messen. Liegt z. B. eine Rohrleitung mit kreisförmigem Querschnitt vor, so zerlegt man diesen in flächengleiche Ringe und mißt die Geschwindigkeiten in den mittleren Durchmessern dieser Ringe. Um die Lage der Staurohre senkrecht zur Strömungsrichtung beliebig verstellen zu können, sind die Staurohre in den Stopfbüchsen der Befestigungsteile verschiebbar angeordnet. — Um eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung zu erhalten, soll das Staurohr in einem geraden Rohrstück in einiger Entfernung von Krümmern und Abzweigungen eingebaut werden. Nach Möglichkeit sollen die Rohrstrecken vor und hinter dem Staurohr in einer Länge von mindestens etwa 5—6 Durchmessern geradlinig sein. Ist dies nicht

durchführbar, so müssen Gleichrichtungsbleche oder Siebe eingebaut werden, um eine gleichförmige Geschwindigkeitsverteilung zu erhalten. Insbesondere sind solche Vorrichtungen bei der Messung unmittelbar hinter Ventilatoren einzuschalten.

Staurohre werden in verschiedenen Ausführungen verwendet. Bei dem Staurohr nach *Prandtl* liegt die gegen die Strömung gerichtete Öffnung zur Messung des Gesamtdruckes in einem halbkugelförmig gestalteten Kopf. Der Durchmesser der Stauöffnung beträgt etwa 3—8 mm. Die größeren Durchmesser werden gewählt, wenn die Gefahr von Verstopfungen durch Staub oder Flüssigkeitstropfen besteht, und wenn lange Verbindungsleitungen zum Druckmeßgerät erforderlich sind. Ein ringförmig gestalteter Spalt im äußeren Mantel nimmt den statischen Druck auf. Der Beiwert k nach der obigen Formel ist praktisch gleich 1. Das Staurohr nach *Prandtl* ist beim Messen von Geschwindigkeiten innerhalb 15° Neigung unabhängig von der genauen Einstellung in der Strömungsrichtung. Der Ausschuß des VDI zur Aufstellung von Regeln über Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren empfiehlt dieses Staugerät vor allen anderen.

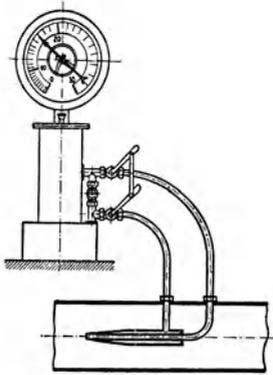


Abb. 2037. Staurohr mit Meßvorrichtung.

Das Staurohr nach *Brabée* hat eine kegelige Spitze, so daß die Stauöffnung leichter Beschädigungen ausgesetzt ist. Der Durchmesser der Stauöffnung ist größer, so daß die Gefahr von Verschmutzungen geringer ist. Statt des Schlitzes sind Bohrungen im Mantel des Staukörpers angeordnet. Eine ähnliche Ausführung mit dem angeschlossenen Meßgerät zeigt Abb. 2037.

Für gemauerte Kanäle erfordern die genannten Staurohre zur Einführung verhältnismäßig große Durchbrüche durch die Wandungen. Man verwendet daher hier oft statt des Staurohres die ähnlich wirkende, ebenfalls von *Prandtl* angegebene Stauscheibe, deren Ebene senkrecht in die Strömung gestellt ist (s. auch Gasmesser, S. 663). Dieses Gerät eignet sich auch für hohe Temperaturen, da es keine Lötstellen besitzt. Die Stauscheibe hat etwa einen Beiwert $k = 1,4$.

Die von den einfachen Staugeräten erzeugten Druckunterschiede sind verhältnismäßig gering, so daß empfindliche Druckmesser zur Anzeige gebraucht werden. Um einfache U-Rohr-Manometer als Druckmesser verwenden zu können, kann man das Gerät mit einer dem Strahlverdichter ähnlichen Saugdüse verbinden (*Bourdonscher Multiplikator*). Er hat den Nachteil, daß sein Beiwert eine Funktion der Geschwindigkeit ist. Die Meßgenauigkeit ist nicht so groß wie die der einfachen Staugeräte.

In die Gruppe der Staugeräte gehört ferner die sog. Kugelsonde von *Rosenmüller*, die zur Bestimmung der Strömungsrichtung, der Geschwindigkeit und des statischen Druckes dienen kann. Statt des Staurohres ist hier an dem Halterohr eine Kugel mit drei radialen Bohrungen befestigt. Die mittlere Bohrung liegt in der Winkelhalbierenden der beiden äußeren Bohrungen. Ist die Kugelsonde mit ihren Bohrungen symmetrisch gegen die Strömung gerichtet, so erhalten die beiden äußeren Anbohrungen die gleichen

Komponenten des dynamischen Druckes. Auf die mittlere Bohrung wirkt dabei der Gesamtdruck. Ein mit den beiden äußeren Anbohrungen verbundenes Manometer zeigt bei Symmetriestellung keine Druckunterschiede an. Sobald die Stellung von dieser Richtung abweicht, tritt ein Druckunterschied auf, dessen Größe sowohl von der Strömungsrichtung als auch von der Geschwindigkeit abhängt. Durch Drehen der Sonde kann man daher die Symmetriestellung aufsuchen und mit Hilfe eines besonderen Hahnkörpers durch den Druckunterschied zwischen der mittleren und einer äußeren Bohrung den dynamischen Druck und durch den Druckunterschied zwischen einer äußeren Bohrung gegen die freie Atmosphäre den statischen Druck messen.

Ein ähnliches Gerät, dessen Kugel jedoch mit fünf in bestimmter Weise angeordneten Bohrungen versehen ist und dessen Handhabung etwas schwieriger erscheint, ist die Staukugel nach *van der Hegge-Zignen*.

Der Druckunterschied eines Staurohres kann zur Feststellung der durchströmenden Mengen auch auf eine Mengenschreibvorrichtung wirken (s. auch Kontrollapparate).

Lit.: *G. Wünsch* u. *H. Rühle*, Meßgeräte im Industriebetriebe (Berlin 1936, Julius Springer). — *G. Keinath*, Archiv für technisches Messen (München 1932, Oldenbourg). — *H. Jordan*, Die Mengemessung von Gasen, Dampf und Flüssigkeiten auf Hüttenwerken (Mitteilung Nr. 76 der Wärmestelle) (Düsseldorf 1928, Verlag Stahleisen). — *L. Litinsky*, Messung großer Gasmengen (Leipzig 1922, Spamer). — *R. Winkel*, Staurohren zur Messung des Druckes und der Geschwindigkeit (Z. VDI 1923, S. 569). — *H. Kumbruch*, Messung strömender Luft mittels Staugeräten (Berlin 1921, VDI-Verlag). — *T. K. Sherwood* und *G. T. Skaperdas*, Vereinfachte Durchflußmessungen mit Pitotrohren (Mech. Engng. Bd. 61, 1939, S. 22). — Druckschriften der Firmen Georg Rosenmüller Dresden und R. Fueß, Berlin-Steglitz. — Siehe auch Lit. bei Gasmesser. Thormann.

Staybrite-Stahl, s. Chrom-Nickel-Stähle.

Steatit, s. Keramische Werkstoffe.

Stehbolzen dienen zur Verbindung parallel angeordneter Wandungen von Kessel- und Apparateräumen, die unter einem inneren Überdruck stehen. Man verwendet sie besonders zum Verbinden zweier Bleche, um eine ebene, mit Dampf beheizbare Platte zu erhalten, wie sie in vielen Apparaturen, besonders in Trocknern (s. d.), zur Wärmeübertragung an wasserhaltige Stoffe eingebaut wird. Die Stehbolzen verhindern, daß sich die Bleche infolge des Dampfdruckes nach außen aufwölben. Hierzu müssen die Stehbolzen in regelmäßigen Abständen gleichmäßig verteilt angeordnet werden. Für die Versteifung feuerberührter, ebener Flächen, die den Vorschriften über Dampfkessel (s. d.) unterliegen, ist vorgeschrieben, daß der Stehbolzenabstand im allgemeinen nicht größer als 200 mm sein soll.

Die Enden der Stehbolzen werden meist auf einen kleineren Durchmesser abgedreht, mit Gewinde versehen und nach dem Einschrauben vernietet. Über die Berechnung der Blechdicken ebener Wandungen, die mit Stehbolzen versteift sind, s. Dampffässer, S. 150. Die zulässige Spannung von ungeschweißten Stehbolzen aus Flußstahl darf 6 kg/mm^2 nicht überschreiten. Sie darf bei Stehbolzen aus Kupfer für Dampftemperaturen bis 200° höchstens 4 kg/mm^2 betragen. Stehbolzen von großer Länge bezeichnet man als Anker. Für diese gelten besondere Vorschriften, soweit die Gefäße, in die sie eingebaut werden, der öffentlichen Überwachung unterliegen.

Th.

Steinbrecher, s. Backenbrecher, Walzenbrecher, Zerkleinerungsmaschinen.

Steingut, s. Keramische Werkstoffe.

Steinholz. Von *Sorel* ist gefunden worden, daß beim Mischen von gebrannter Magnesia mit konzentrierten (20° Bé) Magnesiumchloridlösungen eine zementähnlich erhärtende Masse von Magnesiumoxychlorid entsteht, der nach ihm benannte *Sorel-Zement*. Werden dieser Mischung vor dem Erhärten noch Füllstoffe in Form von Holzmehl, Korkmehl usw. zugesetzt, so erhält man das Steinholz. Fabrikate dieser Art, evtl. noch mit Farbzusatz, kommen unter den Namen Xylolith, Linolith, Eubolith, Planolith, Tekton usw. in den Handel. — Ein Überschuß von Magnesiumchlorid ist bei der Herstellung zu vermeiden.

Physikalische Eigenschaften. Dichte: etwa 1,6.

Wärme- und Schalleitfähigkeit: Schlecht.

Druckfestigkeit (für Xylolith): 854 kg/cm^2 .

Biegefestigkeit (für Xylolith): 489 kg/cm^2 .

Bearbeitbarkeit: Gut.

Chemische Beständigkeit. Für Bauten im Freien ist Steinholz nicht zu empfehlen (Hydrolyse des Magnesiumoxychlorids), dagegen ist es sehr brauchbar für die Herstellung fugenloser Fußböden. Gegen Säuren und Laugen ist das Material auf die Dauer nicht beständig, doch schadet eine vorübergehende Berührung mit diesen Agenzien wenig. Imprägnation mit Öl erhöht die Beständigkeit dieses weitgehend feuerfesten Werkstoffs.

Lit.: *P. Kraus*, Werkstoffe (Kap. Steine usw., bearb. von *Seipp*) (Leipzig 1921, Barth). — *O. Lange*, Chemisch-Technische Vorschriften, Bd. II (3. Aufl., Leipzig 1923, Spamer). — *E. Rabald*, Dechema-Werkstoffberichte 1935—39 (Berlin, Verlag Chemie). — *R. Fasse*, Kunststoffe 1923, S. 17. — *H. Märker*, Tonind.-Ztg. 1922, S. 497. Ra.

Steinzeug, s. Keramische Werkstoffe.

Stellite sind Legierungen auf der Basis von Kobalt oder Nickel und Chrom, die wechselnde Mengen von Wolfram, Molybdän und anderen Metallen enthalten. Sie zeichnen sich durch große Härte und namentlich durch hohe Warmfestigkeit aus, so daß sie hauptsächlich als Schneidmetalle (Acrit, Caedit usw.) verwendet werden. — Chemisch sind diese Legierungen außerordentlich beständig, so daß manche Sorten auch von Salzsäure („Hastelloy C“, s. *B. E. Field*, Amer. Min. Metallurg. Engr. 1929, Techn. Publ. Nr. 191; *F. A. Rohrman*, Chem. metallurg. Engng. 1933, S. 646) und Königswasser nicht angegriffen werden. — Ihre hohe Verschleißfestigkeit rechtfertigt ihre Anwendung als Überzug bei Transportschnecken und Ringmühlen.

Lit.: *E. Rabald*, Werkstoffe und Korrosion I (Berlin 1931, Julius Springer); Dechema-Werkstoffberichte 1935—39 (Berlin, Verlag Chemie). — *B. E. Field*, Chem. metallurg. Engng. 1928, S. 96. — *F. A. Rohrman*, Chem. metallurg. Engng. 1933, S. 646. Ra.

Sternplattentürme, s. Skrubber.

Stiftmühlen, s. Schlagmühlen.

Stoffgasfilter (Stofffilter; s. auch *Gas- und Luftreiniger*). Die trockene Reinigung staubhaltiger Gase geschieht häufig durch Filter aus Stoffgeweben

besonderer Ausführung in der Weise, daß das zu reinigende Gas durch Tücher gesaugt oder gedrückt wird, wobei die Verunreinigungen auf der einen Filterseite zurückgehalten werden. Diese meist aus einer größeren Anzahl von Filterzellen aufgebauten Stofffilter werden als Schlauchfilter oder als Tuch- oder Taschenfilter gebaut. Die Schlauchfilter bestehen aus einzelnen, schwach konisch gewebten Schläuchen aus staubdichtem Filtertuch, die in der Regel in größeren Gruppen in Gehäusen aus Holz oder Eisen untergebracht sind. Durch ein Gebläse wird das unreine Gas durch die Filterschläuche hindurchgesaugt oder -gedrückt und das gereinigte Gas ins Freie abgeblasen oder der Verwendungsstelle zugeführt. Der an den Schläuchen sich festsetzende Staub wird während des Betriebes durch mechanische Vorrichtungen abgeklopft oder abgeschüttelt. Häufig wird auch nach dem Abschalten einer Filtergruppe durch diese reines Gas in umgekehrter Richtung durchgedrückt, wobei sich der abfallende Staub in Sammeltaschen sammelt.

Ein Saugschlauchfilter der Maschinenfabrik Beth A.-G., Lübeck, ist in Abb. 2038 dargestellt. Die staubführende Luft wird bei *a* in das Filtergehäuse *d* eingesaugt, verteilt sich in dem Kasten *b* auf die einzelnen Filtergruppen, durchströmt die Filterschläuche *c* und verläßt oben das Gehäuse. Durch eine auf dem Gehäusedeckel angebrachte Vorrichtung können einzelne Schlauchgruppen abgeschaltet werden, indem durch Hebel *h* und Gestänge *i* eine Klappe *k* um etwa 90° nach links gedreht wird. Gleichzeitig wird durch einen zweiten mit *h* verbundenen Hebel die Schlauchgruppe kurz angehoben und wieder fallen gelassen, wobei der an den Schläuchen hängende Staub in den Sammelraum *b* fällt, von wo aus er durch eine Transportschnecke weiterbefördert wird. Nach der in gewissen Zwischenräumen sich wiederholenden Reinigung wird durch Umlegen der Klappe *k* in die ursprüngliche Stellung die Filtergruppe wieder eingeschaltet. —

In ähnlicher Weise arbeiten auch die Druckfilter, bei denen das Rohgas von unten durch die Filterschläuche hindurchgedrückt wird und das Gehäuse ebenfalls oben wieder verläßt. Die Wirkung der Schlauchfilter ist eine sehr gute, der Reinheitsgrad des Reingases beträgt bis zu $0,01 \text{ g/m}^3$; der Druckverlust in den Filterschläuchen beträgt 50—100 mm WS, der Kraftbedarf für die Gasförderung etwa $2,5 \text{ PS}/1000 \text{ m}^3 \cdot \text{std}$.

Eine neuere Ausführung eines Schlauchfilters ist das Standard-Rundfilter (Abb. 2039) der Standard-Filterbau G. m. b. H., Münster i. W. Es besteht aus einem zyklonartigen Unterteil als Vorabscheider, in den die Staubluft tangential eintritt und in ihm einen Teil des mitgeführten Staubes abgibt. Die so vorgereinigte Luft wird dann durch einen Verteiler den Schläuchen zur Feinreinigung

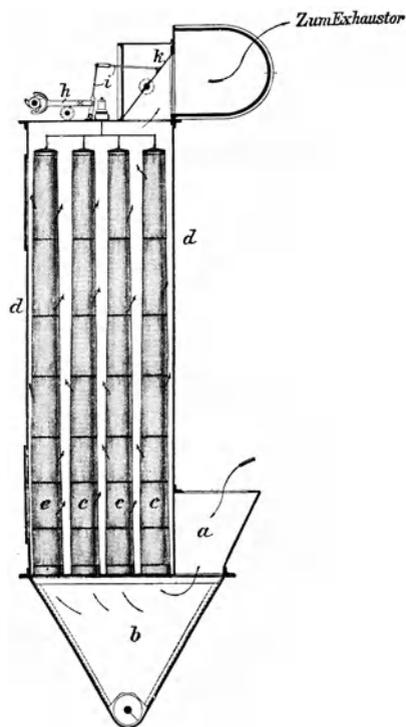


Abb. 2038. Saugschlauchfilter (Beth).

zugeführt. Die Schläuche sind in einem Rundgehäuse mit vier Kammern untergebracht, von denen sich immer drei in Arbeitsstellung befinden, während in der vierten die Schläuche abgeklopft und von einem Reiluftstrom durchspült werden. Sowohl die Steuerung des Verteilers als auch das Abklopfen der abzureinigenden Abteilung geschieht durch ein gemeinsames Getriebe, das durch einen Elektromotor von etwa $\frac{1}{3}$ PS angetrieben und in langsame Umdrehung versetzt wird. Jede einzelne Kammer wird daher taktmäßig außer Betrieb genommen und für sich gereinigt. Die Filter enthalten bis zu 72 Schläuche und reichen für Leistungen bis $13000 \text{ m}^3/\text{std}$ aus.

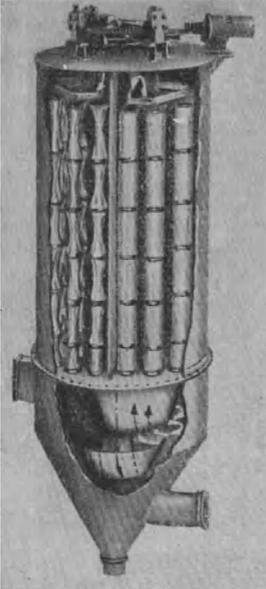


Abb. 2039. Standard-Rundfilter (Standard-Filterbau).

für den Einbau in gemauerte Kanäle geliefert. Abb. 2040 zeigt ein Taschenfilter von K. & Th. Möller G. m. b. H., Brackwede, bei dem die Befestigung, Spannung und Abdichtung der einzelnen Taschen durch eine einzige Vorrichtung erfolgt.

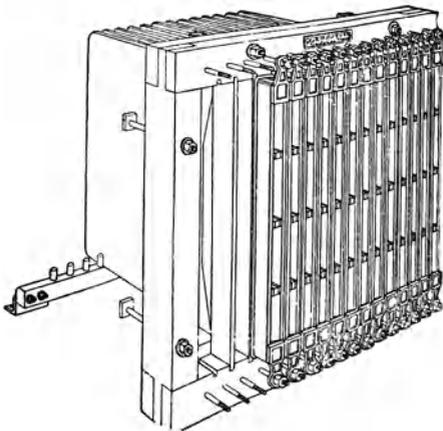


Abb. 2040. Taschenfilter (Möller).

Die Tuchfilter bestehen aus einem Baumwollgewebe besonderer Art, das entweder einzelne Taschen bildet oder zickzackförmig als zusammenhängendes Tuch auf Holzrahmen gespannt wird. Sie eignen sich besonders zur Reinigung staubhaltiger Luft, sofern der Staubgehalt der Rohluft nicht sehr hoch ist und ihre Temperatur $80-90^\circ$ nicht übersteigt. Der Betriebswiderstand der Tuchfilter beträgt anfangs etwa 1 mm WS und wächst mit zunehmender Verschmutzung des Filters; sobald er auf 6 mm WS gestiegen ist, sollen die Filtertücher durch Abklopfen oder mittels Staubsauger gereinigt werden. Die Tuchfilter werden entweder mit vollständigen Holz- oder Eisengehäusen oder

für den Einbau in gemauerte Kanäle geliefert. Abb. 2040 zeigt ein Taschenfilter von K. & Th. Möller G. m. b. H., Brackwede, bei dem die Befestigung, Spannung und Abdichtung der einzelnen Taschen durch eine einzige Vorrichtung erfolgt. Die normale Rahmenhöhe beträgt 2000 , die Tiefe der Taschen 1250 mm . Die Taschen können einzeln nachgespannt oder ausgewechselt werden. Die Reinigung während des Betriebs ist, wie beim Schlauchfilter, nicht möglich; sie erfolgt bei geringer Verschmutzung durch Abbürsten oder Abklopfen ohne Ausbau der Taschen, nach mehrmonatlichem Betrieb zweckmäßig durch einen Staubsauger. Abb. 2041 zeigt ein Taschenfilter ohne Gehäuse, eingebaut in einen gemauerten Kanal. Ein selbstdichtendes Einzeltaschen-Tuchfilter der Deutschen Luftfilter-Baugesellschaft m. b. H., Berlin (Delbag), zeigt Abb. 2042. — Die Wirkung der Tuchfilter ist eine sehr gute; trotzdem werden sie mehr und mehr durch Metallfilter (s. d.) verdrängt, weil sie sehr viel Platz beanspruchen, nur für Temperaturen unter 100° geeignet

sind, infolge der häufig notwendigen Reinigung stark verschleifen und, wie zahlreiche Filterbrände beweisen, sehr feuergefährlich sind.

In den Fällen, wo nicht nur eine Entstaubung, sondern auch eine Entkeimung der atmosphärischen Luft notwendig ist, z. B. in Brauereien, Hefefabriken, Brennereien u. dgl., werden Keimfilter (Abb. 2043) verwendet. Diese bestehen aus einem Vorfilter *B* und dem eigentlichen Keimfilter *A*. Das Vorfilter ist ein normales, in einen Holzkasten eingebautes Tuchfilter. Das in einem eisernen Kasten untergebrachte Keimfilter besteht aus einem besonders dicht gewebten, imprägnierten Filterstoff in Taschenform. Zwischen Vorfilter *B* und Keimfilter *A* ist der Ventilator *C* eingebaut. Zur Sterilisierung des Keimfilters dient ein Desinfektor *M*,

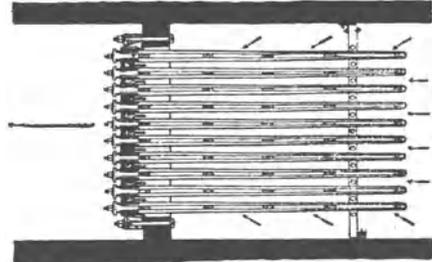


Abb. 2041. Einzeltaschen-Tuchfilter zum Einbau in Mauerwerk.

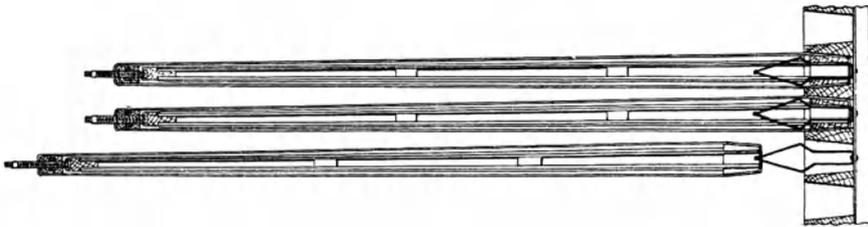


Abb. 2042. Schnitt durch ein Delbag-Taschenfilter.

in dem Formaldehyd verdampft wird. Zum Trocknen der Filtertücher sind im Keimfilter Heizschlangen vorgesehen.

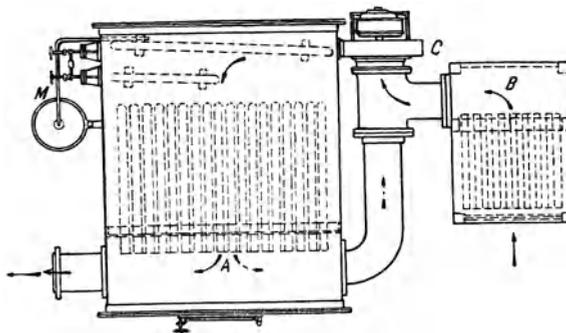


Abb. 2043. Keimfilter.

Lit.: *C. Naske*, Zerkleinerungsvorrichtungen und Mahlanlagen (4. Aufl., Leipzig 1926, Julius Springer).

Moser.

Stopfbüchsen (*s. auch Dichtungen*) dienen zum Abdichten des Spaltes zwischen einem sich drehenden oder einem sich hin- und herbewegenden Maschinen- oder Apparateteil und einem unter Über- oder Unterdruck stehenden Gehäuse. Als Anwendungsbeispiele seien die Stopfbüchsen zum Verschließen des Spaltes zwischen Spindel und Gehäuse von Schiebern und Ventilen (*s. d.*), des Ringraums zwischen Wellen und Gehäusen von Kreiselpumpen (*s. Pumpen*) und zwischen Kolbenstange oder Kolben und Maschinengehäuse von Kolbenkompressoren (*s. d.*) und Kolbenpumpen (*s. Pumpen*) genannt. Eine Sonderbauart bilden die Stulpdichtungen (*s. d.*).

Eine Stopfbüchse besteht aus der Packung und der Stopfbüchsenbrille, die sich mit ihrer Innenfläche gegen die Packung legt und diese zusammendrückt so daß sie den für die Packung erweiterten Raum zwischen Spindel oder Welle und Gehäuse bis auf einen engen Spalt an der Gleitfläche abschließt (*s. auch Schieber, Ventile*). Damit die Packung infolge der Pressung nicht in das Gehäuse gedrückt wird, ruht sie auf der Gegenseite auf einem Ring, der den Packungsdruck auf das Gehäuse überträgt. Je größer der aufzunehmende Druckunterschied ist, um so länger muß in der Regel die Packung gewählt werden.

Die Brille wird in der Regel durch zwei Schrauben gegen die Packung gezogen. Die Schrauben werden oft als Klappschrauben ausgeführt. Die Brille erhält in diesem Fall zum Ein- und Auslegen der Schrauben Schlitze. Statt der Klappschrauben verwendet man häufiger die billigeren Hammerschrauben. Damit die Brille sich nicht verklemmt, müssen die Schrauben gleichmäßig angezogen werden. Bei kleinen Ausführungen wird meist eine Überwurfmutter bevorzugt, die sich gegen einen Stopfbüchsenring legt. Die Mutter hat den Vorteil, daß die Stopfbüchse stets gleichmäßig angedrückt wird. — Die Stärke der Anpressung hängt von dem Innendruck, gegen den abzudichten ist, und von der Art der Stopfbüchsenpackung (Weich- oder Hartpackung) ab. Die zum Abdichten erforderliche spezifische Flächenpressung auf der Stirnfläche der Packung kann man bei Schiebern und Ventilen im Mittel etwa mit dem zwei- bis dreifachen Betrag des jeweiligen Nenndruckes annehmen.

Die Packung soll elastisch und haltbar sein, sie soll sich durch die Reibungswärme umlaufender Maschinenteile (Wellen, Buchsen usw.) nicht verändern und muß unter allen Betriebsbedingungen einen sicheren Abschluß gewährleisten. Hierzu eignen sich die verschiedensten Werkstoffe, deren Auswahl von Fall zu Fall zu entscheiden ist. Für geringere Drücke verwendet man Weichpackungen aus Gummi, Gummi mit Gewebe- oder Metalleinlagen, Baumwolle, Hanf, für höhere Temperaturen Asbest, daneben, besonders zum Abdichten gegen Dämpfe, heiße Flüssigkeiten und unter hohen Drücken stehende Gase, Hartpackungen aus weichen Metallen oder Kohlingen. Faserstoffpackungen werden mit verschiedenen Stoffen gefüllt und imprägniert, z. B. mit Talkum, Graphit, Talg, Stearin, Paraffin usw.

Soll die Packung schmierend wirken, so verwendet man Geflechte mit großen Zwischenräumen, die Fette aufnehmen und abgeben können. Mineralstoffe, wie Schwerspat, sollen für Packungen nicht verwendet werden. Die Werkstoffe werden in Form von Ringen oder Schnüren, die meist vierkantigen Querschnitt haben, in den Packungsraum gebracht. Um Verdickungen zu vermeiden, die beim Einlegen einer langen Schnur am Anfang und am Ende entstehen müssen, bringt man die Schnur meist in Form einzelner Ringe ein.

Abb. 2044 zeigt als Beispiel den Schnitt durch eine aus Gummi und Baumwollgeflecht bestehende Weichpackungsschnur. Das gummierte Geflecht ist dabei um den in der Mitte liegenden Rundgummi gewickelt.

Je größer die Geschwindigkeiten der abzudichtenden Maschinenteile im Spalt der Packung sind, um so mehr Wert ist darauf zu legen, besonders weiche Stoffe, wie Gummi, Baumwolle, zu verwenden, damit der Verschleiß gering bleibt. Der Wellenteil, der in der Stopfbüchse umläuft, kann für derartige Betriebsbedingungen mit einer Wellenschutzbüchse aus einem harten und rostbeständigen Werkstoff umgeben werden. — Stopfbüchsenpackungen sind meist empfindlich gegen Erschütterungen. Ein ruhiger Lauf der Welle ist daher anzustreben.

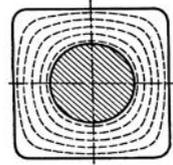


Abb. 2044. Querschnitt durch eine Weichpackungsschnur.

Für hohe Drücke und geringe Geschwindigkeiten eignen sich Dichtungen aus Preßstoffen, die aus Faserstoffen, besonders auch aus Zellulose und Asbest, bestehen und mit einem Bindemittel zu Platten gepreßt werden. Aus diesen werden die einzelnen Dichtungsringe herausgeschnitten. Der Härtegrad der Dichtungstoffe richtet sich nach den bei der Herstellung angewendeten Preßdrücken. Packungen dieser Art haben meist keine Gewebereinlagen.

Für sehr hohe Drücke und auch für hohe Temperaturen kommen nur Metallpackungen in Betracht (s. auch Dichtungen). Als Beispiel zeigt Abb. 2045 eine Packung, die aus Weißmetallringen *a* von U-förmigem Querschnitt besteht, die auf kegelig abgedrehten Metallringen liegen. Die Stopfbüchsenbrille *c* preßt die Ringe *a* gegen die Ringe *b*, so daß sich die äußeren Flächen der Ringe *a* an die Stange und an das Gehäuse fest anlegen. Die Hohlräume der Ringe werden bisweilen mit Graphit gefüllt, der allmählich an die Gleitflächen gelangt und schmierend wirkt.

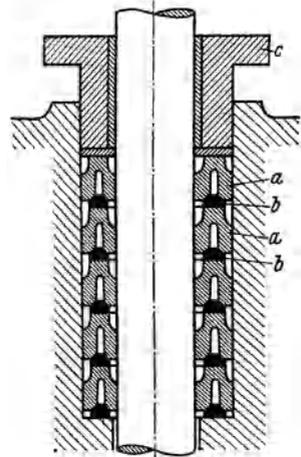


Abb. 2045. Metall-Stopfbüchsenpackung.

Ist die im Gehäuse befindliche Flüssigkeit heiß, so kann es sich empfehlen, den Raum außerhalb der Packung mit einem Kühlmantel zu versehen, durch den im Betrieb kaltes Wasser strömt. Wegen der schlechten Wärmeleitung in der Packung ist diese Kühlung jedoch wenig wirksam. Ist gegen einen Stoff mit besonders hohen Temperaturen abzudichten, so ordnet man daher zwischen dem abzudichtenden Raum und der Stopfbüchse über der Welle oder Stange eine Kühlstrecke an, die aus einem wassergekühlten Zylinder besteht. Diese kühlt den unter Überdruck stehenden Stoff, der aus dem abzudichtenden Raum oder Gehäuse durch den engen Spalt zwischen Kühlzylinder und Welle strömt, so daß nur kalte Flüssigkeit von innen an die Stopfbüchse gelangen kann.

Steht der abzudichtende Raum unter Unterdruck, wie es bei saugenden Pumpen der Fall ist, so hat die Stopfbüchse im Betrieb die Aufgabe, diesen gegen den Außendruck der Atmosphäre abzudichten. Da die Packung stark angezogen werden müßte, um das Einströmen von Luft zu verhindern, sieht man in diesem Fall vor der Stopfbüchse einen besonderen Sperrwasserkanal

vor, dem mit Hilfe einer besonderen Leitung oder eines Kanals Druckwasser zugeführt wird. Die Stopfbüchse hat dann lediglich gegen den geringen Druck des Sperrwassers abzudichten.

Um das Austreten von schädlichen Gasen oder Dämpfen in die Arbeitsräume zu verhindern, schaltet man in Sonderfällen auch zwei Stopfbüchsen hintereinander (s. auch Autoklaven, S. 60). Dabei hat man die Möglichkeit, je nach dem im Spalt sich einstellenden Druckabfall verschiedene Packungen nacheinander zu verwenden.

Stopfbüchsen erfordern im Betrieb stets eine aufmerksame Wartung. Da die Elastizität der Packung im Betrieb nachläßt, muß die Brille von Zeit zu Zeit nachgezogen werden. Stopfbüchsen für Wellendichtungen dürfen nur leicht angezogen werden. Stopfbüchsen für Kreiselpumpen dürfen nur soweit angedrückt werden, daß im Stillstand gerade noch etwas Wasser heraustropft. Um Leckwasser abzuführen, kann die Stopfbüchsenbrille einen ringförmigen Kanal erhalten, der unten mit einem Ablaufrohr verbunden ist. Der Leckverlust läßt sich durch Anziehen nur bis zu einer gewissen Grenze verringern, da der Spalt sich nicht beliebig verengern läßt. Ist diese Grenze erreicht, so ist ein weiteres Anziehen zwecklos.

Wird die Stopfbüchse einer Kreiselpumpe zu stark angezogen, so besteht die Gefahr des Heißlaufens oder Anfressens der Welle. Außerdem wird die Packung leicht zerstört, so daß sich Undichtigkeiten einstellen. Oft kann es erforderlich sein, die Stopfbüchsen von Kreiselpumpen nach dem Stillsetzen nachzuziehen. Vor der Inbetriebsetzung muß sie dann wieder gelockert werden. Durch Drehen der Welle von Hand kann man sich von dem mehr oder weniger leichten Gang überzeugen.

Ist die Packung nach längerer Betriebszeit hart geworden, so muß sie ausgewechselt werden. Um den Austausch der Stopfbüchsenpackungen von Ventilen (s. d.) und Schiebern (s. d.) während des Betriebes möglich zu machen, kann die Spindel einen Bund erhalten, der zum Wechseln der Packung gegen eine entsprechende Dichtungsfläche im Innern des Gehäuses gedrückt wird und damit vorübergehend die Abdichtung übernimmt.

Besonders schädlich können sich Fremdkörper auswirken, die in die Packung gelangen. Ist gegen einen hin- und hergehenden Maschinenteil abzudichten, so entstehen in diesem Fall auf der Gleitfläche Riefen, die bei hohen Drücken einen dichten Abschluß unmöglich machen können. Hier wird ein Nacharbeiten der beschädigten Flächen erforderlich.

Stopfbüchsen sollen möglichst nicht als Führung dienen. Zur Führung des sich in der Stopfbüchse bewegendem Maschinenteils sind daher außerhalb der Stopfbüchse besondere Führungsflächen vorzusehen.

Die Notwendigkeit ständiger Wartung im Betrieb und die Schwierigkeiten, die besonders bei der Förderung chemisch angreifender Flüssigkeiten auftreten, haben im Pumpenbau für die chemischen Industrien zu Bestrebungen geführt, die Stopfbüchsen zu vermeiden. Wenn ein Maschinenteil mit hin- und hergehenden Bewegungen von geringem Hub gegen das umgebende Gehäuse abzudichten ist, so ist dies mit Hilfe einer Membran (s. d.) möglich (s. auch Pumpen, S. 1254). Kreiselpumpen können mit Hilfe besonderer baulicher Maßnahmen auch ohne Stopfbüchse gebaut werden (s. Pumpen, S. 1262).

Eine den Stopfbüchsen ähnliche Bauart weisen einige Muffenverbindungen auf (s. Muffen). Der Unterschied gegenüber den Stopfbüchsen besteht darin, daß in der Muffe nur unbedeutende Bewegungen auftreten.

Lit.: *H. Gronau*, Untersuchung von Stopfbüchsenpackungen und Manschettendichtungen für hohen hydraulischen Druck (München/Berlin 1935, Oldenbourg). — *H. Sondermann*, Packungen und Manschetten für hohen hydraulischen Druck (Z. Ledertreibriemen u. techn. Lederartikel 1931, S. 163). — *P. Schröder*, Absperrmittel (Berlin 1934, Kiepert).

Thormann.

Stoßabscheider, s. Prallvorrichtungen.

Stoßreiniger (s. auch *Elektrofilter*, *Gas- und Luftreiniger*) benutzt man vielfach zur Trockenreinigung von Gasen, die Verunreinigungen in nebel- oder tropfenartiger Form enthalten; bei ihnen wird das Gas gezwungen, häufig seine Strömungsrichtung zu wechseln und dabei die Verunreinigungen abzugeben. In ihrer einfachsten Form bestehen diese Stoßreiniger aus kasten- oder zylinderförmigen Gefäßen mit einem Siebboden, auf dem geeignete Füllkörper (Koks, Raschigringe u. dgl.) aufgeschüttet sind. Beim Durchströmen des Gases durch die Füllung stoßen sich die mitgeführten Nebelbläschen und Tröpfchen an den scharfen Kanten der Füllkörper, werden dabei zerrissen und aus dem Gas ausgeschieden. Abb. 2046 zeigt als Beispiel ein derartiges Steinzeugfilter der Deutschen Ton- u. Steinzeugwerke A.-G., Berlin (D. T. S.), zur Reinigung und Entsäuerung von Gasen, insbesondere für Salzsäure-, Salpetersäure-, Schwefelsäure-, Nitrier- und Denitrieranlagen. Das zu reinigende Gas wird durch das Einströmrohr *a* unter den Siebboden geführt, durchströmt das auf diesem angehäuften Füllmaterial und verläßt den Reiniger durch das Ausgangsrohr *b*. Da gasförmige Verunreinigungen hierbei nicht ausgeschieden werden, muß das Gas vor dem Filter so weit abgekühlt werden, daß die Beimengungen in den tropfbar-flüssigen Zustand übergehen. Die ausgeschiedenen Verunreinigungen sammeln sich in dem Raum unter dem Siebboden und werden von dort fortlaufend oder in Abständen abgezogen.

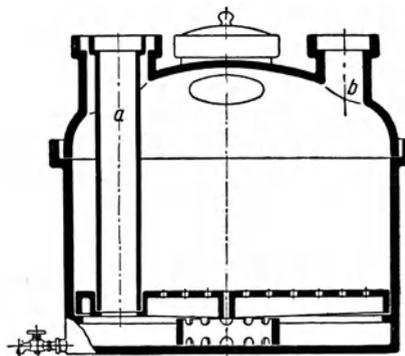


Abb. 2046. Steinzeugfilter (D. T. S.).

Statt der Füllkörper können bei diesen Stoßreinigern auch feste Einbauten aus Profileisen, Ketten, versetzten Blechwänden usw. verwendet werden, die den Gasstrom zu häufiger Richtungsänderung zwingen. Die einfachen Stoßreiniger werden vielfach als Tropfenfänger hinter Schleuderwaschern (s. d.) und Desintegratorwaschern (s. d.) verwendet; sie können aber auch zur groben Vorreinigung von Staub benutzt werden und dienen dann bei sehr staubhaltigen Gasen als Vorreiniger vor den eigentlichen Staubfiltern (s. Stoffgasfilter, Metallfilter).

Zu den Stoßreinigern gehört auch der in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts von *Pelouze* und *Audouin* angegebene Teerscheider (vgl. Teerabscheider) zur Entfernung des Teeres aus Steinkohlengas. Seine Wirkung beruht auf einer möglichst feinen Zerteilung des Gasstroms und der Herbei-

führung wiederholter Richtungsänderungen der Gasstromfäden, so daß die verhältnismäßig schweren Teerteilchen abgeschleudert, von besonderen Prallflächen aufgefangen und abgeleitet werden. Die Teerabscheidung geschieht dabei in einer oder in mehreren im Apparat aufgehängten

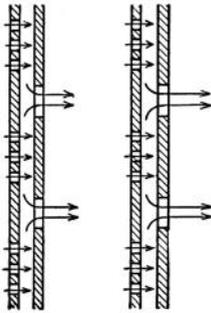


Abb. 2047. Anordnung der Löcher und Schlitzreihen in den Teerscheiderblechen.

doppelten Glocke aus parallelen Siebblechen, die nach Abb. 2047 teils mit feinen Löchern, teils mit länglichen Schlitzreihen versehen und so gegeneinander versetzt sind, daß den Löchern und Schlitzreihen stets volle Prallflächen entgegenstehen, an denen sich die abgeschleuderten Teerteilchen festsetzen. Die Anordnung der Siebbleche in der Glocke zeigt Abb. 2048, den Aufbau des Teerscheiders selbst Abb. 2049. Das unten in den Apparat einströmende Gas wird durch einen Stutzen *a* unter die in einen Teerverschluß tauchende Glocke geführt und dort gezwungen, zweimal mit erhöhter Geschwindigkeit die feinen Löcher der Siebbleche zu durchströmen. Aus den Schlitzreihen des äußersten Glockenbleches tritt das Gas in den Oberteil des Apparates und verläßt diesen durch den Ausgangsstutzen. Zur wirksamen Ausscheidung des Teers muß die Glocke auf einen bestimmten Gegen-

druck eingestellt werden, was durch die Gegengewichte *g* geschehen kann. Die Abdichtung der nach außen tretenden Aufhängestange der Glocke ge-

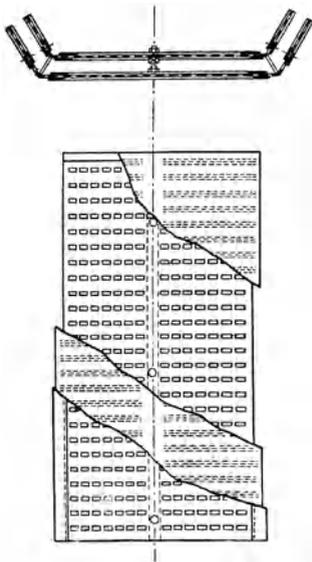


Abb. 2048. Siebbleche einer Teerscheiderglocke von *Pelouze* u. *Audouin*.

schieht im Oberteilrohr durch einen Wasserverschluß *w*, so daß sich die Glocke reibungslos heben und senken und dadurch den freien Durchgangsquerschnitt für das Gas vergrößern oder verkleinern kann. Der Apparat paßt sich also selbsttätig dem schwankenden Gasdurchgang an. Der ausgeschiedene Teer sammelt sich im Unterteil des Teerscheiders und verläßt dieses fortlaufend durch den Teerablaufstutzen *t*. Der günstigste Druckverlust der Glocke liegt erfahrungsgemäß zwischen 70 und 100 mm WS. Das Oberteil des Teerscheiders erhält eine geräumige Türöffnung, durch welche die Glocke zwecks Reinigung leicht ausgetauscht werden kann. Die Beschaffung einer Ersatzglocke ist notwendig. Es ist wiederholt versucht worden, eine allzu rasche Verschmutzung der Glocke durch Berieselung derselben mit Ammoniakwasser oder heißem Teer zu verhindern; dauernden Erfolg haben diese Versuche indessen nicht gehabt. Die für die Teerausscheidung günstigste Gastemperatur ist etwa 18–30°; zu niedrige Temperatur bewirkt Verdickung des Teers und rasche Verschmutzung der Glocke, ungenügende Kühlung bedingt mangelhafte Entteerung. Unter normalen Verhältnissen wird mit dem *Pelouze*-Apparat etwa 99,5 Proz. des vor dem Teerscheider vorhandenen Teers ausgeschieden.

Eine Abart des Teerscheiders von *Pelouze* ist der Teerwascher von *Drory*, bei dem das Gas erst durch eine Waschung angefeuchtet wird, bevor es unter

die Glocke gelangt. Das Gas tritt zu diesem Zweck im Unterteil des Teerscheiders durch eine am Rande zickzackförmig ausgeschnittene Glocke in Form von Blasen durch eine Wassertauchung. Die Wirkung ist ungefähr dieselbe wie beim *Pelouze*-Apparat.

Für große Gasmengen (die *Pelouze*-Apparate sind bis zu einem Gasdurchgang von 540000 m³/24 std gebaut worden) werden diese Teerscheider sehr umfangreich und teuer. Man hat versucht, für große Leistungen Apparate mit umlaufender Stoßglocke zu bauen; ein derartiger Apparat ist von *Koppers* angegeben worden. Das Gas muß bei diesem eine waagrecht liegende, von Hand oder durch einen Elektromotor angetriebene drehbare Glocke durchströmen, die ähnlich wie die Glocke des *Pelouze*-Apparates aus mehreren Lagen gelochter und geschlitzter Bleche besteht und in ein Teerbad eintaucht. Die Anpassung an die veränderliche Menge des zu entteerenden Gases erfolgt durch Veränderung des Spiegels des Teerbades, der in beliebiger Höhe gehalten werden kann. Trotzdem bei diesem Apparat die selbsttätige Einstellung der leicht beweglichen Glocke an den veränderlichen Gasdurchgang aufgegeben worden ist, soll er sich im Kokereibetrieb gut bewährt haben (s. Feuerungstechn. 1937, S. 210). Ein auf gleicher Grundlage beruhender Teerscheider wird auch von der *Bamag-Meguin A.-G.*, Berlin, gebaut. Neudrings sind die *Pelouze*-Apparate vielfach dadurch ersetzt worden, daß man die Teernebel aus dem Steinkohlengas durch Elektrofilter entfernt, ein Verfahren, das insbesondere zur Entteerung der großen Gasmengen auf Kokereien aussichtsreich sein dürfte.

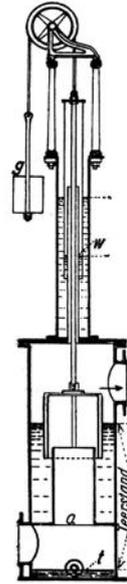


Abb. 2049.
Teerscheider von *Pelouze* und *Audouin*.

Lit.: Der Kondensationsapparat von *Audouin* und *Pelouze* (*J. f. Gasbel. u. Wasserversorgung*, 1873). — *Everitt*, Die Entfernung des Teerbenebels aus Rohgas (*Ebenda* 1905). — *Clayton*, Die Bestimmung des Teerbenebels im Gas und seine Abscheidung (*Ebenda* 1907). — *Thau*, Wascher für Kohlen- u. Koksgase (*Feuerungstechn.* 1937, Heft 7 u. 8). — Siehe auch die Lit. bei Gas- und Luftreiniger. Moser.

Strahlpumpen fördern Flüssigkeiten mit gespanntem Dampf oder mit Druckwasser als Treibmittel, so daß man Dampfstrahl- und Wasserstrahlpumpen unterscheiden kann. Die unter Druck stehende Treibflüssigkeit verwandelt ihre Druckenergie in kinetische Energie und mischt sich dann mit der Förderflüssigkeit. Die kinetische Energie des Gemisches wird darauf wieder in Druckenergie mit Hilfe eines Diffusors umgesetzt. Wegen ihrer Einfachheit eignen sich die Strahlpumpen auch zur Förderung schmutzigen Wassers sowie aller in der chemischen Industrie vorkommenden Flüssigkeiten. Entsprechend ihren Eigenschaften werden die Strahlpumpen mit allen im Apparatebau üblichen Baustoffen ausgeführt. (Siehe auch Luftpumpen.)

Eine Dampfstrahlpumpe (Abb. 2050; Schäffer & Budenberg G. m. b. H., Magdeburg-Buckau) besteht aus der Dampfduße, dem mit den notwendigen Anschlüssen versehenen und den Mischraum enthaltenden Gehäuse und dem Diffusor. Die auf Abb. 2050 dargestellte Bauart ist besonders für geringe Saughöhen (bis 1,5 m) und große Druckhöhen (bis 40 m) oder große Saughöhen (bis 7 m) und kleine Druckhöhen (2–15 m) bei Dampfspannungen bis 10 kg/cm²

geeignet. In die Dampföse kann eine Regelvorrichtung eingebaut werden, die aus einem Nadelventil besteht, dessen Kegel mit einer Spindel mehr oder weniger in die Öse eingeschoben wird. — Einfache Dampfstrahlpumpen dienen ferner oft zum Anwärmen und Vermischen von Flüssigkeiten (s. auch Rührvorrichtungen), wobei im Vergleich mit den einfachen Einblasrohren (s. d.) ein geräuschloser Betrieb möglich ist.

Die Druckleitung ist möglichst mit einem Abschlußorgan zu versehen. Dampfstrahlpumpen werden auch zum Fördern unmittelbar aus Rohrbrunnen gebaut, wozu sie sich infolge ihrer gedrängten Bauart gut eignen. In diesem Fall wird das Dampfrohr zum Schutz gegen Wärmeverluste mit einem besonderen Schutzrohr umgeben. Die Dampfstrahlpumpe wird dabei entweder so angeordnet, daß sich die Mischkammer unterhalb des Flüssigkeitsspiegels befindet, oder sie wird über dem Wasserspiegel eingebaut und mit einem Saugrohr versehen.

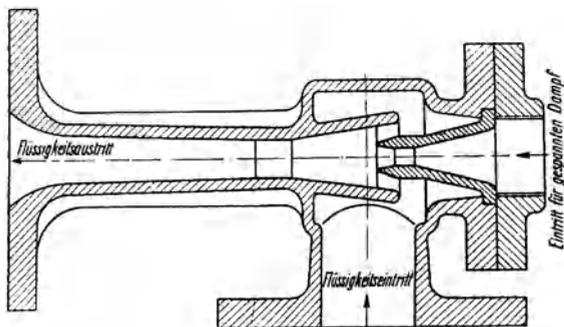


Abb. 2050. Dampfstrahlpumpe (Schäffer & Budenberg).

Der Dampfverbrauch der Dampfstrahlpumpen ist um so höher, je geringer der Dampfdruck und je größer die gesamte Förderhöhe ist. In dem gleichen Maß erwärmt sich die zu fördernde Flüssigkeit durch den kondensierten Dampf. Die Dampfstrahlpumpen sind daher besonders dort am Platz, wo diese Wärme nicht als verloren anzusehen ist.

Zu den Dampfstrahlpumpen gehören auch die sog. Injektoren, die sich besonders zur Förderung des Speisewassers von Dampfkesseln bewährt haben. Sie werden saugend oder nicht saugend, mit einer Öse oder mit zwei hintereinandergeschalteten Düsen ausgeführt, was besonders bei der Förderung von warmem Wasser (bis 60°) zweckmäßig ist. Die Injektoren müssen, wenn sie das Wasser ansaugen sollen, mit einer Dampfregelvorrichtung versehen sein, die bei der Inbetriebsetzung allmählich geöffnet wird, um zunächst die Luft zu entfernen, die mit den zuerst geförderten, geringen Wassermengen durch einen besonderen Stutzen austritt. Wird die Wasserförderung z. B. durch Eintreten von Luft unterbrochen, so muß der Injektor von Hand neu angelassen werden.

Um dieses zu vermeiden, baut man sog. Restarting-Injektoren (Abb. 2051), die eine Klappöse zwecks Abführung des Schlaberwassers haben. Die Dampföse 3 wird durch die Regulierspitze 2 mit Hilfe des Exzenters 11 auf einen größeren oder kleineren Querschnitt für den durchtretenden Dampf gebracht. Das seitlich durch einen Stutzen eintretende Wasser gelangt in die Einsatzöse 5. An diese schließt sich die aus zwei aufklappbaren Hälften bestehende Öse 6 an, die das selbsttätige Wiederanlassen des Injektors ermöglicht. Derartige Injektoren werden für Drücke bis etwa 15 at und Saughöhen bis zu 6 m, Doppelinjektoren auch für Drücke bis zu 20 at gebaut. Im Betrieb werden sie meist stehend, wie Abb. 2051 zeigt, mit dem

Werkstoffe, physikalische Eigenschaften und Korrosion.

Von Dr. Erich Rabald.

Band I: **Allgemeiner Teil. Metallische Werkstoffe.** Mit 415 Figuren und einer farbigen Tafel. XXI, 976 Seiten. 1931.

Band II: **Nichtmetallische Werkstoffe.** Mit 96 Figuren im Text und 3 Zahlentafeln. IX, 392 Seiten. 1931. Beide Bände zusammen RM 115.20; gebunden RM 121.50

Korrosion, Passivität und Oberflächenschutz von Metallen.

Von U. R. Evans. Ins Deutsche übertragen und mit einigen Ergänzungen versehen von Dr. E. Pietsch, Berlin. Mit 94 Abbildungen im Text. XXXIII, 742 Seiten. 1939. RM 54.—; gebunden RM 56.70

Korrosionen an Eisen und Nichteisenmetallen.

Betriebs- erfahrungen in elektrischen Kraftwerken und auf Schiffen. Von August Siegel VDI, Oberingenieur i. R. der AEG-Turbinenfabrik Berlin. Mit 112 Abbildungen auf 22 Tafeln. V, 86 Seiten. 1938. RM 19.50; gebunden RM 21.60

Korrosionstabellen metallischer Werkstoffe

geordnet nach angreifenden Stoffen. Von Dr.-Ing. Franz Ritter VDI. V, 193 Seiten. 1937. (Verlag von Julius Springer-Wien.) Gebunden RM 19.80

Rostschutz und Rostschutzanstrich.

Von Professor Hermann Suida, Wien, und Privatdozent Heinrich Salvaterra, Wien. (Technisch-gewerbliche Bücher, Band 6.) Mit 193 Abbildungen im Text. VI, 344 Seiten. 1931. (Verlag von Julius Springer-Wien.) Gebunden RM 24.—

Ausgewählte chemische Untersuchungsmethoden für die Stahl- und Eisenindustrie.

Von Chem.-Ing. Otto Niezoldi. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. VIII, 175 Seiten. 1939. RM 6.90

Technische Oberflächenkunde.

Feingestalt und Eigenschaften von Grenzflächen technischer Körper, insbesondere der Maschinenteile. Von Professor Dr.-Ing. Dr. med. h. c. Gustav Schmaltz, Inhaber der Maschinenfabrik Gebr. Schmaltz, Offenbach a. M. Mit 395 Abbildungen im Text und auf 32 Tafeln, einem Stereoskopbild und einer Ausschlagtafel. XVI, 286 Seiten. 1936. RM 43.50; gebunden RM 45.60

Neuere Anschauungen der organischen Chemie.

Von Dr. Eugen Müller, Dozent am Chemischen Laboratorium der Friedrich Schiller-Universität Jena. (Organische Chemie in Einzeldarstellungen, 1. Band.) Mit 40 Abbildungen. X, 391 Seiten. 1940. RM 27.—; gebunden RM 28.80

Die Betriebsbuchhaltung der chemischen Industrie.

Von Fabrikdirektor Dr. Peter Schlösser, Saarau/Schles. I: Text. VIII, 91 Seiten. II: Formulare. IX, 112 Seiten. 1938. In zwei Bänden gebunden RM 26.40

Z u b e z i e h e n d u r c h j e d e B u c h h a n d l u n g