

XX. Die Speisewasserreinigung.

1. Allgemeines. Beimengungen des Speisewassers.

Alles zum Speisen der Kessel zur Verfügung stehende Wasser enthält Beimengungen, deren Art und Menge von dem Wege, welchen das Wasser von der Wolke bis zur Schöpfstelle zurückgelegt hat, abhängen.

Verhältnismäßig am reinsten ist das Regenwasser, doch ist seine Gewinnung zu unbequem; man ist daher auf Brunnen und Wasserläufe angewiesen. Bei Benützung städtischer Wasserleitungen schöpft man auch aus einer dieser beiden Quellen.

Die Verunreinigungen sind entweder zum Teil unlösliche Beimengungen im Wasser, wie Schlamm, Lehm, Eisenoxyde, Kohlen, organische Bestandteile und Öl. Diese finden sich vorzugsweise in dem aus Wasserläufen gewonnenen Wasser, während Brunnenwasser im allgemeinen davon frei ist. Die Reinigung von diesen Bestandteilen geschieht durch mechanische Vorrichtungen. Lösliche Bestandteile nimmt das Wasser teils schon in der Luft, hauptsächlich aber während des Durchsickerns durch die Schichten des Erdbodens auf. Solche Bestandteile sind:

- a) Gase: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure;
- b) leicht lösliche Stoffe: Chlornatrium (Kochsalz) NaCl, Chlorcalcium CaCl, Chlormagnesium MgCl, schwefelsaure Magnesia MgSO₄, doppeltkohlensaurer Kalk Ca(HCO₃)₂;
- c) schwer lösliche Stoffe: kohlensaurer Kalk CaCO₃, kohlensaure Magnesia MgCO₃, Gips CaSO₄, Kieselsäure SiO₂, Tonerde Al₂O₃, kohlensaures Eisenoxyd FeCO₃, Salpetersäure, Humussäure, Fettsäuren.

Die Säuren, sowie Sauerstoff haben eine schädliche Wirkung, indem sie die Kesselwandungen angreifen, ebenso die Chlorverbindungen, sobald sie sich zersetzen und Gelegenheit zur Bildung freier Salzsäure geben. Der Stickstoff ist chemisch unwirksam, daher nicht schädlich.

Die Gase werden schon durch Erhitzung ausgetrieben und verschwinden also, wenn das Wasser bereits außerhalb des Kessels genügend hoch erwärmt wird. Die Gegenwart von Säuren weist man durch blaues Lackmuspapier nach und beseitigt dieselben durch Hinzufügen von Alkalien, am besten von Soda.

Die leichtlöslichen Salze haben keine schwerwiegenden Nachteile im Gefolge; sie erhöhen bei größerer Konzentration den Siedepunkt der Lösung und damit die zur Dampfbildung erforderliche Wärmemenge. Sie lassen sich nicht mit einfachen Mitteln aus dem Speisewasser entfernen. Zur Beseitigung oder Verdünnung derselben wird von Zeit zu Zeit der Kessel abgeblasen.

Für die schwerlöslichen Stoffe ist schon bei geringem Gehalte der Sättigungspunkt erreicht, weitere

Mengen der Stoffe werden in dem Maße, wie das Speisewasser, welches sie in den Kessel eingeführt hat, verdampft, herausgefällt und bilden dann entweder Schlamm oder feste Krusten, den Kesselstein.

Während der Schlamm auf verhältnismäßig einfache Weise entfernt werden kann, ist der Kesselstein von äußerst schädlichem Einfluß auf den Betrieb und den Zustand des Kessels und kann nur mit erheblicher Mühe entfernt werden. Der Kesselstein hindert den Wärmeübergang, wodurch die Bleche heißer als ihnen zuträglich ist und selbst rotglühend werden können und an Widerstandsfähigkeit einbüßen. Nach Versuchen von Eberle beträgt der Temperaturunterschied zwischen Blech und Wasser bei einem Wärmeübergang von 50 000 WE auf 1 qm Heizfläche, wenn die Bleche rein sind, etwa 25°, wenn sie aber mit Kesselstein oder Öl belegt sind, etwa 200°. Manche Kesselexplosionen sind auf diese Ursache zurückzuführen gewesen, und zwar in dem Zeitraum von 1877 bis 1896 etwa 10 v. H. aller Explosionen.

Als Kesselsteinbildner kommen unter den oben genannten Mineralien doppeltkohlensaurer Kalk, Gips und kohlensaure Magnesia in Betracht. Die Wasserreinigung hat sich also hauptsächlich mit diesen drei Mineralien zu befassen.

2. Die Härtegrade.

Man nennt ein Wasser hart oder weich, je nachdem es mehr oder weniger schwerlösliche Salze enthält, und beurteilt danach die Güte für den Kesselbetrieb. Zahlenmäßig bemißt man dieselbe nach Härtegraden. Es bedeutet:

1 deutscher Härtegrad	1 T. CaO	in 100 000 T. Wasser,
1 französischer	1 „ CaCO ₃	„ 100 000 „ „
1 englischer	1 „ CaCO ₃	„ 70 000 „ „

Unter Berücksichtigung der Verbindungsgewichte und bezogen auf 1 cbm Wasser entspricht:

1 deutscher Härtegrad	10 g CaO	in 1 cbm Wasser,
oder	17,9 „ CaCO ₃	„ 1 „ „
„	7,15 „ MgO	„ 1 „ „
„	24,4 „ CaSO ₄	„ 1 „ „
„	15 „ MgCO ₃	„ 1 „ „

es ist also

1 deutscher Härtegrad = 1,79 französische
= 1,25 englische Härtegrade.

Die Härtebestimmung kann durch ein einfaches Verfahren mittels Seifenlösung geschehen, indem man die Erscheinung benützt, daß Seifenlösung in hartem Wasser nicht schäumt, sondern durch die Kalk- und Magnesiasalze zersetzt wird. Erst wenn diese Salze durch die Seifenlösung gebunden sind, kann man die weiter zugeführte Seifenlösung zum Schäumen bringen.

Man hat daher an der zum Binden der Salze erforderlichen Menge Seifenlösung ein Maß für die Härte. Für eine genauere Bestimmung, welche auch über die Natur der Beimengungen Aufschluß gibt, ist natürlich eine chemische Analyse nötig. Eine solche wird zweckmäßig schon bei dem Entwurf der Kesselanlage vorgenommen, da die Natur des Speisewassers für manche Einzelheit, gegebenenfalls sogar für die Wahl des Kesselsystems entscheidend sein kann.

Die Frage, wann eine Reinigung des Speisewassers vorzunehmen ist, ist unter Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse und der Kesselbauart zu beantworten. Im allgemeinen soll für leicht zu reinigende Kessel von 12 deutschen Härtegraden, bei Wasserrohrkesseln von 6 bis 7 Härtegraden an das Wasser jedenfalls gereinigt werden.

Beispiel 35: Wieviel kg kohlensaurer Kalk werden aus Speisewasser von 12 deutschen Härtegraden in einem Flammrohrkessel von 100 qm Heizfläche bei 10stündigem Betriebe und normaler Anstrengung von 20 kg/qm in 1 Monat ausgeschieden?

12 deutsche Härtegrade = $17,9 \cdot 12$ g CaCO_3 in 1 cbm, in einem Monat werden verdampft $20 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 30$ kg = 600 cbm, also Gewicht an ausgeschiedenem Kalk:

$$G = 17,9 \cdot 12 \cdot 600 = 129000 \text{ g} = 129 \text{ kg.}$$

3. Die Löslichkeit der Kesselsteinbildner.

Kohlensaurer Kalk CaCO_3 wird vom Wasser in normalem Zustande im Verhältnis 1 : 50 000 gelöst, d. h. 1 cbm kann 20 g enthalten. Ist das Wasser mit Kohlensäure gesättigt, so steigt die Löslichkeit schon bei gewöhnlichem Druck auf 1 : 1140 oder 0,88 kg in 1 cbm, bei erhöhtem Druck bis auf 3 kg in 1 cbm oder 1 : 330; dabei hat sich doppeltkohlensaurer Kalk $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ gebildet. Wird solches Wasser in den Kessel gepumpt, so wird durch die hohe Temperatur die Kohlensäure ausgetrieben und die entsprechende Menge CaCO_3 niedergeschlagen; diese setzt sich an den Heizflächen an und kann festbrennen.

Kohlensaure Magnesia MgCO_3 ist löslich im Verhältnis von 1 : 2000 oder von 0,5 kg in 1 cbm; schwefelsaurer Kalk CaSO_4 im Verhältnis 1 : 400 oder von 2,5 kg in 1 cbm; beide werden bei Temperaturen von 130 bis 144° C ausgeschieden.

4. Chemische Reinigung.

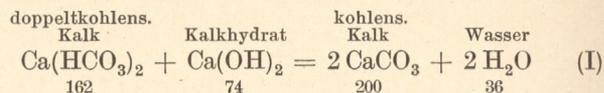
Die Reinigung des Wassers von den gelösten Beimengungen zielt zunächst darauf hin, die löslichen Bestandteile in unlösliche zu verwandeln und dann diese unlöslichen Niederschläge aus dem Wasser zu entfernen; es ist also immer mit der chemischen Reinigung auch eine mechanische zu verbinden. Die doppeltkohlensaurer Kalk- und Magnesiasalze lassen sich auch ohne Chemikalien zum Teil durch bloße Lüftung des Wassers, indem dasselbe als Sprühregen herabfällt, wirksamer noch durch Erhitzung ausscheiden. In beiden Fällen wird die Hälfte der Kohlensäure ausgetrieben und das zurückbleibende einfachkohlensaure Salz ist nicht mehr löslich und schlägt nieder.

Als chemische Reagenzien kommen hauptsächlich Ätzkalk, Soda, Ätznatron und vereinzelt kohlensaurer Baryt in Betracht.

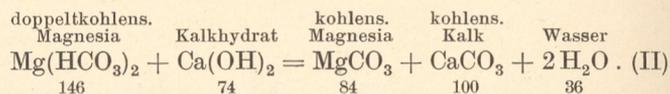
A. Reinigung mit Ätzkalk.

Der Ätzkalk oder gelöschte Kalk bindet die im Wasser etwa vorhandene freie Kohlensäure und entzieht

dem doppeltkohlensaurer Kalk und der doppeltkohlensaurer Magnesia die Hälfte der Kohlensäure nach den Formeln:



und

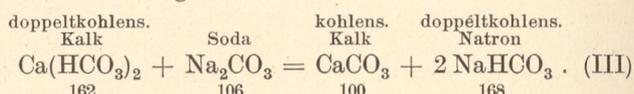


Das Kalkhydrat wird aus gebranntem Kalk CaO durch Auflösen in Wasser als Kalkmilch hergestellt. Die zuzusetzende Kalkhydratmenge muß so bemessen sein, daß auch die im Wasser vorhandene freie Kohlensäure gebunden wird; bei Mangel an Kalkhydrat wird nicht Magnesiumhydroxyd, sondern nach Formel (II) kohlensaure Magnesia gebildet, welche sich nur unvollständig ausscheidet.

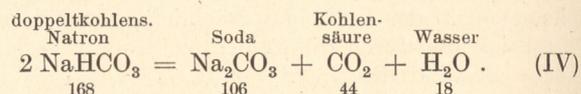
B. Reinigung mit Soda.

Soda dient ebenfalls zur Zersetzung des doppeltkohlensaurer Kalkes; die Einwirkung muß jedoch, um eine vollständige Zersetzung zu erzielen, unter Erwärzung geschehen.

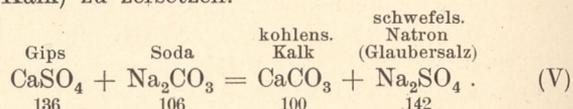
Dieselbe erfolgt zunächst nach der Formel



Beim Sieden im Kessel wird das gebildete doppeltkohlensaure Natron zerlegt nach



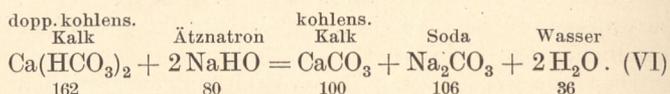
Soda ist ferner das einzige Mittel, um Gips (schwefelsaurer Kalk) zu zersetzen.



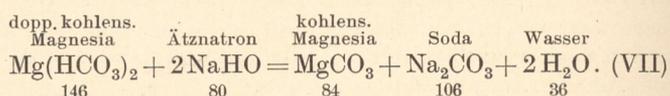
C. Reinigung mit Ätznatron NaHO .

Ätznatron ist zunächst in denselben Fällen zu gebrauchen, in denen man Ätzkalk und Soda anwendet, jedoch ist es teurer.

a) Gegen doppeltkohlensaurer Kalk:



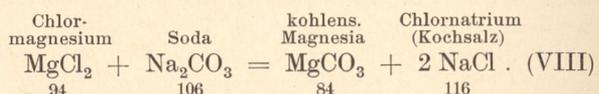
b) Gegen doppeltkohlensaure Magnesia:



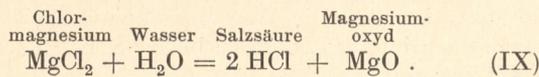
c) Ist in dem Wasser auch noch Gips enthalten, so wird derselbe durch das eben entstandene kohlensaure Natron zersetzt nach Formel (V).

d) Gegen Chlormagnesium:

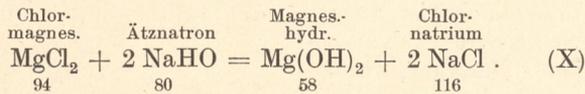
Dasselbe kann zwar auch durch Soda zersetzt werden nach



Jedoch ist die Zersetzung keine vollständige, und wenn auch nur geringe Mengen $MgCl_2$ in den Kessel gelangen, so haben dieselben eine äußerst schädliche Wirkung, da sich dieselben unter Bildung von Salzsäure zersetzen nach:

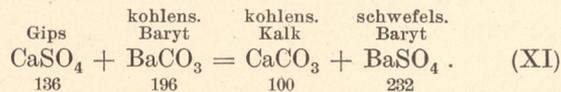


Ätznatron zersetzt das Chlormagnesium nach:



D. Reinigung mit kohlensaurem Baryt $BaCO_3$.

Dieses Mittel wird seit kurzer Zeit in Verbindung mit Ätzkalk von Hans Reisert angewendet, um Gips auszuschneiden nach:



Die Reaktion erfolgt verhältnismäßig langsam und erfordert einen großen Überschuß von schwerlöslichem kohlensaurem Baryt. Als Vorteil wird angegeben, daß die Zersetzungsprodukte der Gl. (XI) unlöslich sind, also kein gelöstes Salz in den Kessel gelangt.

E. Bestimmung der Menge der Zusätze.

Aus den Formeln (I) bis (XI) ergeben sich mit Benützung der beigefügten Verbindungsgewichte die zum Fällen der Kesselsteinbildner erforderlichen Mengen an Chemikalien, sowie die Gewichte der entstandenen Niederschläge nach folgender Aufstellung:

- 1 g kohlensaurer Kalk $CaCO_3$ in Form von doppelt-kohlensaurem Kalk im Wasser gelöst, erfordert 0,56 g Ätzkalk¹⁾ und bildet 2 g Schlamm (I)
 oder 1,06 „ Soda „ „ 1 „ „ (III)
 oder 0,8 „ Ätznatron „ „ 1 „ „ (VI)
- 1 g kohlensaure Magnesia $MgCO_3$ erfordert 0,67 g Ätzkalk u. bildet 2,19 g Schlamm (II)
 oder 0,95 „ Ätznatron „ „ 1 „ „ (VII)
- 1 g Gips $CaSO_4$ erfordert 0,78 g Soda und bildet 0,74 g Schlamm (V)
 oder 1,44 „ kohlensaures Baryt und bildet 2,44 g Schlamm (XI)

1 g Chlormagnesium $MgCl_2$ erfordert 0,85 g Ätznatron und bildet 0,62 g Schlamm (X)

Aus vorstehender Übersicht geht hervor, daß Soda und Ätznatron fast überall zum Fällen der Kesselsteinbildner genügen, der erheblich billigere Ätzkalk jedoch nur für die kohlensauen Salze geeignet ist. Wo nur solche im Speisewasser vorhanden sind, würde man mit letzterem auskommen. Da jedoch in der Regel Kesselsteinbildner verschiedener Art zugleich vorhanden sind, so hat man danach die Zusätze einzurichten. Ein verbreitetes Verfahren ist die Reinigung mit Ätzkalk und Soda, indem der Ätzkalk die Kohlensäure bindet, während die Soda den schwefelsauren Kalk zersetzt. Zu beachten ist hier die bekannte Erfahrung, daß die meisten chemischen Reaktionen bei höherer Temperatur schneller und intensiver verlaufen; es ist daher vorteilhaft, das Speisewasser bei der Reinigung vorzuwärmen, zumal die dafür aufgewendete Wärme

¹⁾ 0,56 g CaO ist die Menge gebrannten Kalkes, welche gekauft und im Kesselhause durch Löschen in $Ca(OH)_2$ verwandelt wird.

dem Kessel zum größten Teile wieder zugeführt wird. Zum Fällen magnesiahaltiger Salze ist die Vorwärmung unbedingt erforderlich.

F. Lösliche Salze.

Der größte Teil der vorher angeführten Prozesse ergibt außer dem Niederschlag ein lösliches Salz, welches mit dem Speisewasser in den Kessel gelangt, und zwar sind solche Salze: Soda Na_2CO_3 , Glaubersalz Na_2SO_4 und seltener Kochsalz $NaCl$. Diese Salzlösungen sind zwar für die Kesselwandungen nicht schädlich, werden jedoch bei stärkerer Konzentration, die naturgemäß im Laufe der Betriebszeit erfolgt, lästig durch Erhöhung des Siedepunktes und indem sie das Material der Armaturen angreifen. Es ist daher zweckmäßig, in solchen Fällen je nach der Stärke der Lösung, die durch ein Aräometer festgestellt werden kann, den Kessel möglichst jeden Tag wiederholt etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute lang und nach 6 bis 8 Wochen ganz abzublasen.

Eine vollständige Reinigung, d. h. bis auf nahezu 0 Härtegrade, gelingt in den wenigsten Fällen und nur unter Aufwendung erheblicher Kosten. Im allgemeinen wird eine Reinigung bis auf etwa 2 Härtegrade erreicht, und die Kosten betragen zwischen 1,5 und 3 Pf. für 1 cbm.

G. Das Permutitverfahren.

Permutit ist ein Aluminatsilicat, entstanden durch Zusammenschmelzen von Tonerdesilicaten und Soda im Glaswannenofen, und hat die Eigenschaft, sein Natrium gegen das im harten Speisewasser enthaltene Calcium oder Magnesium auszutauschen und dadurch das Wasser zu enthärten. Durch Zusatz warmer Kochsalzlösung wird der Rückstand wieder regeneriert, so daß nur ein einmaliger Zusatz einer Menge Permutit in den Filterapparat nötig ist. Darauf beruhen die Vorzüge dieses von Dr. R. Gans erfundenen Verfahrens, bestehend in der Einfachheit der Bedienung und dem Fortfall von Zusätzen; ferner tritt die Reaktion auch bei kaltem Wasser ein, und es wird kein Schlamm niedergeschlagen. Dagegen ist als Nachteil des Verfahrens anzusehen, daß alle Säuren im Wasser bleiben, und daß größere Mengen Soda in den Kessel gelangen. Ausgeführt werden die Apparate von J. D. Riedel, Berlin.

H. Geheimmittel.

Außer den vorher erwähnten Chemikalien werden noch immer häufig Mittel gegen die Bildung von Kesselstein empfohlen, deren Zusammensetzung geheim gehalten, deren Wirksamkeit aber in hohen Tönen gepriesen wird. In einer verdienstvollen Arbeit von G. Ecker mann unter Mitwirkung von Dr. H. Bunte und Dr. P. Eitner¹⁾ sind über 200 solcher Mittel unter Angabe der chemischen Analyse gekennzeichnet. Danach unterscheidet man:

- a) Anstrichmassen, welche das Festsetzen des Kesselsteines an den Wänden verhindern sollen;
- b) Geheimmittel gegen Kesselsteinbildung:
 - α) bestehend aus mineralischen Stoffen,
 - β) aus organischen Stoffen,
 - γ) aus beiden gemischt.

Verhältnismäßig am harmlosesten sind diejenigen, welche die vorstehend angeführten Chemikalien enthalten. Der Käufer hat nur das Zehnfache des vollen

¹⁾ Verl. Boysen & Maasch, Hamburg.

Preises oder noch mehr zu zahlen, und hat nicht die Möglichkeit, Menge und Art des Mittels dem Wasser anzupassen. Alle sonstigen Bestandteile der Geheimmittel bedeuten nur eine Verunreinigung, welche dem Speisewasser noch künstlich beigebracht wird, teils können sie sogar direkt schädlich wirken.

5. Die mechanische Reinigung.

A. Allgemeines.

Ist γ das spez. Gewicht eines das Wasser verunreinigenden Stoffes, γ_1 dasjenige des Wassers, so wird ein Körperteilchen des Stoffes im Wasser

1. aufsteigen, wenn $\gamma < \gamma_1$,
2. schweben, wenn $\gamma = \gamma_1$,
3. sinken, wenn $\gamma > \gamma_1$

ist. Danach ergeben sich von selbst folgende Verfahren der mechanischen Reinigung:

- I. Abschöpfen oder Abfließenlassen von der Oberfläche;
- II. Filtrieren;
- III. Absetzenlassen (Dekantieren).

Nun handelt es sich aber bei der Wasserreinigung fast immer um Verunreinigungen, bei denen die Stoffe sich in Form äußerst kleiner Körperchen im Wasser befinden. Mit abnehmender Größe der Körperchen wächst aber bei gleichem spez. Gewicht der Reibungswiderstand gegen die auf- oder absteigende Bewegung. Es wird also die senkrechte Geschwindigkeit nicht nur von dem Unterschiede der spez. Gewichte, sondern auch davon abhängen, ob der Stoff mehr oder weniger fein verteilt ist.

Dieser Umstand erklärt, daß man nicht einfach nach dem spez. Gewicht sich für das erste, zweite oder dritte Verfahren entscheiden kann.

Das Verfahren II ist nicht immer wirksam genug, weil die Fettstoffe häufig in Form von Emulsion, also sehr fein verteilt im Wasser enthalten sind; ebenso kann im Falle III die Sinkgeschwindigkeit sich der Grenze Null so nähern, daß man auch hier das Filtrierverfahren vorsieht; in vielen Fällen ist das Filtrierverfahren mit einem der beiden anderen vereinigt, indem die ersteren die kompakteren Mengen beseitigen und so das Filter entlasten.

B. Das Absetzverfahren.

Dieses Verfahren ist immer in Verbindung mit der chemischen Reinigung anzuwenden, da die bei derselben gefällten Stoffe hohe spez. Gewichte haben.

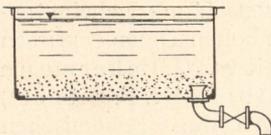


Fig. 612.

a) Reinigung durch Stehenlassen im Klärgefäß (Fig. 612). Das verunreinigte Wasser wird in ein Gefäß gefüllt, wenn außerdem chemisch

gereinigt werden soll, werden die Chemikalien zugefügt und durch Umrühren vermischt; nach einer Zeit ruhigen Stehens bilden die Beimengungen einen Bodensatz und das klare Wasser wird über demselben abgelassen. Da die zur Klärung erforderliche Zeit auch von dem Wege abhängt, den jedes Teilchen bis zum Boden zurückzulegen hat, empfiehlt es sich, das Gefäß niedrig zu machen; dabei ist zu beachten, daß beim Ablassen der Bodensatz nicht wieder aufgerührt wird.

Nachteil: Es ist eine große Bodenfläche erforderlich und der Betrieb kann nicht ununterbrochen geführt werden.

b) Einfaches Klärgefäß mit ununterbrochenem Betriebe (Fig. 613). Das schmutzige Wasser wird ununterbrochen unten eingeführt und fließt oben rein ab; der Niederschlag wird von Zeit zu Zeit abgelassen. Bedingung ist, daß die Wassergeschwindigkeit von unten nach oben immer kleiner als die Sinkgeschwindigkeit der mitgeführten Stoffe ist.

Die Höhe soll auch hier gering sein; die Größe der Bodenfläche ist aber dadurch begrenzt, daß auch die wagerechte Komponente der Geschwindigkeit zwischen der Eintritts- und Ausflußstelle nicht zu groß sein darf (Fig. 614). Es ist auch der Grundsatz zu beachten, daß die Wege aller Wasserteilchen möglichst gleich groß sein sollen, da sonst auf dem kürzesten Wege eine große Geschwindigkeit sich entwickeln wird, während der Raum in den toten Ecken für den Vorgang nicht ausgenutzt wird.

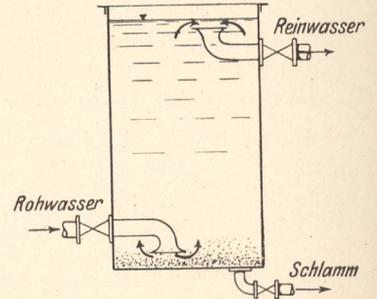


Fig. 613.

c) Mehrfaches Klärgefäß mit ununterbrochenem Betrieb (Fig. 615). Die Leistungsfähigkeit, bezogen auf die Bodenfläche, wird erhöht, indem man mehrere Gefäße nach Fig. 614 übereinander anordnet.



Fig. 614.

d) Reinigung mit Benützung der Massenbeschleunigung. Läßt man das mit den Beimengungen beladene Wasser senkrecht nach unten fließen und vermindert dann an einer bestimmten Stelle die Geschwindigkeit des Wasserstromes unter gleichzeitiger Richtungsänderung, so werden die spez. schwereren Sinkstoffe infolge ihrer Massenbeschleunigung die

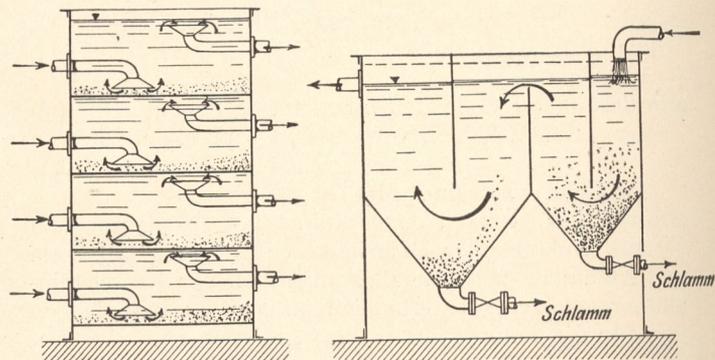


Fig. 615.

Fig. 616.

frühere Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit noch eine Weile beibehalten und können dadurch aus dem kräftiger fließenden Strom nach Orten ruhigen Wassers abgelenkt werden, wo sie niederschlagen.

Dieser Gedanke in Verbindung mit dem Grundsatz möglichst gleicher Geschwindigkeiten für alle Wasserfäden ist bei vielen der neueren Wasserreinigungsapparate benützt, von denen in Fig. 616 bis 618 einige Grundformen schematisch skizziert sind.

In der Anordnung nach Fig. 618 wird durch die Unterteilung mit den zahlreichen Klärschirmen beabsichtigt, für diejenigen Teilchen, welche bei der Umkehr des Wasserstromes infolge ihrer Leichtigkeit mit aufwärts

gerissen sind, zwischen den Schirmen einen ganz geraden Weg zur Absetzfläche zu schaffen (Fig. 619). Die Resultierende aus der Sinkgeschwindigkeit und der

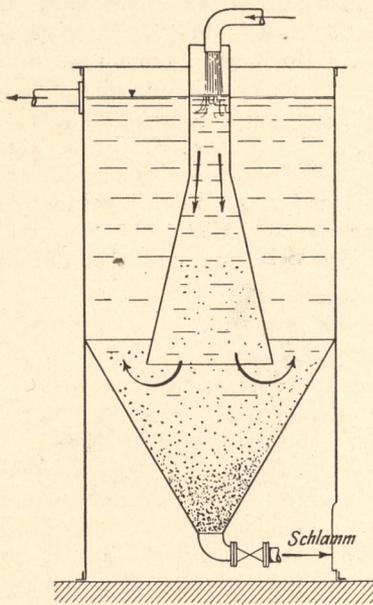


Fig. 617.

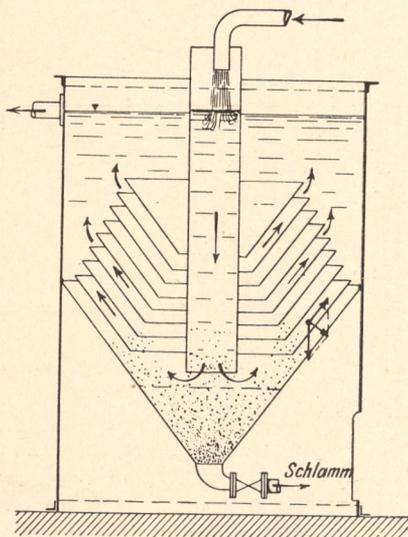


Fig. 618.

schräg gerichteten Wassergeschwindigkeit führt das Teilchen aufs schnellste an die Oberfläche des Klärschirmes, wo es sich mit anderen Teilchen zusammenballt und in den Absetzraum herunterrutschen kann.

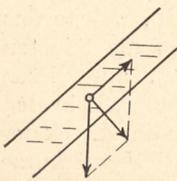


Fig. 619.

Einige Anordnungen benützen nur die in Fig. 619 skizzierte Wirkung geneigter Flächen, indem die Größe des Gefäßes nicht so sehr zur Verminderung der Wassergeschwindigkeit, als zur Erzielung eines längeren Weges ausgenutzt wird. Andere benützen auch die Wirkung der Fliehkraft.

C. Filtrieren.

Als Filterstoffe dienen Kies oder Koks von $\frac{1}{2}$ bis 3 mm oder noch mehr Korngröße, Sand, Putzwolle oder Schwämme, letztere für fetthaltiges Wasser, schließlich Tücher und poröse Körper, welche nur an der Oberfläche wirken. Auch bei Kies usw. findet das Absetzen hauptsächlich an der Oberfläche der Filterschicht statt. Das

Wasser kann von unten nach oben oder in umgekehrter Richtung fließen. Der Schlamm selber bildet eine Schicht, welche auch filtrierend wirkt, allerdings unter Vermehrung des Widerstandes. Deshalb müssen die Filter von Zeit zu Zeit gereinigt werden, indem man einen Wasserstrom in umgekehrter Richtung durch das Filter sendet. Diese Reinigungsart wird häufig unterstützt durch Aufwühlen der Filtermassen durch Dampf, Luft oder Rührwerke. Holzwolle wird nach bestimmten Zeiträumen erneuert, deren Länge nach den Angaben verschiedener Firmen von einer Woche bis zu einem halben Jahre schwankt.

Die Filtergeschwindigkeit soll 1 bis 2 mm/sek. nicht überschreiten.

6. Beschreibung einiger Ausführungsformen von Wasserreinigern.

A. Allgemeines.

Die erste Bedingung ist, daß die Chemikalien in dem nach der Untersuchung festgesetzten Verhältnis dauernd und selbsttätig dem Speisewasser zugesetzt werden. In den meisten Fällen handelt es sich um gleichzeitige Verwendung von Ätzkalk und Soda. Der gebrannte Kalk CaO wird durch Zusatz von 18 l Wasser zu 56 kg CaO in Calciumhydrat CaH_2O_2 übergeführt. Wird mehr Wasser zugesetzt, so entsteht ein Brei, die Kalkmilch; aus derselben setzt sich nach einer Zeit der Ruhe ein Niederschlag von ungelöstem Calciumhydrat zu Boden, während die darüberstehende klare Flüssigkeit eine im Verhältnis 1 : 778 gesättigte Lösung von Calciumhydrat ist, und Kalkwasser genannt wird. In dieser Form wird der Ätzkalk in der Regel verwendet und das Kalkwasser wird ununterbrochen hergestellt, indem man in besonderen Kalksättigern das Rohwasser von unten durch den Kalkbrei treten läßt und durch fortdauernd verlangsamtes Aufsteigen eine Klärung bewirkt. Die Sättigung kann auch durch ein Rührwerk befördert werden. Dadurch, daß aus einem Behälter das Rohwasser teils dem Mischgefäß, teils dem Kalksättiger zufließt und diese Zuflüßmengen durch Hähne genau eingestellt werden, erreicht man die dauernd richtige Zusatzmenge von CaO .

Der Zusatz von Sodalaug, welche das Na_2CO_3 in starker Konzentration enthält, wird geregelt entweder durch einen vom Wasserstand im Rohwasserbehälter betätigten Schwimmer oder durch ein Becherwerk, welches durch ein vom zufließenden Wasser angetriebenes Kippgefäß in Bewegung gesetzt wird.

Als Anhalt für die Größenbemessung der Apparate ist von Desrumeaux angegeben worden, daß das Wasser etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden im Apparat verbleiben muß, damit eine genügende Klärung des Wassers vom Schlamm eintritt.

B. Wasserreinigungsapparat von Hans Reisert, G. m. b. H. in Köln-Braunsfeld, Type B, Fig. 620.

Reagenzien Kalk und Soda. Aus dem mittleren Raum *J* des Verteilungsapparates wird zu Anfang jeder Arbeitsschicht die nötige Menge Kalkbrei durch den Hahn *K* in das Trichterrohr und in den Kalksättiger gelassen, nachdem vorher die ausgelaugten Kalkrückstände unten durch den Hahn *L* abgelassen sind. Das Rohwasser fließt beständig aus dem Raum *R* teils direkt durch den Hahn *P* in das Mischrohr *E*, teils durch den Hahn *V* in den Kalksättiger an dessen unterste Stelle

und als geklärtes Kalkwasser oben ab und ebenfalls in das Mischrohr; an derselben Stelle tritt auch die Sodalaugung aus *C* über das Zwischengefäß *B* durch den Saugheber *N* hinzu. Dessen Zufluß wird geregelt durch den in *R* eintauchenden Schwimmer. Während die Mischung durch das Rohr *E* hinabfließt, findet die Einwirkung der Reagenzien statt. Der Niederschlag des Bodensatzes in dem Trichter des Klärgefäßes wird durch Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung bewirkt. Das geklärte Wasser fließt oben durch das Rohr *D* ab; geringe Mengen von Schlamm, welche noch mitgerissen sind, werden darauf an dem Filter *F* zurückgehalten, welches von

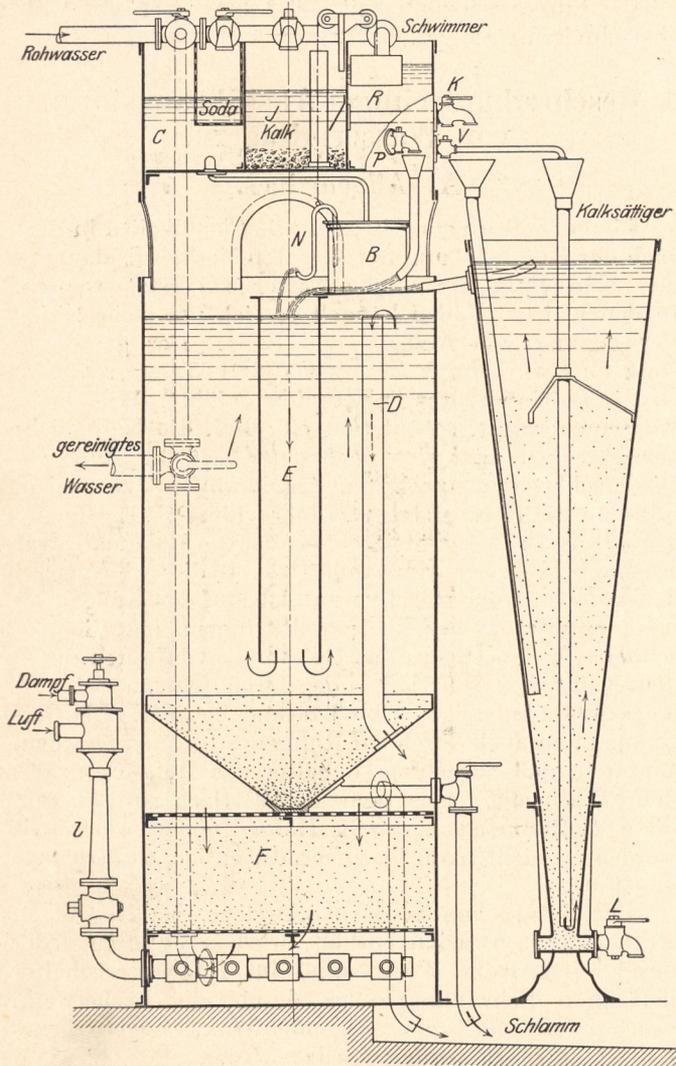


Fig. 620. Wasserreinigungsapparat Type B.
Ausführung: Hans Reisert G. m. b. H., Köln-Braunsfeld.

oben nach unten durchfließen wird. Die Reinigung desselben wird ein- oder zweimal am Tage durch ein Dampf-Luft-Gebläse *l* vorgenommen und erfordert nur etwa 5 Minuten Zeit. Die Wirkung des Kalksättigers, Patent Dervaux, beruht darauf, daß das Rohwasser, von unten eintretend, ständig den Kalkbrei aufwühlt, sich mit CaH_2O_2 sättigt und beim Heraufsteigen infolge ständiger Verlangsamung sich von den ungelösten Kalkteilchen klärt.

C. Wasserreiniger „System Desrumaux“ der Maschinenfabrik P. Kyll, G. m. b. H. in Köln, Fig. 621.

Reagenzien Kalk und Soda. Der Kalk wird in den Kästen *A* gefüllt und fließt von dort als Kalkbrei

durch das Rohr *B* in die untere Hälfte des Kalksättigers; durch das Rohr *C* fließt von dem Boden des Behälters Wasser entgegen. Die Auslaugung des Kalkbreies durch das Wasser wird durch das Rührwerk *R* befördert. Durch eingebaute radiale Platten *D* wird die kreisende Bewegung des Gemenges aufgehoben, damit in dem oberen Teile des Sättigers die ausgelaugten Kalkteilchen sinken können und ein geklärtes Kalkwasser über die Rinne *E* in den Reaktionsraum fließt. Das Rührwerk wird in einfacher Weise durch das zufließende Rohwasser selbst mittels eines kleinen überschlächtigen Wasserrades betrieben. Das aus dem Mittelrohr *F* unten austretende Wasser setzt den Schlamm zunächst auf den schrägen

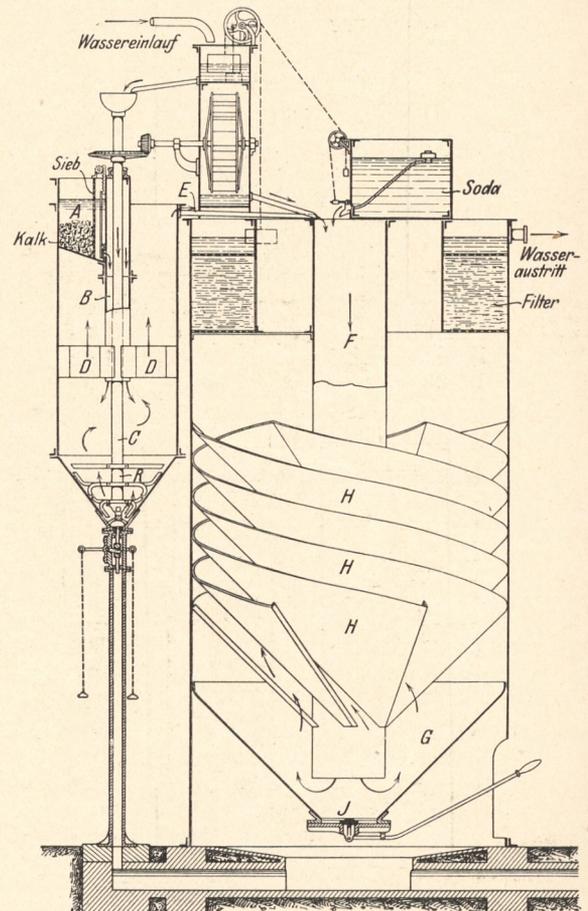


Fig. 621. Wasserreiniger System Desrumaux.
Ausführung: P. Kyll, G. m. b. H., Köln.

Flächen des unteren Trichters *G* ab, steigt dann langsam zwischen den schiefen Schraubenflächen *H*, welche das Mittelrohr umgeben, aufwärts, wobei sich die feinsten Schlammteile, die noch mitgerissen sind, auf diesen Schraubenflächen ablagern und von Zeit zu Zeit in den Trichterraum hineinrutschen sollen, wenn zum Zweck der Entfernung des Schlammes das Bodenventil *J* auf kurze Zeit geöffnet wird. Der letzte Rest des Schlammes wird am Filter zurückgehalten.

D. Wasserreiniger der „Voran“-Apparatebau-gesellschaft m. b. H. in Frankfurt a. Main, Schema nach Fig. 618.

Das Kalkwasser wird in einem ähnlichen Kalksättiger, wie unter B. beschrieben, hergestellt. Im Klärgefäß kommt hier neben der Wirkung der Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung auch diejenige der Klärschirme zur Geltung. Es soll daher eine recht

vollkommene Klärung des Wassers erreicht werden, so daß eine Filtrierung nicht mehr für nötig gehalten wird.

E. Wasserreiniger von L. & C. Steinmüller in Gummersbach, Fig. 622.

Reagenzien Kalk und Soda. Der Kalksättiger hat die Einrichtung, daß gebrannter Kalk, auf das Sieb eines Trichters aufgegeben, vom Wasser gelöst wird und als Brei nach unten sinkt. Von dem Rohwasser wird ein Teil von dem Wasserverteiler *A* durch die Rohre *d* und *f* in die untere Spitze des Kalksättigers geführt, und zwar zugleich mit etwas Luft, die aus dem Rohr *m* angesaugt wird und zum Auflockern und Mischen des Kalkbreies

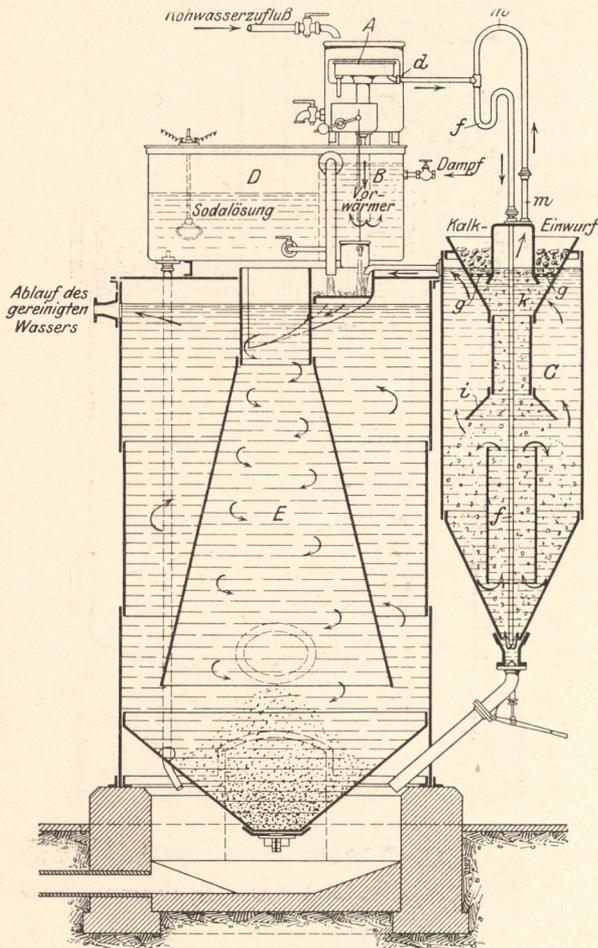


Fig. 622. Wasserreiniger.

Ausführung: L. & C. Steinmüller, Gummersbach.

dienen soll. Damit nun durch die stets kohlenstoffhaltige Luft nicht ein zu großer Kalkverlust entsteht, werden die aufsteigenden Luftbläschen durch die Schirme *i* und *k* aufgefangen und in stetem Kreislauf die kohlenstofffreie Luft wieder verwendet.

Ein zweiter Teil des Rohwassers geht in den Sodabehälter *D* und der größte Teil als Rest aus dem Raum *B*, in welchem er vorgewärmt werden kann, in den Klärbehälter. Hier wird durch tangentielle Einführung des Gemisches in das Reaktionsrohr *E* die Fliehkraft zur Klärung mit nutzbar gemacht; im übrigen beruht die Klärung auf Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung.

F. Wasserreiniger Patent „Nuß“ der Sieg-Rheinischen Hütten-Aktiengesellschaft zu Friedrich-Wilhelmshütte Sieg, Abb. 623.

Reagenzien Ätzkalk und Soda. Das Verfahren wendet eine ausgiebige Vorwärmung an in dem Ge-

danken, daß ein Teil der Kesselsteinbildner bei kräftiger Erhitzung schon ohne jeden Zusatz an Reagenzien ausfällt. Zum Vorwärmen wird Maschinenabampf verwendet, dessen Wärme dadurch nutzbar gemacht und welcher selbst als reines Speisewasser wieder gewonnen wird. Beide Momente wirken auf einen sparsamen Verbrauch an Chemikalien hin.

Zu dem Zweck ist der Raum zwischen Verteiler und Klärgefäß als Kondensator ausgebildet. Um den eintretenden Dampf sofort abzukühlen und niederzuschlagen, wird durch die injektorartig ausgebildeten Einführungsrohre *A* und *C* Luft angesaugt. Dieses Gemisch trifft in der Schale *D* mit dem Rohwasser-Kalkwasser-Gemisch

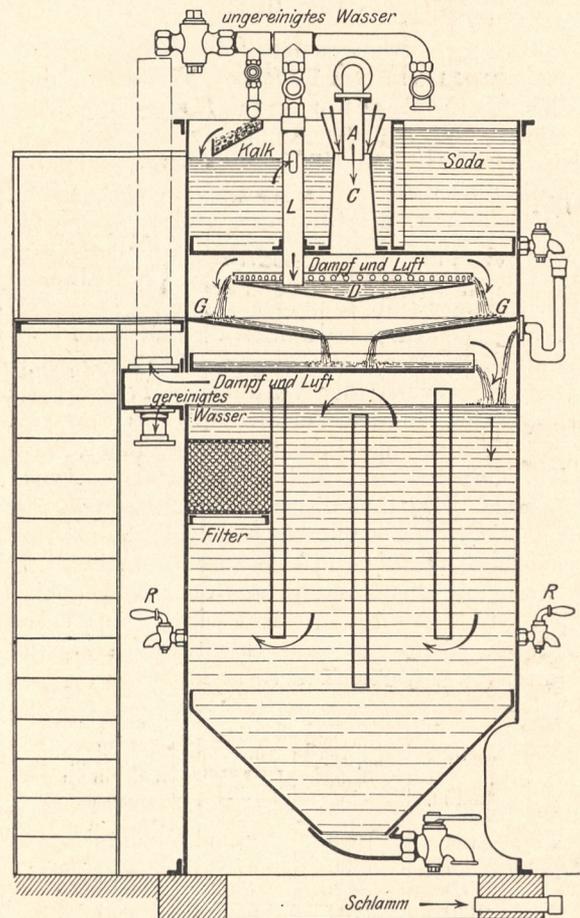


Fig. 623. Wasserreiniger Patent „Nuß“.

Ausführung: Sieg-Rheinische Hütten-Aktiengesellschaft Friedrich-Wilhelmshütte/Sieg.

aus *L* zusammen. Die Mischung erfolgt, indem das Kalkwasser durch einen Schlitz in das Rohr *L* eintritt. In der Schale *G* findet weiterer Wärmeaustausch zwischen Wasser und Dampf statt. In der ersten Klärkammer trifft sich das Rohwasser-Kalkwasser-Gemisch mit der Sodalaug, dort findet die weitere Reaktion und in dieser und den folgenden Kammern das Sinken des Niederschlages statt.

Das in dem Abdampf enthaltene Öl wird teils verseift, teils von den Kalkflocken eingehüllt und gelangt so in den Schlammfang; ganz leichte Teilchen werden im Filter zurückgehalten.

Durch die mit dem Dampf eintretende Luft wird auch im Wasser enthaltenes Eisen oxydiert und entfernt.

Um die Richtigkeit der Zusätze von Kalk und Soda jederzeit prüfen zu können, sind Proberöhre *R R* angeordnet.

Leistung cbm/Std.	Durch- messer mm	Höhe mm
0,5	800	2800
2,5	1200	4350
5,0	1800	4300
10,0	2000	6000
25,0	3050	6250
50,0	4500	7400

Wassergeschwindigkeit im Klärgefäß: 1 bis 2 mm/sek.

G. Wasserreiniger von Robert Reichling & Co., Kessel- und Maschinenbaugesellschaft, Dortmund, Fig. 624.

Reichling verwendet neben der Reinigung mit Ätzkalk und Soda ein vereinfachtes Verfahren, das sog. Reichlingsche Regenerativverfahren, welches darauf beruht, daß bei der Reinigung mit Soda doppeltkohlen-saures Natron in den Kessel gelangt, und daß dieses durch die Siedehitze wieder zu Soda zersetzt wird (Formel III bis IV). Er setzt nun dem Rohwasser anstatt der berechneten Menge Kalkwasser und Sodalaug eine geringere Menge Sodalaug und so viel Kesselwasser zu, daß im Reiniger eine Temperatur von 50 bis 60° C entsteht. Der ersparte Zusatz an Kalk und Soda ist durch die äquivalente Menge der im Kesselwasser enthaltenen Soda ersetzt worden; der Vorteil liegt in der Ersparnis an Reagenzien, in der Vorwärmung des Speisewassers und der Vermeidung einer zu weitgehenden Sättigung des Kesselinhaltes mit Soda. Wo Abdampf zur Verfügung steht, wird auch dieser in einem auf dem Apparat stehenden Vorwärmer nutzbar gemacht, so daß das Rohwasser schon, wenn es in den Mischraum kommt, und nach Zufügung des Zusatzes aus dem Kessel, bis nahe an die Siedetemperatur erwärmt wird. Die Klärung erfolgt durch Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung und durch zwei übereinanderliegende Filter.

Leistung cbm/Std.	Durch- messer mm	Gesamt- höhe ohne Vorwärmer mm	Wasser- geschwin- digkeit in den Filtern mm/sek.
0,5	1000	2100	0,18
2,5	1300	4700	0,52
5,0	1800	4700	0,54
10,0	2400	5400	0,61
25,0	3100	7600	0,93
50,0	2 Behälter von 3100	7600	0,93

Vorstehende Ziffern sind Durchschnittswerte, da die Filtergröße von der Beschaffenheit der Niederschläge abhängig ist.

7. Reinigung durch Sodaeinführung in den Kessel.

Apparate von Hans Reiser, G. m. b. H. in Köln-Braunfeld, System Dervaux, Fig. 625.

Obwohl man grundsätzlich die Reinigung des Wassers außerhalb des Kessels vorziehen sollte, empfiehlt sich bei weniger schlechtem Speisewasser für kleinere Anlagen und bei Raummangel der in der Fig. 625 dargestellte Apparat, bei welchem die Zersetzung im Kessel selbst stattfindet.

Zum Zwecke der Sodazuführung ist der Topf L in die Speiswasserleitung eingeschaltet. Die Hauptsache ist jedoch die Entfernung des im Kessel entstandenen

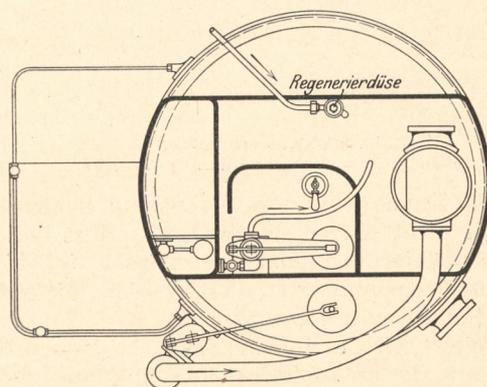
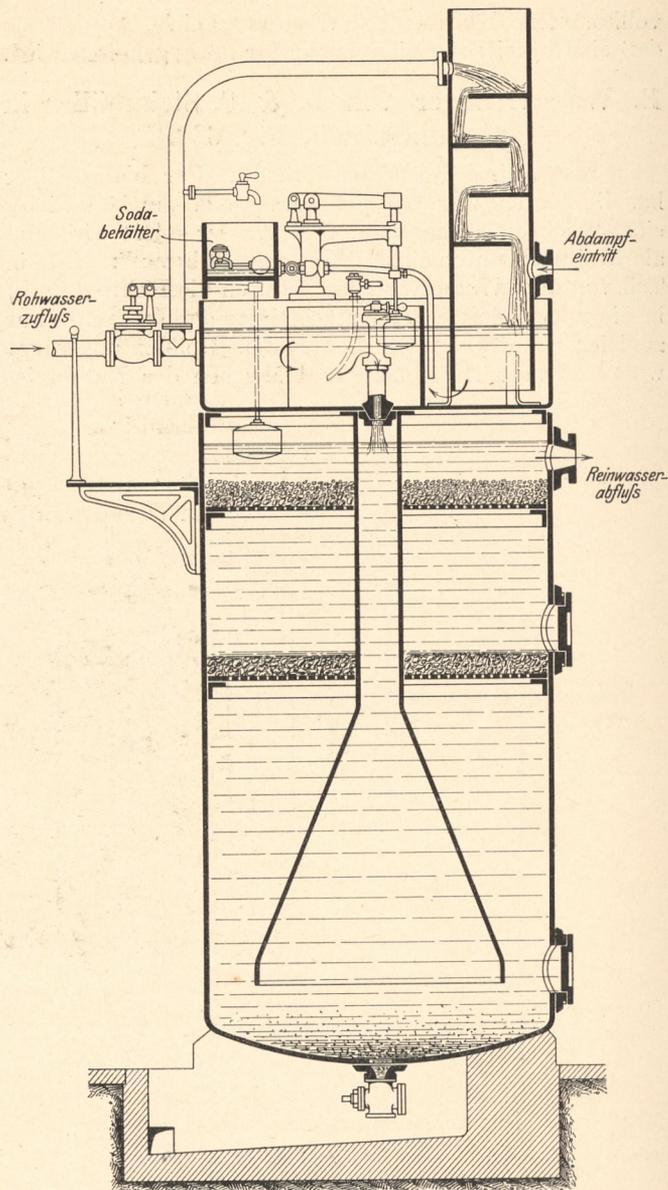


Fig. 624. Wasserreiniger.
Ausführung: Robert Reichling & Co., Dortmund.

Schlammes aus demselben. Dies geschieht durch das kommunizierende Rohrsystem $R R_1 V$. In dem Rohr V , welches außerhalb des Kessels gegen Wärmeabgabe isoliert ist, befindet sich eine Wassersäule, die wegen höherer Temperatur und ihres Gehaltes an Dampfblasen geringeres Gewicht hat als diejenige von R , weshalb eine Aufwärtsbewegung stattfindet. Die Dampfblasen werden in dem Rippenkopf über D wieder kondensiert. Dadurch wird der Schlamm vom Boden des Kessels

Verwendet man aber das Kondensat einer Oberflächenkondensation, so ist kein Kesselstein in demselben enthalten und man braucht nur eine Ölabscheidungsanlage.

A. Filter mit Badeschwämmen.

Das Speisewasser fließt durch drei oder mehr mit Badeschwämmen gefüllte Kammern nacheinander hindurch; für je 300 kg Speisewasser in der Stunde rechnet man 1 qdem Filterquerschnitt. Die Schwämme saugen das Öl auf und werden durch Auspressen und Auskochen mit Seifenlösung gereinigt.

B. Wasserentfettungsapparat von A. L. G. Dehne, Maschinenfabrik Halle a. S.

Das Verfahren beruht auf der Eigenschaft der sog. Entfettungserde, einer silicathaltigen Tonerde, wenn sie in fein verteiltem Zustande dem Wasser beigemischt ist, die Fetteilchen an sich zu ziehen.

Das Rohwasser wird zunächst in einen Absetzraum geleitet, in welchem ein Teil des Öles durch Abfließen von der Oberfläche entfernt wird. In dem Präparatbehälter wird die unlösliche Entfettungserde durch ein Rührwerk dem Wasser beigemischt; diese Mischung fließt mit dem Rohwasser in den ebenfalls mit einem Rührwerk versehenen Mischraum, wo die Aufnahme der Ölteilchen durch die Entfettungserde vor sich geht. In einer Filter-

presse wird darauf die Entfettungserde mit dem anhaftenden Fett abgeschieden.

Garantiert wird bei Mineralschmieröl eine Reinigung bis zu einem Ölgehalt von höchstens 5 g auf 1 cbm oder $\frac{1}{2000}$ v. H. Der Zusatz an Entfettungserde beträgt durchschnittlich 0,3 kg/cbm zum Preise von etwa 2,1 Pf./kg ab Halle a. S. Als Ersatz kann man auch chemisch gefällte Niederschläge von Tonerdehydrat, Magnesiumhydrat oder Eisenoxydulhydrat verwenden. Handelt es sich um Rohwasser aus einem Einspritzkondensator, welches nicht weich ist, so werden bei dem im übrigen gleichen Apparat durch eine Laugepumpe die zum Herausfällen der Kesselsteinbildner erforderlichen Reagenzien zugesetzt.

Das Einschütten der abgewogenen Menge Entfettungserde geschieht alle 3 Stunden; die Filterpresse wird wöchentlich ein- bis zweimal entleert, was $\frac{1}{2}$ Stunde in Anspruch nimmt.

Leistung cbm/Std.	Raumbedarf		
	Länge mm	Breite mm	Höhe mm
0,5	1800	850	1850
2,5	3100	1400	2625
5,0	4400	1400	2625
10,0	4650	3600	3000
25,0	4500	4500	1700
50,0	7000	4900	1700