

Biblioteka Główna i OINT  
Politechniki Wrocławskiej



100100212653

# Mitteilungen

des Deutschen Wasserwirtschafts-  
und Wasserkraft-Verbandes G. V.

Berlin-Halensee

1929

Nummer 26

Verbands-Geschäftsstelle  
Berlin-Halensee  
Joachim-Friedrichstr. 50



Postfach-Konto:  
Berlin 11 936  
Fernruf: Umland 1066

## Die Beseitigung gewerblicher Abwässer.

Von

B. Böhm, Breslau,  
Gewerberat i. R.

Nachdruck verboten.

Einzelpreis 3 M.

Durch die Verbandsgeschäftsstelle zu beziehen.

L  
1543

Q 1543

kl

Die Bedeutung  
gewöhnlicher Arbeiter.

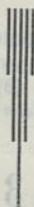




# Die Beseitigung gewerblicher Abwässer.

Von

B. Böhm, Breslau,  
Gewerberat i. R.



L 1543 kd

1929. 1100.



In. 20634.



350743 L/1



## Inhaltsangabe.

### Einleitung.

	Seite
Entstehung der Abwasserfrage . . . . .	9
Verschiedenartigkeit der gewerblichen Abwässer und ihr Unterschied zu den städtischen Kanalwässern . . . . .	10
Die in gewerblichen Abwässern enthaltenen verunreinigenden Stoffe . . . . .	10

### Erster Teil.

#### Reinigung und Beseitigung der Abwässer im allgemeinen.

I. Über die Selbstreinigung der Gewässer . . . . .	12
Verdünnung, Sedimentation, chemische Umsetzungen, Oxydation, Verdunstung, biologische Reinigungsvorgänge.	
II. Reinigungsverfahren zum Abfangen und Ausscheiden unlöslicher fester Stoffe . . . . .	15
Rechen und Siebe . . . . .	15
Sandfänge, Absitzbecken . . . . .	16
Neuere Absitzverfahren mit besonderem Schlammfaukraum . . . . .	17
Klärtürme und Klärtrichter . . . . .	18
III. Chemische Zusätze, Fällmittel, Chlor . . . . .	18
IV. Beseitigung von Fetten und Ölen . . . . .	21
V. Die natürlichen biologischen Reinigungsverfahren . . . . .	22
Die Bodenberieselung, Doppel- und Untergrundberieselung, Beregnen mit Abwässern.	
Staufiltration . . . . .	25
Fischteiche . . . . .	26
VI. Die künstlichen biologischen Reinigungsverfahren . . . . .	27
Fällkörper, Tropfkörper.	
Belebter Schlamm, biologische Tauchkörper . . . . .	30

### Zweiter Teil.

#### Die Beseitigung der Abwässer in den einzelnen Industriezweigen.

A. Vorbemerkung. Allgemeine Richtlinien bei der Beseitigung gewerblicher Abwässer.	
Trennung oder Zusammenführung von verschiedenartigen Abwässern desselben Betriebes . . . . .	31



Gewerbliche Abwässer und städtische Kanalisationsabwässer, ihr gegenseitiges Verhalten in den Kanalröhren und den Reinigungsanlagen. Die Beseitigung der gewerblichen Abwässer im rheinisch-westfälischen Industriegebiet . . . . .	32
Unschädlichmachung und Beseitigung eines Abwassers . . . . .	34
Kühl- und Kondenswasser, Spül- und Reinigungswasser aus den Maschinenhäusern	35
Wasch-, Bade- und Abortwässer . . . . .	36

B. Abwässer mit anorganischen Stoffen.

Bergwerksbetriebe:

Kohlenbergbau . . . . .	36
Grubenwasser, Zechenabwässer, Ablaufwässer der Schutthalden, Ablaufwässer vom Spülverfab.	
Kristallglasschleifereien und Glasäzereien . . . . .	39
Hochofenwerke . . . . .	40
Gas-Waschwässer, Abwässer von der Schlackengranulation.	
Walzwerke . . . . .	43
Ölhaltige Abwässer.	
Beizereien, Drahtziehereien, Emaillierwerke, Verzinkereien, Weißblechwerke . . . . .	43

Chemische Betriebe:

Die Kaliindustrien . . . . .	45
Chloralkaliumfabriken, Hartglasverarbeitung, Kaliumsulfatfabriken, Glaubersalzfabrikation.	
Ammoniakfodafabriken . . . . .	48
Die trockene Destillation von Steinkohle, Braunkohle und Torf . . . . .	48
Gasanstalten, Ammoniakfabriken . . . . .	49
Farbstofffabriken . . . . .	50

C. Abwässer mit teils anorganischen, teils organischen Stoffen.

Textilindustrie:

Wollwäschereien . . . . .	52
Flachs- und Leinwandmüllereien . . . . .	53
Tuchfabriken . . . . .	54
Kunstseidefabriken . . . . .	56
Bleichereien . . . . .	57
Färbereien, Zeugdruckereien und Appreturanstalten . . . . .	58

Papierindustrie:

Sulfatzellstofffabriken . . . . .	61
Natron- und Sulfatzellstofffabriken und Strohstofffabriken . . . . .	64
Holzschleifereien . . . . .	66
Papierfabriken . . . . .	67
Pappfabriken . . . . .	70



	Seite
Gerbereien, Leimfabriken und verwandte Betriebe . . . . .	71
Leder- und Knochenleimfabriken . . . . .	74
Darmseifenfabriken und Darmzubereitungsfabriken, Zubereitungsanstalten für Tierhaare und Bürstenfabriken . . . . .	76

D. Abwässer mit organischen Stoffen.

**Zuckerfabriken:**

Wasch- und Schwemmwässer, Diffusions- und Schnitzelpresswässer, Fall- und Kondenswässer . . . . .	76
Schlachthäuser . . . . .	88
Anstalten zum Trocknen ungegerbter Tierfelle. Zellulosefabriken . . . . .	90
Molkereien, Käseereien und Margarinefabriken . . . . .	90

**Stärkeindustrie:**

Kartoffelstärkefabriken, Reis- und Getreidestärkefabriken, Stärkezucker- und Stärke- sirupfabriken. Kartoffelflockenfabriken . . . . .	91
---	----

**Gärungsgewerbe:**

Bierbrauereien, Kartoffelbrennereien, Kornbranntweinbrennereien und Hefefabriken	94
--	----

## **Vorbemerkung.**

Die vorliegende Arbeit erhebt keinen Anspruch darauf, sämtliche Abwässerindustrien in den Kreis ihrer Betrachtung zu ziehen. So fallen in Bergwerksbetrieben und chemischen Fabriken noch vielfach Abwässer an, von deren Behandlung abgesehen werden mußte. Immerhin ist aber der weitaus größte und schwierigste Teil der gewerblichen Abwässer behandelt worden.

Hierbei möge auf das unter 2. des Bücherverzeichnisses angegebene Handbuch des Verfassers über „Gewerbliche Abwässer usw.“ hingewiesen werden, in dem noch einige hier nicht aufgeführte Abwässerindustrien behandelt sind, sowie allgemeine volkswirtschaftliche und fischereiliche Gesichtspunkte Beachtung gefunden haben. Ferner sind die angegebenen Reinigungsverfahren durch zahlreiche praktische Beispiele erläutert, die Fürsorge der Behörden und die von ihnen vorgeschriebenen Genehmigungsbedingungen für die Reinhaltung der Gewässer, sowie die gesetzlichen Bestimmungen über die Einleitung von Abwässern erörtert worden.

**Abkürzungen.** Es sind die allgemein üblichen bezw. amtlich eingeführten Abkürzungen für die Bezeichnungen von Maßen, Gewichten, Zeit und Geld verwendet worden. Weiter bedeutet:

S. = Seite; Nr. = Nummer; Abb. = Abbildung; Jg. = Jahrgang; Bd. = Band;  
H = Heft.  
„Landesanstalt“ = Preussische Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem.

Die in ( ) gesetzten Nummern bezeichnen die unter der gleichen Nummer auf S. 7 aufgeführten Bücher.

---

## Bücherverzeichnis.

1. Dr. H. Bach, Die Abwasserreinigung. R. Oldenbourg, München und Berlin, 1927. RM 8.
2. B. Böhm, Gewerberat i. R., Gewerbliche Abwässer, ihre Reinigung, Beseitigung und nutzbare Verwertung. Mit 80 Abbildungen. Otto Elsner, Verlagsgesellschaft m. b. H., Berlin S. 42, 1928. RM. 15, geb. RM. 17,50.
3. Dunbar, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. R. Oldenbourg, München und Berlin. 2. Aufl. 1912.
4. Gasselhoff, Wasser und Abwässer. Sammlung Göschen, 1919.
5. Dr. ing. K. Zmhoff, Fortschritte der Abwasserreinigung. Karl Heymann, Berlin W. 8. 2. Aufl. 1926 RM. 5.
6. Dr. ing. K. Zmhoff, Der Ruhrverband. Verlag Wasser, Berlin-Dahlem, 1926.
7. J. König, Die Verunreinigung der Gewässer, II. Bb. Jul. Springer, Berlin, 1899.
8. J. König, Neuere Erfahrungen über die Behandlung und die Beseitigung gewerblicher Abwässer. Jul. Springer, Berlin, 1911.
9. Prof. C. Zahn, Die Reinigung städtischer Abwässer. — Prof. Dr. A. Prißkow, Die gewerblichen Abwässer und ihre Reinigung. — Prof. Wilhelm, Selbstreinigung der Flüsse. Handbuch der Hygiene von Weyl, II. Bb., 3 Abt. 2. Aufl. 1914. Joh. Ambrosius Barth, Leipzig.
10. Prof. Dr. A. Prißkow, Die gewerblichen Abwässer und ihre Reinigung. „Chemische Technologie der organischen Verbindungen von Dr. R. D. Herzog. Karl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg. 2. Aufl. 1927.“
11. Schiele, Abwasserbeseitigung von Gewerben und gewerblichen Städten unter hauptsächlichster Berücksichtigung Englands. Hirschwald, Berlin, 1909.
12. Vom Wasser, II. Bb., Verlag Chemie G. m. b. H. Berlin W. 10.

Über einzelne Verfahren und Apparate zur Reinigung der Abwässer geben auch die oft ganz vorzüglich ausgestatteten Kataloge oder Sonderdrucke der Spezialfirmen auf dem Gebiet der Abwasserreinigung genaue Auskunft z. B. die Geiger'sche Fabrik G. m. b. H. in Karlsruhe, Kremer-Klärgesellschaft m. b. H., Berlin-Lichterfelde W., Wasser- und Abwasserreinigung G. m. b. H. in Neustadt a. d. Haardt, Deutsche Abwasserreinigungsges. m. b. H., Städtereinigung „Dms“ in Wiesbaden und andere in dem Heft genannte Firmen. Weiter enthalten die von der „Landesanstalt“ herausgegebenen Kleinen Mitteilungen für die Mitglieder des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene G. V., stets ein reichhaltiges und gut geordnetes Material auch über gewerbliche Abwässer.



## Verzeichniß der Abbildungen.

		Seite
Abb. 1.	Kremer-Klärbrunnen D. R. P. . . . .	19
" 2.	Tropfkörper und dreiarmiger Sprinkler nach W. Wurl . . . . .	28
" 3.	Wanderfprenger mit Innenbeausschlagung nach Geiger . . . . .	29
" 4.	Großöl- und Fettabscheider nach Passavant . . . . .	35
" 5.	„Dms“-Abwasserreiniger für Kohlenwäschen u. dgl. . . . .	37
" 6.	Kläranlage für Spülversatzrübe, System Neustadter Becken . . . . .	38
" 7.	Kläranlage für Abwässer der Schladengranulation, System Neustadt . . . . .	42
" 8.	Siebtrommelfilter nach Babrowski-Grünberg (Echl.) . . . . .	55
" 9.	Trichter-Stofffänger nach Kropp . . . . .	64
" 10.	Stoff- und Pülpefänger Kollsof . . . . .	65
" 11.	Füllner-Filter mit Filzband und Filzwäsche, Patent Littel . . . . .	69
" 12.	Separator Scheibe nach Riensch-Wurl . . . . .	73
" 13.	Kraut- und Stroh fänger von Köllmann & Gruhn . . . . .	79
" 14.	Rübenschwänze fänger mit Aufarbeitungsanlage von Jörning & Sauter . . . . .	81
" 15.	Mammut-Eindicker der A. Vorjig G. m. b. H. . . . .	83
" 16.	Milchsäuregärung für Diffusions- und Schnitzelpreßwässer, Schema nach Grevemeyer . . . . .	86
" 17.	Fangfett-Fettfänger der Passavant-Werke G. m. b. H. . . . .	89



## Die Beseitigung der gewerblichen Abwässer.

### Einleitung.

Die Abwasserfrage gewinnt in Deutschland erst im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts Bedeutung, als mit dem einsetzenden wirtschaftlichen Aufschwung unser Vaterland sich aus einem Agrarstaat zu einem Industriestaat entwickelte. Es entstanden eine große Zahl städtischer Gemeinwesen, aus Mittelstädten wurden Großstädte und Gegenden mit bisher landwirtschaftlichem Charakter wandelten sich zu Industriemittelpunkten um.

Diese Entwicklung bedingte aber auch den Verbrauch großer Mengen von Reinwasser, einmal zu Trinkwasser und zum menschlichen Haushalte, zum andern für den Betrieb einer ganzen Anzahl von Industrien, die auf die Verwendung von Frischwasser zum Waschen von Roh-, Zwischen- und Fertigprodukten, zu chemischen Umsetzungen, zur Dampferzeugung u. dgl. m. angewiesen sind, den sogenannten Abwasserindustrien. Hierbei verschwindet aber weder das Trink- und Haushaltswasser, noch das in den Betriebswerkstätten gebrauchte Wasser, sondern es kommt schließlich in annähernd derselben Menge, aber verunreinigt durch die Stoffe, mit denen es in seinem Laufe über den menschlichen Haushalt und die Industriewerkstätten in Berührung gekommen ist, als Abwasser wieder zum Vorschein. Im allgemeinen führt man es unterirdisch im Grundwasser oder in Bächen und Flußläufen, mehr oder weniger gereinigt den Stellen wieder zu, denen es zum Reingebrauch entnommen wurde.

Auf dem Gebiete der Reinigung und Beseitigung städtischer Kanalwässer haben sich im Laufe der Zeit allgemein anerkannte Reinigungsverfahren herausgebildet, weil diese Abwässer so ziemlich überall die gleiche Beschaffenheit zeigen.

Anderz dagegen bei den gewerblichen Abwässern, bei denen zunächst das wirtschaftliche Interesse der Unternehmer der Schaffung solcher im allgemeinen als unproduktiv angesehenen Reinigungsanlagen entgegenstand. Sodann kommt aber in Betracht, daß bei der Reinigung

gewerblicher Abwässer noch viel größere technische Schwierigkeiten zu überwinden sind als bei den städtischen Kanalisationsabwässern. Die Abwässer aus gewerblichen Anlagen sind für jede Industrie sowohl ihrer Menge als auch ihrer Zusammensetzung nach verschieden und zeigen nur geringe oder gar keine Ähnlichkeit mit den Haushaltabwässern. Die Beseitigung bietet oftmals wegen ihrer enormen Menge oder wegen der ungünstigen Jahreszeit, in der sie anfallen, sodann aber auch wegen ihrer sauren, alkalischen, salzigen oder giftigen Eigenschaften besondere Schwierigkeiten. Es entstehen auch noch neue Abwässerindustrien, die wieder neue Aufgaben in bezug auf die Abwasserbeseitigung stellen.

Dieser Verschiedenartigkeit der gewerblichen Abwässer entsprechend sind auch die Verfahren zu ihrer Reinigung und Beseitigung außerordentlich vielseitig. Um diese verstehen zu können, erscheint es deshalb erforderlich, die Stoffe, die das Abwasser enthält und die seine Eigenschaften bedingen, näher kennen zu lernen.

Die im Abwasser enthaltenen Stoffe können anorganischer und organischer Natur sein, weiter können sie aus ungelösten festen, ungelösten flüssigen und löslichen Stoffen bestehen. Teilweise befinden sich die Stoffe auch in leim- oder gallertförmigen, dem kolloidalen Zustande.

Für die Art der anzuwendenden Reinigungsverfahren ist weiter das spezifische Gewicht und die Stückgröße der Suspensorien von ausschlaggebender Bedeutung. Stoffe mit verhältnismäßig hohem spezifischem Gewicht wie Erz- und Metallteilchen, Hammerschlag, Steinkohle, Sand und Steinchen setzen sich schnell und vollständig zu Boden, wenn dem Abwasser nur Gelegenheit gegeben wird, in einer Erweiterung des Ablaufkanals oder in einem Absitzbecken seine Ablaufgeschwindigkeit entsprechend zu verringern. Wenn aber die Stoffteilchen in dem Abwasser sehr klein und fein verteilt sind, so daß die dem einzelnen Teilchen inwohnende lebendige Kraft größer ist als sein Eigengewicht, so setzen sich die Schwebestoffe nicht zu Boden und das Abwasser bezw. der Vorfluter bleibt auf weite Strecken getrübt. Dies ist beispielsweise der Fall bei Steinkohlen- und Braunkohlenschlamm sowie bei erdigtonigen Waschwässern, und müssen hier besondere Maßnahmen angewendet werden, um ein Niederschlagen der Schwebestoffe zu bewerkstelligen, z. B. Filtration auf Klärbecken mit verschließbarer Drainage oder mittels Saugfilter, sowie Zusatz von gewissen Stoffen als Fällmittel, um die fein verteilten Schlammteilchen zu größeren Flocken zusammenzuballen, die dann leichter niederfallen.



Von den organischen Suspendorien finden sich gröbere Stücke in den Waschwässern der Zuckerfabriken und der Kartoffel verarbeitenden Industrien als Kraut, Stroh, Blätter, Rübenschwänze, abgeschlagene Kartoffel- und Rübenenteile, sowie Haut- und Fleischstücke bei Schlachthäusern und Gerbereien. Hier sind Rechen und Siebe mit einer Schlitzweite bis herab zu 1 mm zum Abfangen dieser Stoffe in Anwendung. In dieser Weise werden auch Schwimmkörper z. B. Schwimmschlacken von der Schlackengranulation, Holz, Papier u. dgl. von Haushaltwässern zurückgehalten. Dagegen bleiben Fasern aus Tuchfabriken, aus Papier- und Zellstofffabriken, Pülpefasern aus Zuckerfabriken u. dgl. im Abwasser schweben und können nur durch sehr feinmaschige Siebe oder Filtertücher zurückgehalten werden, die aber durch Abstreichvorrichtungen, Rückspülung, Tücherwäsche und andere Maßnahmen dauernd rein und leistungsfähig erhalten werden müssen.

Von unlöslichen flüssigen Stoffen finden sich in Abwässern aus dem Bereiche der anorganischen Natur Benzol, Benzin, Petroleum, Phenole, aus dem der organischen Öle und flüssige Fette, zum Teil in Emulsion aus Molkereien, Margarinefabriken, Küchen, Schlachthäusern. Abdeckereien und Gerbereien. Ihre Ausscheidung aus dem Abwasser ist nicht nur aus klärtechnischen Gründen dringend erforderlich, sondern aus wirtschaftlichen Gründen vorteilhaft, und sind dazu Öl- und Fettfänger verschiedener Systeme in Anwendung.

Lösliche anorganische Stoffe gelangen ins Abwasser in Form von Säuren wie Salz-, Schwefel- und Fluß-(Fluorwasserstoff)säure, und als Laugen, insbesondere Kalkmilch. Zur Beseitigung ihrer schädlichen Wirkung im Vorfluter muß eine Neutralisation der Säuren durch Laugen, und umgekehrt stattfinden, falls nicht eine solche Beeinflussung etwa schon durch das Zusammenleiten von Abwässern entgegengesetzten Verhaltens entweder innerhalb desselben Betriebes oder später im Vorfluter stattfindet. Weiter gelangen aus Salzbergwerken und Salinen, aus Kalifabriken und Ammoniakfabriken Kochsalz und Salze verschiedener Art, aus Arsenikwerken, Gerbereien und Zellstofffabriken Arsenik in den Vorfluter. Eine Beseitigung dieser Stoffe durch chemische Prozesse oder sonstige Beseitigungsverfahren ist in keiner Weise möglich, nur durch eine genügende Verdünnung im Vorfluter und Fortführung ins Meer lassen sich diese Stoffe unschädlich machen. Farbstoffe aus Färbereien und Farbenfabriken färben den Vorfluter meist schon in ganz geringen Mengen intensiv, ohne wegen ihrer sonstigen Beschaffenheit schädliche

Wirkungen im Gefolge zu haben. Die Beseitigung der Farbstoffe gelingt, wenn auch manchmal unter gewissen Schwierigkeiten.

Die Zusammensetzung der organischen Substanzen in den Abwässern verschiedener Industrien ist meist recht kompliziert. Es handelt sich um organische Säuren wie Ameisen-, Butter-, Valerian-, Propion- und Essigsäure, Zucker, Gummi, Eiweiß u. dgl. m. Diese Stoffe gehen leicht in Gärung und Fäulnis über unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Ammoniak, die das Abwasser weiter verschlechtern. Hier müssen dann oft mehrere wirksame Reinigungsverfahren nacheinander zur Anwendung kommen, um das Abwasser soweit zu reinigen, daß es dem Flußlauf zugeführt werden kann, der erst die endgültige Beseitigung übernimmt.

### Erster Teil.

## **Reinigung und Beseitigung der Abwässer im allgemeinen.**

### **I. über die Selbstreinigung der Gewässer.**

Ein Abwasser kann in einfacher und vorzüglicher Weise unschädlich gemacht werden, wenn es einem Gewässer zugeführt wird, das die nötige Kraft zur Selbstreinigung besitzt. Diese Selbstreinigung ist abhängig einmal von der Menge und Beschaffenheit des im Vorfluter vorhandenen frischen Wassers und der Menge und Beschaffenheit des zugeleiteten Abwassers. Je größer dabei die Verdünnung des Abwassers wird, desto größer ist auch die selbstreinigende Kraft des Gewässers. Ohne genügende Verdünnung des Abwassers ist eine Selbstreinigung des Wasserlaufes nicht möglich. Wenn daher Industrieanlagen günstig an großen Strömen oder Seen gelegen sind wie z. B. in Amerika, so ist die Selbstreinigung ausreichend, um die Abwässer ohne weitere künstliche Verfahren unschädlich zu beseitigen und sind solche weder notwendig noch üblich. Sind dagegen in einem Lande wie England nur schwache Vorfluter bei großer Dichte der Bevölkerung und Intensität der Industrie vorhanden, so ist kein Fluß lang genug, um eine genügende selbstreinigende Kraft auszuüben, und es müssen künstliche Verfahren zur Reinigung und Beseitigung der Abwässer angewendet werden. Ohne genügende Verdünnung kann ein Abwasser meilenweit fließen, ohne seine üble Beschaffenheit zu verlieren.



In Deutschland sind die Abwasserindustrien auf die verschiedensten Gegenden verteilt, die Ableitung des mehr oder weniger gereinigten Abwassers findet zumeist in die größeren Flüsse und ihre Zuflüsse statt. Größere Seen, die Haffe und die künstliche Teichwirtschaft, welche die ertragreichsten Fischgewässer vorstellen, werden von den Abwässern nicht in Mitleidenschaft gezogen. Um einen ungefähren Maßstab für die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Vorfluter zu gewinnen, seien im folgenden die sekundliche Mittelwassermenge in Kubikmeter einer Anzahl deutscher und einiger englischer Wasserläufe angegeben:

Rhein bei Düsseldorf 2000, Donau bei Passau 2480, Weichsel an Montaur Spitze 1330, Elbe bei Magdeburg 500, Weser bei Hoya 431, Oder bei Stettin 300, Main bei Frankfurt 180, Isar bei München 121, Havel bei Potsdam 60, Ruhr bei Steele 60, Spree bei Berlin 42, Lohe bei Breslau 3,6, Trent bei Nottingham 100, Themse oberhalb London 60. Neben der Wassermenge spielt die Geschwindigkeit des Wassers noch eine Rolle, sie schwankt bei Mittelwasserführung zwischen 0,40 m bei den Flachlandflüssen und 1,50 m bei den Gebirgsflüssen.

Eine bestimmte Mindestziffer der Verdünnung anzugeben, die die ausreichende Reinigung des Abwassers für alle Fälle verbürgt, ist nicht möglich. Von Bettenkofer hatte, veranlaßt durch die vorzügliche selbstreinigende Kraft infolge des starken Gefälles und der geringen Verunreinigung der Isar, die jahrzehntelang Abwässer der Stadt München ohne größere Übelstände aufgenommen hatte, schon eine Verdünnungsziffer von 1:15 bei rd. 0,6 m Stromgeschwindigkeit als genügend zur Aufnahme von ungeklärtem städtischem Kanalwasser angesehen, was man aber nach neueren Anschauungen bei weitem nicht mehr für ausreichend hält. Einige weitere Beispiele sind in 2, S. 232 und 236 erstes Beispiel enthalten.

Der Begriff der Selbstreinigung der Flüsse ist von Prof. König festgelegt. Er versteht unter „Selbstreinigung der Flüsse“ die bleibende Unschädlichmachung der zugeführten verunreinigenden Stoffe, sei es durch mechanische oder chemische Vorgänge, sei es durch Umwandlung toter organischer Stoffe in unschädliche Lebewesen oder in sich verflüchtigende Gase. Bei der Selbstreinigung finden im einzelnen folgende Vorgänge physikalischer, chemischer und biologischer Art statt, die auf die Reinigung des Abwassers hinwirken.

Die Sedimentation. Bei Wasserläufen mit schwacher Strömung findet eine Ablagerung der mitgeführten Schwebestoffe statt, das Wasser wird dabei leidlich klar.

Der Niederschlag wird besonders beim Eintritt in Seen oder bei seeartigen Erweiterungen des Flußlaufes, vor Wehren und zwischen den Buhnen u. dgl. sichtbar. Diese Art der Reinigung kann aber als keine endgültige, sondern nur als eine teilweise und vorübergehende angesehen werden; denn beim nächsten Hochwasser wird der Schlamm wieder aufgewühlt und entweder weiter flußabwärts geführt oder bei Ausuferungen auf das angrenzende Gelände gespült, wo er u. U. düngend, in anderen Fällen, nämlich wenn er Salze oder Schwefelmetalle enthält, schädlich wirken kann. Nur soweit die Ablagerungen ins Meer gespült oder ausbaggert werden, können sie als beseitigt gelten.

Weiter findet eine Selbstreinigung durch rein chemische Umsetzungen im Flußwasser statt. Hierzu gehört die Neutralisation von freien Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure usw.) durch die im Flußwasser vorhandenen Bicarbonate oder Karbonate, da die entstehenden Sulfate, Chloride, Nitrate usw. dauernd unschädlich geworden sind, sowie die Überführung von freiem Kalk durch vorhandene Kohlensäure in unschädliches Kalziumbicarbonat.

Auch durch direkte Oxydation kann eine Selbstreinigung bewirkt werden. Hierzu gehört die Oxydation von Schwefelwasserstoff oder von Schwefelkalzium, das auf diese Weise durch Entstehung von Kalziumsulfat unschädlich gemacht wird, ferner die Oxydation schädlicher Ferrosalze in unschädliche Ferriverbindungen.

Endlich schreibt Prof. König auf Grund von Versuchen noch der Verdunstung, insbesondere von Kohlensäure, freiem Ammoniak oder Ammoniumcarbonat eine selbstreinigende Wirkung im Flußwasser zu.

Der eigentliche Selbstreinigungsvorgang von organischen Stoffen findet nun aber in der Hauptsache durch die Zersetzung von Mikroorganismen in den Gewässern statt. Hierüber haben erst in letzter Zeit die dankenswerten Untersuchungen von Kolkwitz und Marsson volle Klarheit geschaffen, die dabei die drei Zonen der Polysaprobien, der Mesosaprobien und der Oligosaprobien unterschieden. Auch die Wasseralgae können aus freien organischen Säuren, z. B. Essigsäure, Stärke bilden, und aus Harnstoff, Glykoll usw. direkt Protein aufbauen. Nach Versuchen von König gedeihen höhere Wasserpflanzen in Lösungen, die Asparagin oder Albumosen und dabei Dextrin enthielten, üppig. Der biologische Vorgang bei der Selbstreinigung der Flüsse ist daher sehr vielseitig. Die toten organischen Stoffe durchlaufen die



verschiedensten niedrigen Lebewesen bis hinauf zu den Fischen, die wieder vom Menschen verzehrt werden.

Bei sehr großer Verdünnung findet aber auch in stehenden Gewässern eine Selbstreinigung statt. Ja Prof. Dr. Graf-München weist darauf hin, daß nicht das schnell fließende Wasser der Flüsse, sondern das stehende Wasser des Teiches die höchste selbstreinigende Kraft besitzt, wobei die biologischen Vorgänge die Hauptrolle spielen.

Besitzt ein Gewässer nicht genügende selbstreinigende Kraft, so muß das ihm zuzuführende Abwasser durch ein oder mehrere Verfahren, welche für die Beseitigung der Abwasserstoffe geeignet sind, soweit vorgereinigt werden, daß keine unzulässige Belastung des Vorfluters eintritt. Diese Verfahren sollen in den folgenden Abschnitten erläutert werden.

## II. Reinigungsverfahren zum Abfangen und Ausschcheiden unlöslicher fester Stoffe.

Die Wahl des zweckmäßigsten Apparates zur Entfernung der festen unlöslichen Stoffe richtet sich nach deren Größe und Beschaffenheit. Es kommen in der Hauptsache zwei Verfahren hierfür in Betracht:

A. Abfangen der Stoffe durch Rechen und Siebe.

B. Abflößenlassen in Becken, Brunnen, Klärtrichtern u. dgl.

Zu A. Bei Suspensionen bis zu 10 mm Stärke und mehr benutzt man Grobreiniger, die dann meist nur als Vorverfahren für die weitere Reinigung dienen. Feinreiniger, die Abfälle von 2 und 1 mm Korngröße zurückhalten, werden dagegen vielfach als selbständige Reinigungsapparate angewendet. Hierzu werden Drahtharfen in Form parallel nebeneinander gespannter Drähte, Netzwerke aus senkrecht zueinander gespannten Drähten, Drahtsiebe oder Siebbleche benutzt. Vorteilhaft ist es auf alle Fälle, die Siebflächen auf der Rückseite zu erweitern, um ein Versetzen der Maschen oder Schlitze und so ein Verstopfen des Siebes zu verhindern.

In verschiedenen Industriezweigen, wie in der Papierindustrie, den Tuchfabriken und den Zuckerfabriken ist es jedoch erforderlich, noch viel feinere Siebe bis zu 0,1 mm zu verwenden, die aus Phosphorbronze in Spezialfabriken hergestellt werden. Teilweise werden sogar, wie z. B. in der Papierindustrie, breite Tuch- oder Filzbänder verwendet, die als Filter wirken und die im Abwasser enthaltenen feinen Faserstoffe zurückhalten, wobei zur Verstärkung der Filterwirkung sogar ein Vakuum auf der Rückseite angewendet wird.



Zu B. Beim Absitzverfahren wird dem Abwasser Gelegenheit gegeben, in Becken der verschiedensten Gestalt, in Brunnen und Trichtern mit nach unten gerichteter Spitze aus Eisen oder Beton die Sinkstoffe abzusetzen.

Recht schwierig gestaltet sich der Absitzvorgang, wenn das spezifische Gewicht der Sinkstoffe dem des Wassers nahe kommt. In dieser Hinsicht findet oftmals eine ungünstige Beeinflussung statt, wenn die Sinkstoffe durch Luftbläschen in der Schwebe gehalten werden, was u. a. bei Schlacken von Koksbläschen und der Schlackengranulation und bei Papierfasern der Fall ist. Hier sind Hilfsmittel in Form chemischer Zusätze als Belastungsmittel oder Entlüftung der Faserteilchen durch freien Fall nicht zu entbehren.

Von wesentlicher Bedeutung beim Absitzvorgang ist die Zeit, welche das Abwasser in dem Absitzapparat verweilt. Die Geschwindigkeit, mit der das Abwasser den Absitzapparat durchströmt, erteilt den Stoffteilchen eine bestimmte lebendige Kraft. Diese darf auf keinen Fall größer sein als deren Schwerkraft im Wasser, wenn überhaupt ein Absitzen stattfinden soll. In schwierigen Fällen ist es deshalb notwendig, das Abwasser in dem Becken eine bestimmte Zeit vollkommen ruhig stehen zu lassen und danach das obenstehende geklärte Wasser sowie auch den Grundschlamm unter Vorsichtsmaßregeln abzulassen, so daß keine gegenseitige Vermischung mehr stattfinden kann. (2, S. 172/73 und 201—204.)

Die wichtigsten Einrichtungen zum Absitzvorgang sind die folgenden:

Sandfänge. Der Sand an sich ist im Vorfluter unschädlich, es ist jedoch notwendig, ihn aus dem Abwasser zu beseitigen, weil er das Volumen und die übrige Behandlung des Klärschlammes erschwert und in den Pumpen und Kanälen Verschleiß verursacht.

Die Beseitigung des Sandes aus dem Abwasser ist wegen seines hohen spezifischen Gewichts verhältnismäßig einfach und wird in Sandfängen ausgeführt. Es ist dazu nur nötig, den Querschnitt des Ablaufgerinnes in der Breite und Tiefe zu vergrößern und damit die Durchflußgeschwindigkeit des Abwassers auf etwa 0,15—0,20 m/sek zu verringern, wobei sich der Sand dann zu Boden setzt. Er wird mittels Handbaggers oder auf maschinellem Wege entfernt. (2, Abb. 66.)

Einfache Absitzbecken. Die Becken werden im allgemeinen für eine Durchflußgeschwindigkeit von 10—15 mm/sek eingerichtet und haben sich 40 m lange Becken von etwa 2 m Tiefe, deren Sohle nach dem Abfluß zu ansteigt, als zweckmäßig erwiesen. Die Ausführung geschieht

der besseren Schlammfernung halber am besten in Mauerwerk oder Beton. Der Wassereinlauf muß gleichmäßig über die ganze Beckenbreite erfolgen, der Ablauf über eine Überlaufschwelle. Hinter dem Einlauf und vor dem Ablauf sind Tauchbretter, Tauchbalken oder ähnliche Einrichtungen zur besseren Vermischung der Abwässer und Zurückhaltung der Schwimmstoffe anzubringen.

Neuere Absitzverfahren mit besonderem Schlammfaulraum. Enthält das Abwasser neben mineralischen Schlammteilen organische, leicht in Fäulnis übergehende Bestandteile, so beeinflusst der faulende Schlamm das zufließende Abwasser ungünstig durch Anreicherung mit Zersetzungsprodukten. Es ist deshalb unbedingt notwendig, den Schlamm so schnell als möglich aus den Absitzvorrichtungen zu entfernen, damit er keine Gelegenheit findet, das Abwasser zu verschlechtern (Beispiele siehe 2, Abb. 67, 70).

Erheblich einfacher und unter Vermeidung der durch die Zersetzungserscheinungen des Schlammes entstehenden Schwierigkeiten und Übelstände gestaltet sich die Abscheidung und Beseitigung des Schlammes bei den neueren Brunnen- und Becken-Konstruktionen, bei denen der Schlammfaulraum vom eigentlichen Klärraum getrennt ist und die Klärwirkung von den im Schlamm sich abspielenden Gärungs- und Zersetzungserscheinungen unabhängig ist.

Klärbrunnen. Die Klärbrunnen werden meist aus Eisenbeton als Bauwerk hergestellt, für kleinere Ausführungen auch aus einzelnen Betonringen zusammengesetzt. Der Querschnitt ist dabei meist kreisrund, der Boden in Form eines umgekehrten Kegels oder einer Kalotte ausgebildet, aus dessen Spitze der verdickte Schlamm durch den darüber lastenden Wasserdruck in ein Steigrohr gedrückt wird.

Das Prinzip, die Schlammzersetzung der unteren Teile eines Tiefbrunnens ohne Beeinflussung des im Oberteil stattfindenden Klärvorganges durchzuführen, ist zuerst vor rund 20 Jahren von Dr. ing. K. Imhoff durch die Herstellung des sogenannten „Emscherbrunnens“ durchgeführt worden. Im oberen Teile des 10—12 m tiefen Brunnens ist im Anschluß an den Abwasserzulauf ein wagerechter Absitzraum angeordnet. Dieser besteht aus einem Gerinne, dessen Profil im unteren Teile dreieckig ist und an der tiefsten Stelle einen offenen Schlitze aufweist, der der ganzen Länge des Gerinnes nach verläuft und dadurch gebildet wird, daß die schrägen Wände des unteren Teiles des Gerinnes sich überkragen. Setzt sich nun Schlamm auf den schrägen Wänden des



Gerinnes ab, so rutscht er alsbald durch den Schütz in den „Schlamm-faulraum“. Hier einmal angelangt, können die Schlammstoffe nicht mehr in den Absitzraum zurück, weil die Übertragung der Gerinnenwände etwa aufsteigende Schlammfladen und Gase in die seitlichen, vom Absitzgerinne getrennten Räume des Brunnens ableitet (2, Abb. 8, 9, S. 43).

Ähnliche Konstruktionen sind dann auch von andern Abwasser-reinigungsgesellschaften ausgeführt worden und zeigt Abb. 1 einen von der Kremer-Klärgesellschaft m. b. H. in Berlin-Lichterfelde W. gebauten Klärbrunnen mit untergelagertem Schlammfaulraum. Kremer-Klärbecken mit Frischschlammgewinnung und vollkommen getrenntem, besonders daneben gebautem Schlammfaulraum sind in größerer Zahl für Städte und Gewerbebetriebe erbaut worden.

Von den Beckenkonstruktionen ist das von Dr. Steuer im Jahre 1910 angegebene „Neustadter Becken“ der Wasser- und Abwasser-reinigungs-Gesellschaft m. b. H., Neustadt a. d. Haardt, zumeist in Anwendung gekommen. Es sind in der Regel ein oder zwei schmale Absitzbecken nebeneinander angeordnet, deren Seitenwände unten im spitzen Winkel zusammenlaufen. Im untersten Punkt durchzieht eine Eindickungsrinne das Becken. Das Abwasser bewegt sich vom Einlauf in der Längsrichtung langsam gegen den Ablauf am entgegengesetzten Ende, die Trübstoffe sinken nieder und gleiten auf den schrägen Seitenwänden im untern Teil in die Eindickungsrinne. Neben dem eigentlichen Absitzbecken ist der Schlammraum gleichfalls in Form eines daneben gelagerten Beckens angeordnet und baulich vereinigt. Wegen der Schlammabseitung siehe 2, Abb. 7 und S. 40 u. 42.

Klärtürme, z. B. Kote-Röckner, Merten sind wegen ihrer komplizierten Einrichtungen überholt und durch die modernen Absitz- und künstlichen biologischen Verfahren ersetzt worden.

Klärtrichter haben sich dagegen für gewisse Arten gewerblicher Abwässer vorzüglich bewährt, z. B. in der Papierindustrie, siehe S. 64, Abb. 9.

### III. Chemische Zusätze.

Eine erheblich stärkere Klärwirkung läßt sich aber beim Absitzverfahren erzielen, wenn dem Abwasser vor dem Eintritt in die Absitzvorrichtung chemische oder gewisse andere Stoffe zugesetzt werden, die die Eigenschaft haben, schwere Flocken zu bilden, welche die Schwebestoffe umhüllen und mit zu Boden reißen.



Für die gewerblichen Abwässer sind im Gegensatz zu städtischen Kanalwässern chemische Zusätze vielfach von Nutzen. Hier finden sich oft saure, alkalische, stark verdünnte oder sonst schädliche Stoffe, welche durch

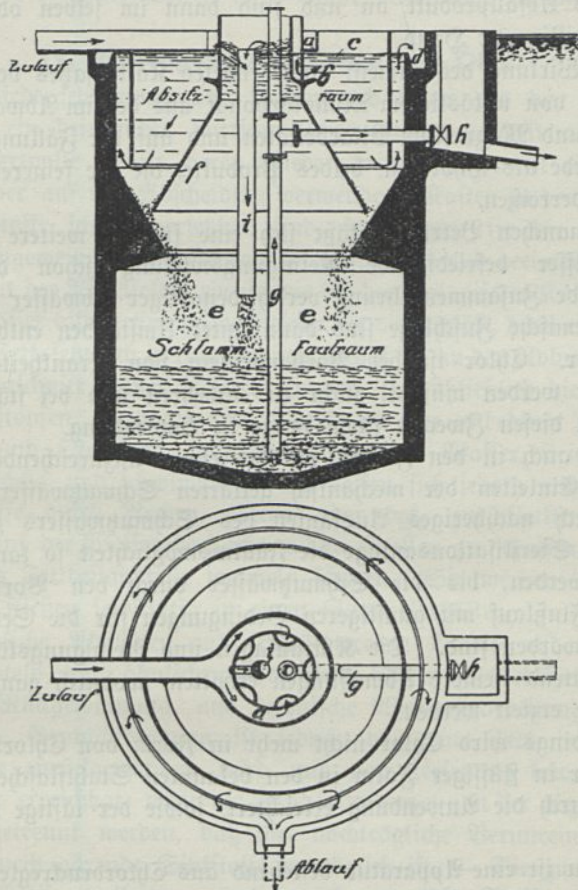


Abb. 1. Kremer-Klärbrunnen D. R. P.

a = Ringförmige Zulaufrinne. b = Vorstoßplatte. c = Schwimmschicht. d = Ringförmige Überlauf Rinne. e = Schlammfaulraum. f = Trichterglocke, welche den Klärraum vom Schlammfaulraum trennt. g = Schlammablaßrohr. h = Schlammabsperrschieber. i = Einspülrohr für Schwimmschlamm und Frischwasserzuführung zum Schlammfaulraum

entsprechende chemische Zusätze beseitigt werden müssen, die dann gleichzeitig als Fällmittel wirken, bevor das Abwasser dem Vorfluter zugeleitet

werden kann. Die heute noch gebräuchlichen und wirksamsten chemischen Zusätze sind Kalkmilch, schwefelsaure Tonerde, Eisenvitriol und schwefelsaure Magnesia (Kieserit). Bei manchen Gewerbebetrieben fallen diese Stoffe als Abfallprodukt an und sind dann im selben oder Nachbarbetrieben billig zur Hand.

Die Wirkung des zumeist angewendeten Kalkzusatzes beruht auf der Erzeugung von unlöslichem Monocarbonat aus den im Abwasser gelösten Kalzium- und Magnesium-Bicarbonaten und auf der Fällung von Eisen- und Tonerde als Hydraten, beides Produkte, die die feineren Trübstoffe schnell niederreißen.

In manchen Betrieben läßt sich eine für die weitere Behandlung der Abwässer befriedigende Reinigungswirkung schon durch zweckentsprechende Zusammenführung verschiedenartiger Abwässer erzielen; besondere chemische Zuschläge sind dann unter Umständen entbehrlich.

Chlor. Chlor ist bei Vorhandensein von Krankheitskeimen, die desinfiziert werden müssen, nicht zu entbehren und bei städtischen Abwässern zu diesen Zwecken schon lange in Anwendung.

Aber auch in den Fällen, wo bei einem unzureichenden Vorfluter sich nach Einleiten der mechanisch geklärten Schmutzwässer noch Uebelstände durch nachheriges Ausfaulen des Schmutzwassers zeigen, kann durch eine Sterilisationsanlage die Fäulnismöglichkeit so lange hintenan gehalten werden, bis die Schmutzwässer durch den Vorfluter einem größeren Flußlauf mit günstigeren Bedingungen für die Selbstreinigung zugeführt worden sind. Die Kläranlagen und Reinigungskörper können dann bedeutend kleinere Abmessungen erhalten, wodurch ganz bedeutende Ersparnisse erzielt werden.

Allerdings wird Chlor nicht mehr in Form von Chlorkalk, sondern unmittelbar in flüssiger Form in den bekannten Stahlflaschen verwendet und hierdurch die Anwendung erleichtert, sowie der lästige Kalkschlamm vermieden.

Hierzu ist eine Apparatur bestehend aus Chlordruckregler zur Herabminderung eines gleichbleibenden Druckes von 0,5 Atmosphären, Meßvorrichtung und Regulierventil erforderlich, die u. a. von der Bamag-Mequin-Aktiengesellschaft, Berlin NW. 87, und der Chlorator-Gesellschaft m. b. H., Berlin S. 14, geliefert wird.

Für gewerbliche Abwässer besonders der Zucker- und Papierfabriken wird Chlor im Zusammenhang mit Kupfer gebraucht und hat Abtötung der Pilzwucherungen im Vorfluter erreichen lassen. Dagegen haben sich



die einzigen bei gewerblichen Abwässern vorkommenden pathogenen Keime des Milzbrandes der Chlorbehandlung nicht zugänglich gezeigt. Für die Waschwässer der Zuckerfabriken wird Chlor neuerdings ausprobiert.

#### IV. Beseitigung von Fetten und Ölen.

Die Wiedergewinnung von Fetten und Ölen aus den Abwässern ist zunächst ein dringendes wirtschaftliches Gebot, handelt es sich doch dabei um wertvolle Stoffe, deren Wiedergewinnung zumeist einen erheblichen Teil der auf ihre Abscheidung verwendeten Kosten zu decken vermag. Da diese Stoffe schwer zersezbar sind, so hindern sie die biologische Reinigung ungemein. Sie haften an der Oberfläche und beeinträchtigen die Filterfähigkeit der Rieselfelder ebenso wie die der biologischen Körper. Fett-haltige Abwässer bilden eine große Gefahr für die Kanäle, denn erst erkaltet, gerinnt das Fett, setzt sich in ringförmigen Schichten an den Rohrwandungen ab, den Querschnitt immer mehr verengend, um schließlich die Leitungen ganz zu verstopfen. Deshalb sind Fettsänger hier unbedingt notwendig.

Fette und Öle sind spezifisch leichter als Wasser, steigen an die Wasseroberfläche und schwimmen. Sie lassen sich jedoch nicht wie feste Schwimmstoffe durch Rechen, Siebe oder dgl. zurückhalten, sondern es genügt, auf der Wasseroberfläche ruhige Stellen zu schaffen, an denen sich Öl und Fettbestandteile sammeln können. Sie werden dann abgeschöpft oder fließen selbsttätig in einen Sammelbehälter.

Gewerbliche Abwässer aus Schlächtereien, Wurst- und Konservenfabriken, Hotels und ähnlichen Betrieben führen so viel Fett mit sich, daß seine Rückgewinnung und technische Weiterverarbeitung durchaus lohnend ist. Grundbedingung ist jedoch, daß das Fett in möglichst reiner Form zurückgewonnen wird und vor Zersezung bewahrt bleibt. Dies ist nur erreichbar, wenn die Sinkstoffe derart von der abgetriebenen Fettschicht getrennt werden, daß ihre nachträgliche Verunreinigung und Zersezung durch gärende Sinkstoffe unmöglich ist. — Die zur Ableitung kommenden Wässer enthalten nämlich viel organische Stoffe, wie Fleisch- und Fischreste, Gemüseabfälle u. dgl. Bei Lagerung im Wasser gehen diese Teile leicht in Fäulnis über, verlieren durch den Faulprozeß an Gewicht und steigen an die Oberfläche empor. Deshalb dürfen Fettzelle und Schlammraum niemals untereinander in einem Raum angeordnet werden, wenn man einen Fettschlamm mit hohem Fettgehalt erhalten will.

Soll der Fettsänger sich durch Ersparnisse an Unterhaltungskosten und Verhüten ärgerlicher Betriebsstörungen bezahlt machen, so muß



weiter seine Wirkung möglichst vollkommen sein, das heißt alle im Wasser enthaltenen Fettstoffe müssen abgeschieden und zurückgehalten werden.

Die Apparate müssen deshalb so beschaffen sein, daß die zufließenden Wassermengen nicht durch den Fettsammelraum geleitet werden, damit das Fett in der Abscheidung weder gestört noch mit fortgeschwemmt wird. Nach diesen Grundsätzen gebaute Fänger stellt die Spezialfabrik Passavant-Werke G. m. b. H., Michelbacher Hütte (Maffau) her (siehe Abb. 4, 17).

### V. Die natürlichen biologischen Reinigungsverfahren.

**Die Bodenberieselung.** Durch die Bodenberieselung findet die beste Reinigung aller fauligen und fäulnisfähigen Abwässer statt. Dabei gewähren die Rieselfelder, wenn auch keinen Reingewinn, so doch einen wirtschaftlichen Nutzen, der bei allen anderen Reinigungsverfahren wegfällt oder doch nur sehr gering ist. Voraussetzung ist aber, daß geeignetes Riesel Land zur Verfügung steht, was nicht überall der Fall ist.

Die Bodenberieselung ist zuerst für die städtischen Abwässer erprobt und mit Erfolg durchgeführt worden. Dies war deshalb möglich, weil diese Abwässer keine pflanzenschädlichen Stoffe, vielmehr Pflanzennährstoffe, wie Stickstoff, Phosphorsäure, Kali usw. in größeren oder geringeren Mengen enthalten. Die gewerblichen Abwässer erfüllen aber nur zum Teil diese Bedingung, weshalb auch nicht alle Industrien in der Lage sind, von der Bodenberieselung Gebrauch zu machen.

Die verschiedenen Rieselmethoden. Läßt man das Abwasser in dünner Schicht über die Oberfläche schwach geneigter Bodenflächen laufen, ohne daß es in den Boden eindringt (hoher Grundwasserstand oder undurchlässiger Boden), so gelangt man zur Oberflächenberieselung. Die Reinigung des aufgebrachten Abwassers geht hier in der Weise vor sich, daß ein Teil verdunstet, die Schmutzstoffe aber an den Pflanzen sowie an der Bodenoberfläche zurückgehalten werden und durch die Atmosphärrilien in Verbindung mit biologischen Vorgängen zersetzt und unschädlich gemacht werden. Man braucht bei der Oberflächenberieselung ziemlich große Flächen, um einen befriedigenden Reinheitsgrad zu erzielen, spart allerdings die erheblichen Kosten für die Drainierung.

Ungleich wirksamer wird der Rieseffect, wenn das Abwasser durch den Erdboden sickert. Man unterscheidet hierbei die Stau- und Beetfiltration. Bei den 2—9 ha großen Einstauflächen kommen die Pflanzen auch hier mit dem Abwasser in direkte Berührung, weshalb das bei der Oberflächenberieselung Gesagte auch hier gilt. Bei der Beetfiltration wird die zu

berieselnde Fläche in eine Anzahl Beete von etwa 1 m Breite und 20—30 m Länge eingeteilt, welche durch 0,3 m breite und ebenso tiefe Gräben getrennt sind. Hier werden nur die Gräben mit Abwasser gefüllt, das dann seitlich in die Beete hineintritt und so nur mit den Wurzeln der Pflanzen in Berührung kommt. Diese Rieselmethode eignet sich deshalb am besten für Gemüsebau, Kohl und Wurzelgewächse.

Ein Teil der ebenen Geländestücke muß zur Anlage von Einstaubekken benutzt werden, welche mit etwa 1 m hohen Erddämmen eingefast werden. Diese müssen während einer anhaltenden Frostperiode die Abwässer, die auf den Feldern nicht mehr berieselt werden können, aufnehmen.

Bodenarten, Belüftung. Die Oxydationsvorgänge treten am schwächsten bei Moorboden, am stärksten bei Sandboden hervor, während sie bei Kalk- und Lehmboden in der Mitte liegen. Sandboden besitzt also die stärkste oxydierende und nitrifizierende Wirkung.

Eine ganz wesentliche Rolle spielt beim Rieselfelde die Belüftung, um eine dauernde Reinigungswirkung zu erzielen. Zunächst erfolgt in den oberen Bodenschichten eine Zurückhaltung der Schwebstoffe, weshalb eine weitgehende Vorreinigung durch Absiebanlagen u. dgl. stattfinden soll. Hierbei ist weiter zu beachten, daß Fettstoffe sich nur sehr langsam zersetzen, und sollen diese durch geeignete Fettfänger vorher entfernt werden. Fette sowie auch Gewebe-, Holz-, und Zellulosefasern setzen die Durchlässigkeit der oberen Bodenschicht sehr herab. Dieserhalb wirkt die Bearbeitung der Bodenfläche mit Pflug und Spaten in diesem Sinne günstig, ebenso der Anbau von Hackfrüchten, die während des Wachstums mehrere Male vom Unkraut befreit werden müssen, wobei die Ackerfläche aufgelockert wird. Von großem Einfluß auf die Belüftung ist auch die Drainierung des Bodens, da die Drains saugend wirken und so die senkrechte Luftzirkulation von oben nach unten begünstigen, die nur unterbleiben darf, wenn der die oberen Bodenflächen tragende Untergrund genügend durchlässig ist.

Größe des Rieselfeldes. Legt man die für die Nutzpflanzen erforderliche Stickstoffmenge von 350 kg/ha und Jahr zugrunde, so entspricht dies bei städtischer Spüljauche einer Menge, die auf 100 Kopf der Bevölkerung entfällt. Soll nur eine ausreichende Reinigung erzielt werden, so kann man 200 Personen zugrunde legen.

Die gewerblichen Abwässer eignen sich nur insoweit zur Bodenberieselung, als sie organische Bestandteile ganz oder zum überwiegenden Teile enthalten. Hierzu gehören Zucker- und Stärkefabriken, Molkereien,



Brennereien, Brauereien, sodann Schlachthäuser, Abdeckereien, Gerbereien u. dgl. und endlich Textil-, Papier- und Zellulosefabriken. Wesentlich ist aber hierbei, daß die Abwässer einer entsprechenden Vorreinigung unterworfen, in erster Linie die festen organischen Bestandteile und die Fette restlos abgefangen werden, um eine Verschlickung und Verfüllung des Kieselbodens zu vermeiden. Da heutzutage derartige Fangapparate für jeden Zweck zur Verfügung stehen und tadellos arbeiten, so muß diese Vorreinigung um so eher gefordert werden, da sich die Kosten der Beschaffung der Apparate in ganz kurzer Zeit durch Rückgewinnung der Stoffe und Vermehrung der Ausbeute bezahlt machen. Die vorgereinigten Abwässer weisen aber für die verschiedenen Industrien noch stark abweichende Beschaffenheit auf. Um zu einem Vergleich mit der städtischen Kanaljauche in bezug auf die Anwendbarkeit der Bodenberieselung zu gelangen, wird man unter Zugrundelegung des Höchstwertes von 350 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr als sichersten Weg die Ermittlung des Stickstoffgehalts des zu reinigenden Abwassers einschlagen müssen, der natürlich nach der Art des Abwassers und dem Grade seiner Vorreinigung verschieden sein wird. Die Belastung der Kieseloberflächen durch gewerbliche Abwässer wird im allgemeinen geringer bemessen werden müssen, als durch städtische Abwässer. Jedenfalls dürfen die Abflüsse vom Kieselbode nicht mehr säunischfähig sein.

Die Doppelberieselung ist bei beschränktem Kieselbode ein vorzügliches Mittel, um einen höheren Reinheitsgrad für das Kieselwasser zu erzielen.

Sie wird zweckmäßig in der Weise ausgeführt, daß auf dem höher gelegenen Land die drainierten Ackerflächen angelegt und das Sickerwasser am Hang auf Wiesen als Oberflächenberieselung ausgenutzt wird.

Bei völlig ebenem Kieselbode ist allerdings eine künstliche Hebung des Drainwassers vom ersten Feld nicht zu umgehen.

Eine besondere Abart der Doppelberieselung bildet das Proskowetzverfahren (siehe S. 85).

Die Untergrundberieselung besteht darin, daß das gut vorgereinigte Abwasser dem Boden durch etwa 0,5—1 m tief in die Erde gelegte, gelochte Tonrohre zugeführt wird, wo es ohne durch sein Aussehen und Geruch zu belästigen, zur Versickerung und so an die Pflanzenwurzeln gelangt. Es ist nur für kleinere Abwassermengen geeignet und leidet an dem Übelstand, daß die Röhren sich leicht verstopfen, und dann ausgegraben werden müssen (1, S. 122).



Beregnen mit Abwässern. Auf einem Felde, das sich seiner Oberflächengestaltung nach wegen hohen Grundwasserstands oder wegen schweren Lehmbodens nicht ohne weiteres als Rieselland eignet, kann man auch, ohne die hohen Kosten für Aptierung und Drainierung aufzuwenden, Abwässer durch Versprühen verrieseln.

Das Verfahren wurde zuerst im Jahre 1897 in Eduardsfelde bei Posen eingeführt, und ist u. a. für einen Teil der städtischen Abwässer Breslaus auf dem Gute Steine-Wüstendorf im Betrieb. Künstliche Beregnungsanlagen mit Reinwasser sind in Gartenanlagen und in der Landwirtschaft seit längerer Zeit bekannt und vielfach in Gebrauch. Bei der Verrieselung von Abwässern spielt aber die Verwendung geeigneter Spritzdüsen eine große Rolle, da Verstopfungen naturgemäß leichter vorkommen als bei Reinwasser, wenn auch schon eine weitgehende Vorreinigung des Abwassers durch Abscheidung der suspendierten Stoffe stattfindet. Auch die übrigen zu den künstlichen Regenanlagen erforderlichen Zubehörteile wie Pumpen, Rohrleitungen, Kupplungen u. dgl. bedürfen sorgfältiger Durcharbeitung und sind die Hydor G. m. b. H. in Berlin-Mariendorf, die Lanninger-Regner A.-G., Frankfurt a. M.-Rödelheim, Schweder & Co., Berlin-Groß-Lichterfelde u. a. auf diesem Gebiete durchaus leistungsfähig (Z. S. 66—70).

Vom klartechnischen Standpunkt muß das Verfahren als vollkommen bezeichnet werden, da das Abwasser restlos aufgezehrt wird, teils durch Verdunstung und teils direkt von den Pflanzen. Abflüsse entstehen somit überhaupt nicht.

Es muß aber bemerkt werden, daß zur Beregnung noch erheblich größere Landflächen benötigt werden als zur gewöhnlichen Bodenberieselung.

**Die Stauffiltration.** Die intermittierende Bodenfiltration, von Frankland begründet, unterscheidet sich vom Rieselfverfahren dadurch, daß eine landwirtschaftliche Ausnutzung in der Regel nicht stattfindet und der Boden nur als Filter dient. Es genügen dazu erheblich kleinere Landflächen als zum Rieselfbetriebe.

Als Boden eignet sich am besten Sand und Kies in natürlicher Lagerung oder künstlicher Aufschüttung. Das Material darf nicht zu fein sein, weil sonst der Zutritt der Luft behindert ist. Die Dicke der Filterschicht soll 1 m bis 1,5 m betragen. Die Reinigung findet vorwiegend in den oberen Schichten statt. Lehmiige Schichten wirken störend und sind zu beseitigen.

Die einzelnen Stauflächen werden unter Einschaltung längerer für die Regeneration des Filtermaterials notwendiger Ruhepausen abwechselnd mit dem Wasser beschickt.

Durch die Bodenfiltration wird ein großer Teil der Mikroorganismen (nach angestellten Versuchen bis zu 98%) ausgeschieden.

Mit Staufiltern kann bei sachgemäßer Anlage und Bewirtschaftung die mehrfache bis etwa die zehnfache Abwassermenge als auf Rieselfeldern mit landwirtschaftlicher Ausnutzung behandelt werden. Für gewerbliche Abwässer werden aber auch hier die nötigen besonderen Erfahrungen durch Vorversuche gesammelt werden müssen, wobei als Endziel die Fäulnisfreiheit der gereinigten Abwässer zu gelten hat.

**Fischteiche.** Das Drainwasser von Rieselfeldern enthält zwar keine sichtbaren Verunreinigungen mehr, aber noch reichliche Mengen organischer Stoffe, die in den Kieselgräben Abwasserpilze und Algen bilden. Das Drainwasser kann auch in Teiche geleitet werden, in denen sich bald ein lebhaftes Pflanzen- und Kleintierleben entwickelt. Die in solche Teiche eingesetzten Fische wachsen außerordentlich schnell.

Die Methode basiert auf der natürlichen Selbstreinigungskraft des Wassers (siehe S. 14/15).

Die Nachbehandlung der Rieselfeldabflüsse in Fischteichen wird in ausgedehntem Maße schon lange geübt, und können diese Abflüsse den Fischteichen stets unbehandelt und unverdünnt zugeführt werden. Auf den Berliner Rieselfeldern von rund 11 000 ha aptierter Fläche befinden sich z. B. an 12 Stellen 114 Fischteiche von insgesamt 84 ha Oberfläche.

Abweichend hiervon sind aber die zuerst von Prof. Dr. Hofer angestellten Versuche, das Rohabwasser nach möglicher Befreiung von den gröberen Schwebestoffen in Abfäßbecken oder dgl. unmittelbar in größere Fischteiche zu leiten, um hier auf biologischem Wege gereinigt zu werden. Das Abwasser muß möglichst frisch zugeleitet werden und darf noch nicht in Fäulnis oder Gärung übergegangen sein. Weiter muß es noch mindestens mit der 3fachen, besser mit der 5—10fachen Menge von Reinwasser verdünnt werden und der Zulauf zu den Teichen an zahlreichen Stellen stattfinden. Das Verfahren hat in Straßburg i. G. sowie in vielen kleinen Ortschaften und Betrieben, in Bayern u. a. in der Stadt Amberg, auf dem Truppenübungsplatz Grafenwöhr, der Gemeinde Zerzabelshof bei Nürnberg (2, Abb. 28) mit Erfolg Verwendung gefunden.



Durchschnittlich wird nach Prizkow eine Teichfläche von 1 ha bei 0,5—1 m Wassertiefe für 200—300 cbm Abwasser von gewöhnlicher Zusammensetzung genügen. Bei gehaltvolleren gewerblichen Abwässern sind im allgemeinen Verdünnungsverhältnisse mit Reinwasser und Größe der Teichanlagen durch Beobachtungen im praktischen Betriebe festzustellen.

## VI. Die künstlichen biologischen Reinigungsverfahren.

Zur Behandlung der Abwässer mittels der natürlichen biologischen Reinigungsverfahren sind mehr oder weniger große Land- oder Wasserflächen erforderlich. Wo es aber an solchen fehlt, tritt das künstliche biologische Verfahren in Kraft.

Das biologische Reinigungsverfahren besteht in einer Oxydation der organischen Stoffe durch Filter, die aus Koks, Schlacken, Kleinschlack, Kiesel sand u. dgl. bestehen. Diese Filter stellen gewissermaßen verdichtete Kieselfelder dar, in denen sich die notwendigen Mikroorganismen ansammeln, die die Aufgabe haben, die organischen Stoffe zu zersetzen. Die Filterkörper überziehen sich beim Durchsickern fäulnisfähigen Abwassers mit einem schmierigen Belag, dem sogenannten Benetzungshäutchen (biologischer Rasen), in dem Bakterien und Kleinlebewesen eine wirksame Tätigkeit entfalten. Das Benetzungshäutchen hat eine sehr große innere und äußere Oberfläche und absorbiert nach Dunbar nicht nur gelöste organische Stoffe, wie Farb- und Geruchstoffe, Eiweiß, Gerbstoffe, sondern auch große Mengen Gase. Neben und in der kolloidalen Masse finden sich nach Kolkwitz eine Reihe verschiedener Bakterien, Schimmel- und Hefepilze, ferner auch tierische Kleinwesen (Schizopoden, Flagellaten, Ciliaten, Rotatorieren) sowie die Fliegen und Larven der Schmetterlingsmücke (*Psychoda phalaenoides*). Nach Bildung des Benetzungshäutchens nehmen die gelösten organischen Stoffe in dem Schmutzwasser ab, und wenn diese Abnahme 60—65 % erreicht hat und in dem Abwasser gleichzeitig Salpetersäure auftritt, so ist das Filter „reif“, d. h. fähig, faulige und fäulnisfähige Schmutzwässer so zu oxydieren, daß sie nicht mehr faulen.

**Füllkörper — Tropfkörper.** Bei Aufbau der biologischen Körper unterscheidet man zwischen dem Füllverfahren und dem Tropfverfahren.

Bei dem Füllverfahren ist in der Regel eine zweistufige Anlage, im ersten Körper mit gröberem, im zweiten mit feinerem Material

(5—10 mm), erforderlich, um völlige Fäulnisfreiheit des Ablaufs zu erzielen. Das Material der Füllkörper verschlammte auch wegen der geringen Korngröße allmählich und muß dann ausgebaut und ausgewaschen werden, wogegen beim Tropfkörper die sich ansammelnden Schlammstoffe und Abbauprodukte ständig ausgeschwemmt werden. Wegen dieser Schwierigkeiten und der größeren Leistungsfähigkeit der Tropfkörper sind die Füllkörper in neuerer Zeit verlassen worden.

Die verbreitetste Vorrichtung zur Veriefelung von biologischen Tropfkörpern ist der Drehsprenger oder Sprinkler. Er beruht auf dem bekannten Grundsatz des Segnerschen Wasserrades (Abb. 2).

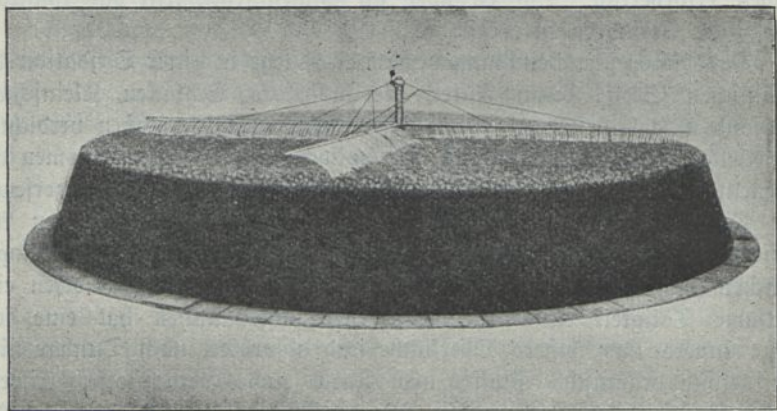


Abb. 2. Tropfkörper und dreiarmiger Sprinkler von 24 m  $\varnothing$  der Kläranlage des Kanalisationsverbandes für das Laisebachgebiet in Waldenburg i. Schl. Ausgeführt von der Maschinenfabrik Wilhelm Wurl, Weissenfee, Berlin.

Der regelmäßige Zufluß des Abwassers zu den Drehsprengern wird durch selbsttätig wirkende Beschickungsvorrichtungen geregelt.

Außer den Drehsprengern werden auch Wandersprenger zur Veriefelung der Tropfkörper verwendet (Abb. 3). Sie wirken ähnlich wie ein oberflächliches Wasserrad und bei ständigem Zufluß.

Wo genügend Gefälle vorhanden ist, kann die Verteilung des Abwassers auf Tropfkörper auch durch Streudüsen erfolgen.

Streudüsen benötigen ein Gefälle von mindestens 1,2 m, während für Drehsprenger 0,4—1,0 m genügen. Bei Gefälle unter 0,5 m kommen Ripprinnen in offener oder geschlossener Form oder feste Rinnen,



ferner noch gelochte Rohre in Betracht. Auf eine gute Vorreinigung ist bei der biologischen Methode besonders Wert zu legen (2, S. 80).

Der Vorteil des künstlichen biologischen Verfahrens gegenüber dem natürlichen besteht lediglich in dem geringen Raumbedarf. Man kann das Verhältnis der erforderlichen Bodenflächen annehmen für

	Tropfkörper	Staufilter	Bodenberieselung	Spritzverfahren
etwa wie:	1	10	100	400

Demgegenüber kommen doch für das künstliche biologische Verfahren nicht unwesentliche Nachteile in Betracht. Vom volkswirtschaftlichen

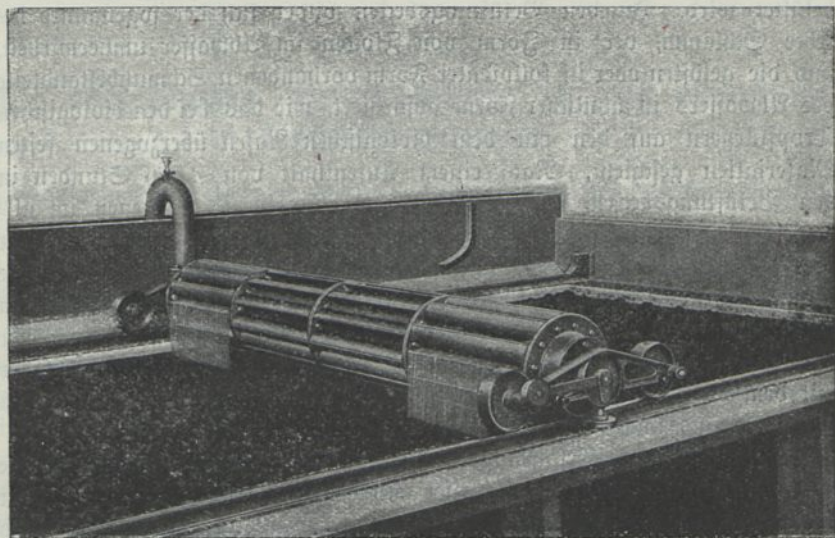


Abb. 3. Wandersprenger mit Innenbeauffschlagung. System und Patent Geiger.

Standpunkt fällt erheblich ins Gewicht, daß bei den Berieselungsverfahren die in den Abwässern enthaltenen organischen Bestandteile eine nutzbare Verwertung als Dünger erfahren, und hierdurch eine gewisse Einnahme erzielt wird, während die künstliche biologische Reinigung nur Kosten verursacht.

Weitere Nachteile der Tropfkörper bilden dann noch der Gestank und das Massenaufreten der Schmetterlingsmücke, die die Nachbarschaft belästigt und auf weite Strecken verweht werden kann. Da bei den Tropfkörpern endlich die sich ansammelnden Schlammstoffe und Abbau-

produkte ständig aus dem Material ausgewaschen werden, so muß eine Nachklärung der Abläufe durch Abfäßbecken bezw. Sandfilter stattfinden.

**Belebter Schlamm. Biologische Tauchkörper.** Seit dem Jahre 1912 ist in England und Amerika, seit kurzem auch vom Ruhrverband in Essen und anderen großen Klärgesellschaften, ein neues biologisches Reinigungsverfahren erprobt und weitgehend durchgebildet worden, welches darin besteht, daß das Abwasser nach entsprechender Vorreinigung in einem Lüftungsbecken durch Preßluft, Einschlagen von Luft durch Paddelräder in Belüftungsrinnen, Anwendung von Wurfkreiseln oder Kombinationen von Belüftung und Ummwälzung künstlich belüftet wird. In den Belüftungsbecken bildet sich der sogenannte belebte Schlamm, der in Form von Flocken im Abwasser umherwirbelt, und die gelösten oder in kolloidaler Form vorhandenen Schmutzbestandteile des Abwassers in ähnlicher Form adsorbiert, wie das bei den biologischen Tropfkörpern auf den mit dem biologischen Rasen überzogenen festen Materialien geschieht. Nach einem Aufenthalt von 4—6 Stunden in den Belüftungsbecken, bei gehaltvolleren Abwässern, zu denen im allgemeinen gewerbliche Abwässer gehören, auch länger, gelangt das mit dem belebten Schlamm vermischte, von dem Schmutz aber gereinigte Schmutzwasser in ein Nachklärbecken. Hier wird der abgesetzte Schlamm abgeseugt und ein Teil dem Belüftungsbecken wieder zugeführt, der Rest aber geht als Überschussschlamm wieder zur Vorreinigung, wo er mit dem dort anfallenden Schlamm der Sinkstoffe weiter in Faulräumen behandelt und nach Trocknung als Dünger verwertbar wird.

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß eine durchgreifende Reinigung der städtischen Abwässer mit belebtem Schlamm wohl erzielt werden kann. Für gewerbliche Abwässer liegen gleiche Erfahrungen noch nicht vor, doch läßt sich erwarten, daß auch diese mit belebtem Schlamm vorteilhaft behandelt werden können, soweit dieselben überhaupt für eine biologische Behandlung in Frage kommen.

Als unbestreitbare Vorteile gegenüber allen übrigen natürlichen und künstlichen biologischen Verfahren sind festzustellen: geringster Raumbedarf, sowie keine Belästigung durch unangenehmen Geruch und Mücken.

In neuester Zeit ist eine neue Art biologischer Körper entstanden, die im Wasser arbeiten, dabei aber ununterbrochen belüftet sind, somit einen ununterbrochenen Betrieb ermöglichen, die biologischen Tauchkörper.



Man unterscheidet bei den Tauchkörpern:

1. ruhende oder Preßluftkörper und
2. bewegliche Tauchkörper.

Preßluftkörper sind im wesentlichen Füllkörper, die mit künstlicher Belüftung mittels Preßluft ausgerüstet sind. Die ersten Preßluftkörper sind nach dem Vorschlag des Oberchemikers der Emschergesellschaft Dr. Bach für phenolhaltiges Abwasser bei einer Zeche, und für saures organisches Abwasser bei einer Brennerei des Emschergebietes ausgeführt worden, und für diese Verwendungszwecke patentiert (1, S. 106; 5, S. 62).

## Zweiter Teil.

# Die Beseitigung der Abwässer in den einzelnen Industriezweigen.

### A. Vorbemerkung. Einige allgemeine Richtlinien bei der Beseitigung gewerblicher Abwässer.

Trennung oder Zusammenführung verschiedener Abwässer desselben Betriebes. Die an verschiedenen Stellen und bei verschiedenen Fabrikationsvorgängen eines Gewerbebetriebes anfallenden Abwässer unterscheiden sich nach Menge und Gehalt an gelösten und ungelösten, organischen oder anorganischen Stoffen. Wenn man die verschiedenen Abwässerarten vereinigt, so erhält man zwar ein Abwasser von gleichmäßiger Beschaffenheit, dasselbe kann aber in vielen Fällen nur mit großen Schwierigkeiten und Kosten gereinigt werden. In diesen Fällen ist es oft vorteilhaft, die Abwässer nicht zusammen, sondern von der Entstehungsstelle in der Fabrik an getrennt zu führen und zu behandeln. Oft ist es nur auf diesem Wege möglich, zu einem befriedigenden Reinigungserfolg zu gelangen, wobei die in größerer Menge anfallenden Abwässer durch einfachere und billigere Methoden gereinigt und danach dem Vorfluter zugeleitet werden können, während die gehaltreicheren, aber in geringerer Menge anfallenden Abwässer mit kostspieligeren Verfahren beseitigt, oder nach einer durchgreifenden Vorreinigung in den Betrieb zurückgeführt werden müssen.

Manchmal ist aber die umgekehrte Behandlung am Platze, d. h. das Reinigungsverfahren wird erleichtert, wenn die aus verschiedenen Teilen des Betriebes stammenden Abwässer, die in chemischer Beziehung ent-

gegensefzte Eigenschaften zeigen, zusammengeführt werden. Wenn beispielsweise ein Teil der Abwässer sauer, ein anderer alkalisch reagiert, so kann durch Zusammenleiten beider ein neutrales unschädlicheres Abwasser erhalten werden, wobei meist auch mit den entstehenden Niederschlägen die feinen Schwebestoffe mit zu Boden gerissen werden. Beispiele finden sich im folgenden bei den Gerbereien, chemischen Betrieben, Papierfabriken u. a. m.

**Gewerbliche Abwässer und Kanalisationsabwässer.** Eine gegenseitige Beeinflussung findet stets ohne weiteres bei der Einführung gewerblicher Abwässer in öffentliche Kanalsysteme statt. Vielfach ist eine besondere Vorreinigung des gewerblichen Abwassers dann nicht nötig. So kann der Anschluß einer gewerblichen Anlage, welche verhältnismäßig große Spülwassermengen entläßt (z. B. einer Wäscherei) an ein Kanalrohrnetz mit geringen Mengen von Haushaltabwässern vorteilhaft sein, um eine bessere Durchspülung der Kanalrohre zu erzielen. Besonders vorteilhaft gestalten sich die Verhältnisse für schwachsaure gewerbliche Abwässer, die dann durch die meist alkalischen Haushaltabwässer neutralisiert werden. Endlich können Färbereiabwässer in städtischem Kanalwasser, wenn dieses im Überschuß vorhanden ist, durch die Einwirkung der Faulstoffe und durch biologische Vorgänge soweit abgebaut und zerlegt werden, daß die Färbekraft gänzlich verschwindet. In anderen Fällen sind jedoch bei der Einleitung gewerblicher Abwässer in ein öffentliches Kanalsystem gewisse Vorsichtsmaßregeln zu beachten, die einmal von der Beschaffenheit des Rohrnetzes und andererseits von den Reinigungsmethoden, die für die Kanaljauche in Anwendung kommen, abhängig sind.

Zunächst sind alle Schwebestoffe schon in der Fabrik durch Siebvorrichtungen, Abzugsbecken u. dgl. aus den Abwässern zu entfernen, um die Entstehung von Schlamm nach Möglichkeit zu vermeiden; denn die Schlammbeseitigung bietet bei der Reinigung der städtischen Kanalwässer bekanntlich die größten Schwierigkeiten. Sand in Abwässern scheuert die Kanalwandungen durch und ist durch Sandfänge oder Sandschöpfwerke zu entfernen. Abwässer aus Kohlen- und Erzwäschen enthalten viel Kohlen- und mineralischen Schlamm, der die Abzugsbecken schnell auffüllt und den Klärraum und die Klärwirkung beeinträchtigt. In Kläranlagen mit Schlammausfäulung behindert derartiger Schlamm den normalen Ausfäulvorgang. Derartige Abwässer sind daher zuvor in Abzugsbecken vorzubehandeln.



Saure Abwässer zerfressen die Kanalwandungen und sind deshalb vorher durch Kalk zu neutralisieren. Fettige, ölige und teerhaltige Bestandteile setzen sich an den Kanalwandungen fest und vermindern den Durchfluß.

In den biologischen Kläranlagen führen diese Stoffe zu besonders schweren Betriebsstörungen, da sie die Kleinlebewesen im Wachstum behindern, betäuben oder töten und infolgedessen die Zersetzung des Schlammes und die biologische Reinigung des Abwassers vereiteln. Die Abwässer sind deshalb durch Fettsfänge, Kondenswasserentöler u. dgl. von diesen Stoffen zu befreien. Größere Mengen von Faserstoffen, z. B. aus der Textil- und Papierindustrie sind gleichfalls geeignet, die Kanäle zu verstopfen, zudem erschweren sie die biologische Reinigung ungemein, indem sie die Oberfläche der Rieselfelder oder biologischer Körper verfilzen und damit die Wirksamkeit der Rieselflächen beeinträchtigen, die biologischen Körper werden in kurzer Zeit unbrauchbar gemacht. Das Abwasser darf den Kanälen auch nicht mit zu hoher Temperatur (höchstens 37° C) zugeführt werden, weil dadurch die Dichtungen an den Stoßenden der Kanalrohre erweicht werden würden. Aus diesen Gründen sind Absitz- und Aufhaltebecken erforderlich. Es ist ferner zu beachten, daß das Abwasser möglichst noch in frischem Zustande in die Kanäle gelangt.

Selbstverständlich dürfen gewerbliche Abwässer, die giftige oder solche anorganischen Stoffe enthalten, die die biologische Reinigung erschweren oder verhindern, dem städtischen Kanalwasser nicht zugeführt werden.

Leicht entzündliche oder explosive Stoffe, sowie solche, die eventl. mit anderen Abwässern vermischt giftige Gase entwickeln, müssen vom Kanalnetz feingehalten werden.

Eine Zuführung der gewerblichen Abwässer zu den Kanalisationswässern findet in umfangreichem Maße im **rheinisch-westfälischen Industriegebiet** statt. Das rd. 3½ Millionen Einwohner und Hunderte von Zechen und große gewerbliche Anlagen umfassende Gebiet ist durch die Emschergenossenschaft und den Ruhrverband in vorzüglicher Weise saniert worden. Das städtische Abwasser wird im allgemeinen in Absitzanlagen mit Schlammfäulung behandelt, und darüber für etwa 200 000 Einwohner die biologische Abwasserreinigung durchgeführt. Das gewerbliche Abwasser wird im allgemeinen in Schlammteichen behandelt.

Soweit die Zersetzungs Vorgänge in den Schlammfausträumen durch zugeführten gewerblichen Schlamm nicht gestört werden, gestattet die Genossenschaft die Abstoßung aller gewerblichen Wassermengen in die Vorflut ohne besondere Vorreinigung. Dies gilt eigentlich für sämtliche

Gewerbebetriebe mit Ausnahme der Hochofenwerke und der Kohlenzechen, die große Mengen von Schlamm erzeugen, der zweckmäßiger auf dem Gelände der gewerblichen Anlage herausgeklärt und gelagert wird. Die vom Schlamm befreiten Abwässer werden dann innerhalb des Gebiets unmittelbar der Emscher und den Nebenbächen zugeführt. Der Trockenwetterabfluß wird in der unteren Spitze des Profils geschlossen zusammengehalten. Die untere Spitze ist zudem mit glatten Schalen ausgelegt, so daß für eine glatte Abführung des vom Abwasser mitgeführten Schlammes gesorgt ist. Hiernach ist die Emscher als Hauptfämmler einer das ganze Gebiet vom Rhein bis Dortmund durchziehenden Kanalisation, die Nebenbäche sind als Nebenfämmler aufzufassen.

**Die Unschädlichmachung und Beseitigung eines Abwassers** ist das erstrebenswerte Ziel jeder Abwasserreinigung. Ist dabei gar kein Vorfluter vorhanden, oder darf mit seiner selbstreinigenden Kraft nicht gerechnet werden, so können verschiedene Möglichkeiten einer Beseitigung in Frage kommen.

1. Die Abwässer werden in wasserdichte Abflußbecken geleitet, in denen sie, mit oder ohne Zusatz von Fällmitteln, einen Teil ihrer Verunreinigung zu Boden sinken lassen und im übrigen verdunsten. Nur für kleinere Abwassermengen anwendbar.

2. Werden hierzu größere Erdbassins, auch in Form von langen flachen Gräben benutzt, welche außer der Verdunstung noch eine Versickerung der Abwässer zulassen, so können wohl etwas größere Abwassermengen beseitigt werden, jedoch ist zu bedenken, daß bei dieser Methode ein Teil des Abwassers in den Untergrund und das Grundwasser und somit in die Brunnen und in den nächst gelegenen Vorfluter gelangen kann, weshalb der zur Versickerung gelangende Teil der Abwässer so beschaffen sein oder soweit vorgereinigt werden muß, daß er im Grundwasser nicht mehr schädlich wirken kann.

3. Liegen menschliche Siedlungen und ein Vorfluter erst in größerer Entfernung, so brauchen diesbezügliche Anforderungen nur in geringem Umfange oder gar nicht gestellt zu werden. Steht genügendes Gelände zur Verfügung, so läßt man die benutzten Teiche wohl allmählich durch die in den Abwässern enthaltenen festen organischen und anorganischen Stoffe vollschlammern und bedeckt dieselben dann mit Erde. (Vererden.)

4. Geringe Mengen gehaltreicher Abwässer können auch durch Eindampfen unschädlich gemacht werden, was natürlich mit nicht un-



bedeutenden Kosten verknüpft ist, manchmal aber durch Rückgewinnung von wertvollen Stoffen aus dem Abwasser noch gewinnbringend sein kann.

5. Durch Beregnen auf landwirtschaftlichen Kulturen lassen sich Abwässer organischer Natur, die vollkommen von Schlamm und Suspensionen befreit sind, vollkommen beseitigen.

Über Beseitigung von salzhaltigen Abwässern siehe S. 45—48.

Kühl- und Kondenswässer, sowie Reinigungs- und Spülwässer aus den Maschinenhäusern fallen in fast allen, insbesondere den mit Dampfkraft betriebenen industriellen Anlagen an, jedoch können sie als Abwässer in

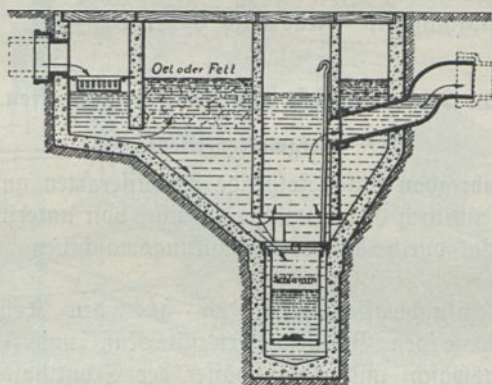


Abb. 4. Großöl- und Fettabscheider, System Passavant, der Passavant-Werke G. m. b. H. Michelbacher Hütte (Nassau).

Inhalt des Fettraumes (rund) 440 l, (quadratisch) 580 l, Inhalt des Eimers 60 l.

dem in der Einleitung angegebenen Sinne nicht angesehen werden. Denn als Verunreinigungen enthalten sie meist nur geringe Mengen von fettigen und öligen Bestandteilen, von den Schmierstellen herrührend, deren Wiedergewinnung ohnedies in einem rationellen Betriebe geboten ist. Es handelt sich also nur darum, zweckentsprechende Öl- und Fettfänger einzubauen, Abb. 4 (siehe 2, S. 91—93). Nach Entfernung der Öl- und Fettbestandteile werden diese Abwässer wieder in den Betrieb zurückgenommen oder dem Vorfluter zugeleitet, wobei nur darauf zu achten ist, daß sie durch Kühltürme, Versprizen oder in Teichen genügend abgekühlt werden. Auch können die Kühl- und Kondenswässer dann oftmals gute Dienste zum Verdünnen der eigentlichen gewerblichen Abwässer leisten.

Wasch-, Bade- und Abortwässer fallen gleichfalls in fast allen industriellen Anlagen an, da die Gewerbeunternehmer durch die Bestimmungen der Gewerbeordnung zur Herstellung entsprechender Einrichtungen verpflichtet sind. Diese Abwässer sind städtischer Kanalanlage durchaus ähnlich und wie diese zu behandeln. Wo immer möglich, sind sie daher einem Kanalnetz zuzuleiten, sie können aber u. U. auch den eigentlichen gewerblichen Abwässern beigemischt werden, wenn die auf S. 32 gegebenen Voraussetzungen und Bedingungen vorliegen und beachtet werden. Wenn diese Möglichkeiten aber nicht gegeben sind, so können die Abwässer durch Hauskläranlagen gereinigt werden. Eine ausführliche Behandlung dieser Anlagen findet sich in „Dr. ing. Teschner, Abwässer-Hauskläranlagen“ (siehe auch 2, S. 89—91).

## B. Abwässer mit anorganischen Stoffen.

### Bergwerksbetriebe.

Im Kohlenbergbau fallen folgende Abwässerarten an:

1. Die eigentlichen Grubenwässer, welche, von unterirdischen Wasserzuleitungen gespeist, durch die Wasserhaltungsmaschinen zutage gefördert werden.
2. Die Zechenabwässer, bestehend aus den Kohlenwasch- und Löschwässern, sowie den Brausewässern für Ruß- und Feinkohlen.
3. Die Auswasch- und Ablaufwässer der Schutthalden.
4. Bei den mit Spülversatz arbeitenden Gruben enthält das von den Versatzstellen abfließende Wasser meist noch mineralische Verunreinigungen, die am besten unter Tage zurückgehalten werden.

Die Grubenwässer weisen oft einen hohen Gehalt an Kochsalz, ferner an Kalzium-Magnesiumchloriden, schwefelsaurem Eisenoxydul und freier Schwefelsäure auf. In manchen Betrieben werden sie erst zum Waschen der Kohle verwendet.

Wasserarme Vorfluter werden durch diese Abwässer für häusliche, landwirtschaftliche und gewerbliche Zwecke unbrauchbar.

Die durch Eisenoxydul eintretende Sauerstoffzehrung hört nach verhältnismäßig kurzer Zeit durch die Oxydation zu Eisenoxyd auf. Durch größere Mengen saurer Wässer wird das Fischleben im Vorfluter geschädigt.

Behufs Reinigung sind die Grubenwässer in erster Linie von den Schwebstoffen zu befreien. Sodann sind die sauren Eisensalze durch Kalkzusatz, Belüftung und Absitzenlassen in Klärbecken zu neutralisieren



und abzuscheiden. Eine Beseitigung der Chloride ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft und kann eine Anreicherung des Vorfluters innerhalb gewisser Grenzen für Gebrauchszwecke und für die Fischzucht als unschädlich bezeichnet werden.

Im übrigen siehe die Abwässer der Kaliindustrie.

Die **Zechenwässer** werden in Klärsümpfen von den Schwebeteilchen solange im Kreislauf gereinigt, bis ihre Anreicherung mit den aus den Kohlen mitgenommenen Stoffen sie hierfür untauglich macht. Die aus

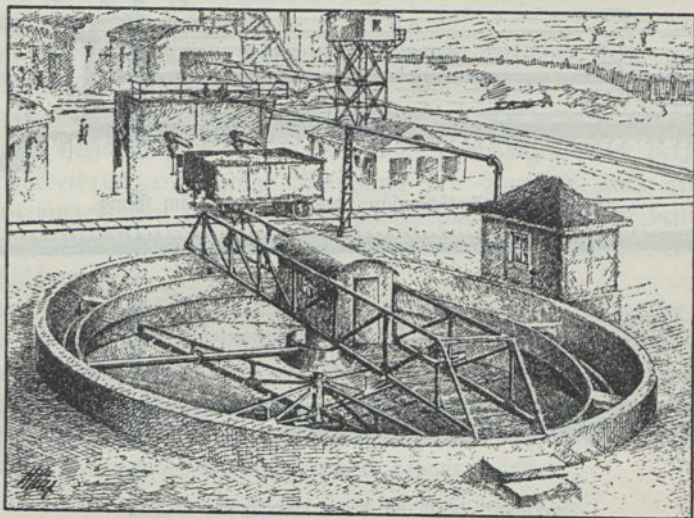


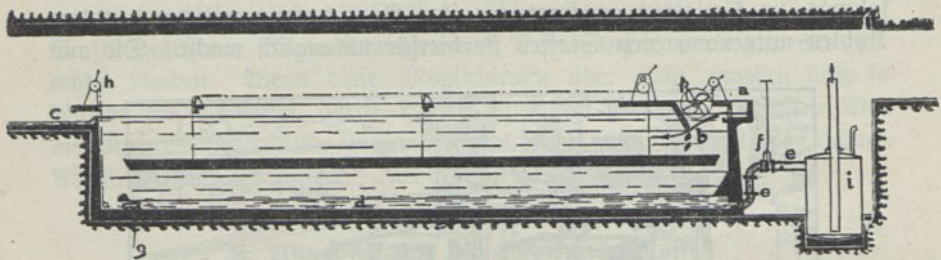
Abb. 5. „Dms“-Abwasserreiniger für Kohlenwäschen, Gasreinigungen u. dgl. der Deutschen Abwasser-Reinigungs-Ges. m. b. H. Städtereinigung, Wiesbaden.

feinen Kohleteilchen und tonigen Bestandteilen bestehenden Schwebestoffe bewirken im Vorfluter eine starke Verschlämzung, sie schädigen die Selbstreinigung und machen das trübe Wasser zu jedem Verwendungszweck unbrauchbar. Die Wiedergewinnung der Kohleteilchen bedeutet auch einen wirtschaftlichen Gewinn, bei der Sedimentation darf aber keine Vermischung mit häuslichen Abwässern stattfinden, da dann zu große Abzugesbecken erforderlich werden.

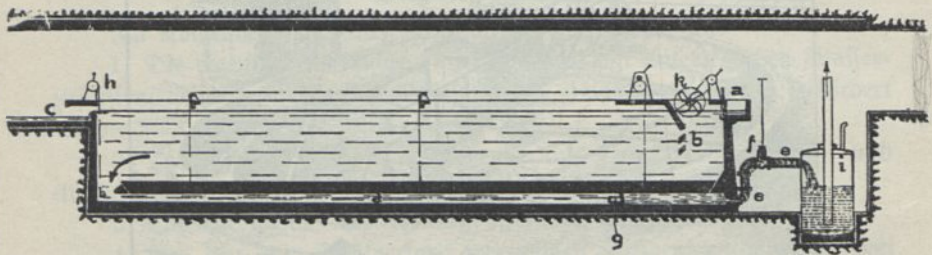
Recht geeignete Schlammfang- und -beseitigungsanlagen stellt auch die Kremer Klärgesellschaft m. b. H., Berlin-Friedenau, sowie die Deutsche Abwasser-Reinigungs G. m. b. H. in Wiesbaden her (Abb. 5), während

die Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Starke & Hoffmann, Hirschberg-Schles. ein Saugzellenfilter Pat. Fuchs zur Entwässerung des Kohlenschlammes baut. Abbildungen (2, S. 98—101).

Der gewonnene Kohlenschlamm kommt nach Vortrocknen auf drainierten Trockenbeeten bezw. Behandeln in Schlammfiltern oder Filter-Längsschnitt, Schlammrinne offen.



Längsschnitt, Ausschleusung des Schlammes im Gang.



Querschnitt durch die beiden Neustadter Becken.

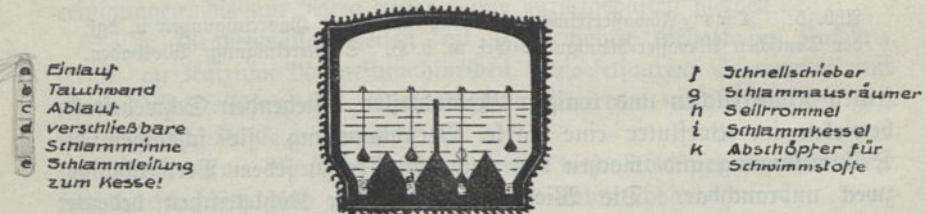


Abb. 6. Kläranlage für Spülverfaß in der Ferdinandgrube bei Kattowitz, System Neustadter Becken.

pressen als Brennmaterial unter dem Kessel zur Verfeuerung. Auch eine Verkokung ist nach vorheriger Vermischung mit Kokssteine in Erzeugung zu ziehen. Jedenfalls ist es heute nicht mehr notwendig, daß



der Kohlenschlamm unsere Flußläufe verschmutzt, und haben die Bestrebungen des Ruhrverbandes dazu geführt, daß heute so gut wie kein Kohlenschlamm mehr in die Ruhr kommt (6).

Die **Ablaufwässer der Schuttthalde**n sind den Grubenwässern ähnlich. Enthält der Abraum viel Schwefelkies, so finden sich in den Abläufen Schwefelsäure, schweflige Säure, sowie Eisen- und Tonerdesalze.

Die Reinigung hat in der Weise wie bei den Grubenwässern durch Neutralisierung der Säuren, Überführung von Eisenoxydul in Oxid und Zurückhalten der Eisenverbindungen in Abfäßbecken oder dgl. zu geschehen.

Die mit **Spülversatz arbeitenden Gruben** verfügen wohl nirgends über reinen Spül sand, vielmehr treten mineralische Verunreinigungen hinzu. Das aus den Versatzstellen abfließende Wasser enthält dann diese Stoffe, sie verschlammten die Sümpfe und verursachen unter dem meist hohen Förderdruck eine große Abnutzung der Pumpen, auch geht ein Teil des eingespülten Gutes zur Tagesoberfläche zurück, um bestenfalls im Kreislauf wieder eingespült zu werden oder andernfalls die Vorfluter zu verschlammten.

Man ist deshalb dazu übergegangen, für diese Ablaufwässer Kläranlagen unter Tage einzurichten, die aber natürlich keine allzu großen Bauwerke, Maschinenanlagen und laufenden Ausgaben erfordern dürfen. Eine derartige Anlage ist in Abb. 6 dargestellt und auf einer ober-schleifischen Grube seit 1914 in Gebrauch. Sie ist nach dem System Neustadt, aber ohne Schlammfaulraum gebaut worden.

### Kristallglasschleifereien und Glasätereien.

Die Herstellung von Kristall- und Kunstgläsern steht besonders in den schlesischen Gebirgen und in der Lausitz in hoher Blüte.

An dem Kristallglaste, zu dem ein hoher Prozentsatz Blei Verwendung findet, wird sein Hochglanz besonders geschätzt. Um diesen zu erzielen, wird das geschliffene Glas zu wiederholten Malen kurze Zeit in ein Gemisch von zwei Teilen Schwefelsäure und einem Teil Fluorwasserstoffsäure (Flußsäure) getaucht, welche das Glas angreift und ihm den Hochglanz verleiht, hierbei auch die vom Schleifen noch zurückgebliebenen scharfen Kanten wegätzt. Die noch anhängende Säure wird in Waschbottichen abgospült.

Während die zum Ätzen benutzte Flußsäure nicht beseitigt, sondern von Zeit zu Zeit aufgestrichelt wird, werden die Tauch- und Waschwässer

abgelassen. Dies darf aber nicht ohne weiteres in den Vorfluter gesehen, da die in den Abwässern noch vorhandene Säure, wenn auch stark verdünnt, große Verheerungen in demselben hervorrufen würde, wobei zu bedenken ist, daß es sich bei den Vorflutern meist um kleine Gebirgsbäche handelt, in denen nur die empfindliche Forelle gedeiht. Es ist daher eine völlige Neutralisierung und genügende Reinigung der Abwässer erforderlich, bevor sie in die öffentlichen Wasserläufe eingeleitet oder zum Versickern gebracht werden dürfen. Für die Neutralisierung werden völlig undurchlässige und säurefeste Klärgruben vorzuschreiben sein, in denen die sauren Abwässer durch ausreichenden Kalkzusatz unter jedesmaligem kräftigen Durchrühren abzustumpfen sind.

Fußboden und Wände sind mit einer 20 cm bzw. 10 cm starken Schicht von Asphalt und Goudron zu belegen, weil diese Mischung sich bisher am widerstandsfähigsten gegen die Säureeinwirkungen gezeigt hat. Auch werden dichte Holzgruben mit starken geteerten Bohlenwänden vielfach mit gutem Erfolge angewandt. Kiefernholz bewährt sich am besten.

Das entsäuerte Wasser muß sodann eine Filter- und Absitzanlage durchlaufen, damit die etwa vorhandenen Unreinigkeiten (Kalk, Steine usw.) zurückgehalten werden. Aus dem Absitzbecken kann das neutralisierte und gereinigte Wasser dann abgelassen werden. Der aus schwefelsaurem Kalk, Fluorkalzium und Kieselfluorkalzium bestehende Rückstand ist als Dünger verwendbar.

Die beim Hantieren mit der Flußsäure entstehenden Dämpfe müssen, um möglichst schnell aus den Arbeitsräumen und dem Bereich der Arbeiter zu verschwinden, abgesaugt werden. Hierfür sind besondere Kiestürme im Gebrauch, in denen zerstäubtes Wasser (am besten Kalkwasser) dem säurehaltigen Luftstrom entgegenrieselt.

### Hochofenwerke.

Die **Gichtgase** der Hochofenwerke bedürfen zu ihrer weiteren Verwendung einer ausgiebigen Reinigung, wozu sich die Naßreinigungungsverfahren besonders bewährt haben. Die hierbei entstehenden **Waschwässer** enthalten außer einem gewissen Zyan-Gehalt Asche, Schlacke und Erzteilchen, die sowohl zur Rückgewinnung des Waschwassers als auch der festen Bestandteile durch Sedimentation geklärt werden müssen. Hierbei spielt die Platzfrage eine gewisse Rolle und verdienen diejenigen Systeme den Vorzug, welche geringen Platzes bedürfen.



Für diese Zwecke ist u. a. das Neustadter Becken (S. 38) geeignet und bei zahlreichen deutschen und ausländischen Hütten im Betriebe (2 S. 108/09.)

Aus der **Hochofenschlacke** wird ein für viele Zwecke wertvoller **Sand** erzeugt, indem man die aus dem Hochofen kommende flüssige Schlacke in rasch fließendes Wasser leitet. Sie erstarrt dann unter starker Wasserdampfentwicklung zu kleinen, unregelmäßig geformten, aber auch blasigen Körnern (Körnung, Granulierung), dem Schlackensand, der von dem erwärmten Wasser mit fortgeführt wird. Dieses Wasser enthält im allgemeinen neben den die Hauptmenge bildenden Schlackensandkörnern, die infolge ihres spezifischen Gewichts rasch im Wasser niedersinken, auch solchen Sand, der durch den Auftrieb von eingeschlossenen oder anhaftenden Luft- und Gasbläschen schwimmt oder sich längere Zeit im Wasser schwebend hält. Das Mengenverhältnis der sich auf diese Weise äußerlich unterscheidenden Anteile unterliegt nach der Art des erblasenen Eisens sehr starken Schwankungen.

Zum Abfangen des Schlackensandes bedient man sich mit Elevator ausgerüsteter Fanggruben und nachgeschalteter mehr oder weniger großer, meist rechteckiger Klärbehälter, oder man leitet das Granulationsgemenge unmittelbar in Waggonen ein. In die Klärbecken gelangt dann mit dem Wasser der aus den Fanggruben mit überlaufende oder aus den Waggonenschlätzen auslaufende Sand. Aus den Becken hebt man den Sand gewöhnlich mit großen, die ganze Beckensohle bestreichenden Greifern aus. Diese Anlagen haben aber den Nachteil, daß der Klärbetrieb durch das Ausräumen immer zeitweise unterbrochen wird, sowie daß immer noch Sand in die Ablaufkanäle, in die Vorfluter oder Pumpen beim weiteren Betriebskreislauf gelangt.

In den modernen Kläranlagen bringt man dagegen sowohl die Sinkschlacken als auch den schwimmenden und schwebenden Sand derart aus der Strömung heraus, daß dauernd ein unschädliches Wasser abläuft und die Schlackenteilschen ohne Betriebsstörung mit einem und demselben Hilfsmittel herausbefördert werden.

Hiernach ist eine nach dem System Neustadt eingerichtete Anlage in Abb. 7 dargestellt.

In die zweckmäßig 20—25 m langen und 5 m breiten Becken zieht sich oben, im Anschluß an den zugehörigen Zweig der Zuleitung für das schlackensandhaltige Abwasser, mitten durch das Becken in dessen Längsrichtung ein Trog ohne Boden. Er bildet die Führung für den

anfangs wagrecht gerichteten und dann unter allmählicher Beruhigung nach unten gehenden Wasserstrom. Die Umkehrung nach unten und der Übertritt in den den Trog umgebenden Nachklärraum erfolgt nur langsam, weil die Abläufe für geklärtes Wasser auf den ganzen Beckenumfang verteilt sind. Das Trogende ist durch die hintere Beckenwand geschlossen.

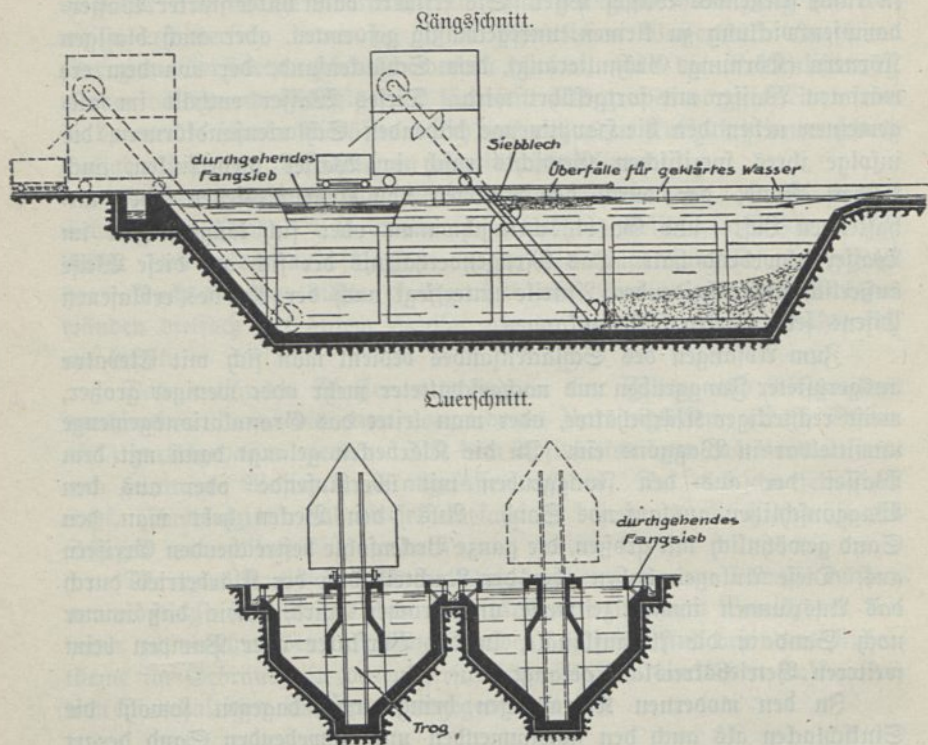


Abb. 7. Kläranlage für Abwässer von der Schlackengranulation von Koksblöcken usw. System Neustadt.

Im allgemeinen wird Schwebeschlacke sehr bald durch Auflösung der winzigen Gasmengen zur Sinkschlacke und fällt nach unten ab. — Sink- und Schwimmsand werden gleichzeitig durch ein Becherwerk ausgehoben, indem die aufwärtsgehenden und zweckentsprechend ausgebildeten Eimer des allmählich vom Trogende gegen den Einlauf vorrückenden Becherwerkes gleichzeitig Sinkschlacke von der Sohle wegnehmen und ein



Stück der schwimmenden Schlackenschicht von unten mit fassen. Der ausgehobene Schlackensand wird in Kippwagen abgeworfen, die als Anhänger des Baggers mit diesem vorfahren.

### Walzwerke.

Die von der Kühlung der Walzen kommenden Abwässer enthalten im großen und ganzen Walzensinter, etwas flockenbildenden Staub und je nach der Art der Schmierung der Walzenlager Öl oder Fett. Der grobe Sinter wird gewöhnlich schon unter den Walzenstraßen abgefangen. Feinerer geht mit den Abwässern weiter. Je nach dem Grad der ersten Abscheidung unter den Straßen sind die Maßnahmen für die Beseitigung des leichteren Sinters verschieden. Wegen seines verhältnismäßig großen spezifischen Gewichtes ist das nicht schwierig. Je nach der Menge beschränkt man sich auf Ausräumung flacher Kammern von Hand, oder man baut tiefergehende Vorbehälter mit Becherwerken bezw. Greifern.

Die Entölung erfolgt durch weitergehende Beruhigung in flachen Becken oder Brunnen, die nach den Systemen Neufstadt (2, S. 113), „Dms“, Kremer u. a. ausgeführt werden.

### Beizereien, Drahtziehereien, Emaillierwerke, Verzinkereien, Weißblechwerke.

Die aus Eisen hergestellten Gegenstände müssen zur Fertigstellung in vielen Fällen von der auf ihrer Oberfläche haftenden Oxidschicht befreit und mit einer metallisch blanken Oberfläche versehen werden, um sie für die weitere Behandlung, z. B. durch Aufbrennen von Emaille (Emaillegeschirr), durch Eintauchen in Zink- oder Zinnbäder (Herstellung von verzinkten Röhren, Formeisen, Drahtgeflecht, Weißblech, Maschinenteilen usw.) geeignet zu machen.

Die Herstellung der metallischen Oberfläche geschieht durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure. Die verbrauchten Säurebäder enthalten mehr oder weniger große Mengen freier Schwefelsäure und Salzsäure sowie die verschiedenen Metallsalze, die beim Abbeizen der Metalle entstehen. Die Reinigung dieser Abwässer geschieht durch Abscheidung der in ihnen enthaltenen Metallverbindungen, weiter durch Neutralisation mittels Kalkzusatz und Belüftung.

Je nach der Lage der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse kann unterbrochener oder durchlaufender Klärbetrieb vorteilhafter sein. Im ersteren Falle gehören zu jeder Periode etwa folgende Betriebsmaß-

nahmen: Herstellung von Kalkmilch, Einlassen der Kalkmilch in einen Klärbehälter, dann Einlassen verbrauchter Beize bis zur Füllung des Behälters, Durchmischen, Abfüßenlassen, Abziehen des dicken Schlammes, Abziehen des klaren Wassers, bis auf einen Rest von dünnem Schlamm, dann wieder Einlassen von Kalkmilch usw.

Anlagen für durchgehenden Betrieb bestehen aus Kalklöser-Mischgerinne oder Behälter, als welcher unter Umständen der Kalklöser gleichzeitig dienen kann, und Klärbecken mit Einrichtung zur regelmäßigen Ausschleusung von eingedicktem Schlamm während des Klärbetriebs. Hierzu sind u. a. Neustadter Becken und „Dms“ Brunnen geeignet, und von den diese Kläranlagen herstellenden Firmen mehrfach ausgeführt.

Ist ein leistungsfähiger Vorfluter mit größerem Säurebindungsvermögen vorhanden, so können die Abwässer auch unmittelbar in denselben eingeleitet werden, da es sich in der Regel um geringe Abwassermengen handelt. Ratfam ist es jedoch, sämtliche Abwässer in einem größeren Aufhaltebecken zu sammeln und damit einen gleichmäßigen Abfluß in den Vorfluter während des ganzen Tages zu erzielen. Ist der Vorfluter oberhalb durch Abwässer von Gerbereien oder ähnlichen Anlagen belastet, so können diese mit den Beizereiabwässern Umsetzungen bewirken, welche Verfärbungen oder Geruchsbelästigungen im Vorfluter herbeiführen. Eisenhaltige Beizereiabwässer bilden auch ein gutes Fällmittel für andere Abwässer, z. B. Färbereiabwässer.

Metallsalze von Kupfer und seinen Legierungen werden behufs Wiedergewinnung des wertvollen Metalls durch Eisen niedergeschlagen, wodurch eine teilweise Entsäuerung des Abwassers eintritt. Wenn man die konzentrierten Abwässer eindampft, so können die hierdurch entstandenen Kosten meist durch Zurückgewinnung der Metallsalze gedeckt werden, womit der Vorteil erreicht wird, daß die bei der Kalkbehandlung erforderliche Schlammabfuhrung vermieden wird.

### Chemische Betriebe.

Die in den chemischen Betrieben anfallenden Abwässer lassen sich nur in seltenen Fällen biologisch reinigen, meist ist nur eine Beeinflussung durch chemische Mittel möglich. Die Abwässer der Kaliindustrien, der Ammoniakfabriken, der Salinen und aller chemischen Fabriken, die Kochsalz und andere Salze in den Abwässern abführen, können durch keins der bekannten Reinigungsverfahren (Sedimentations-, chemische, biologische u. dgl. Verfahren) unschädlich gemacht werden. Sie können



nur durch Ableiten in die Flußläufe unter genau vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen verdünnt und dem Meere zugeführt, oder durch Versichern in unterirdische Hohlräume beseitigt werden.

### Die Kaliindustrien.

**Chlorkaliumfabriken.** Chlorkalium wird aus Karnallit und Hartsalz hergestellt. Aus dem Rückstand der Lösefessel, der aus Steinsalz und Kieserit besteht, wird durch Auswaschen des Steinsalzes Kieserit gewonnen. Durch Wechselwirkung einzelner Salze aufeinander stellt man schwefelsaure Kalimagnesia, schwefelsaures Kali und Glaubersalz her, wельch letzteres zur Appretur baumwollener Stoffe und zur Herstellung reinweißer Glasarten Verwendung findet.

In den Chlorkaliumfabriken gelangen nun folgende Abwasserarten zur Ableitung:

1. Die bei Verarbeitung von Karnallit entstehenden, an Chlormagnesium reichen Endlaugen.
2. Die Kieseritwaschwässer, die im wesentlichen Chlornatrium enthalten.

Bei der Verarbeitung auf Brom wird die Menge der Endlaugen nicht vermehrt, jedoch tritt saure Reaktion und freies Chlor auf.

Die Endlaugen haben ein spezifisches Gewicht von 1,3—1,335 und enthalten in 1 l bis zu 390 g Chlormagnesium und kleinere Mengen schwefelsaure Magnesia, Chlorkalium und Kochsalz, event. freies Chlor. Die Menge der zur Ableitung kommenden Endlaugen beträgt 50 cbm für 1000 dz Rohkarnallit. Die Mengen der Kieseritwaschwässer unterliegen beträchtlichen Schwankungen, und rechnet man für 1000 kg Rohkarnallit 500 l Waschwässer.

3. In manchen Bergwerken entstehen ferner durch eindringende Grundwässer Schachtlaugen, die abgepumpt werden müssen. Ihre Menge sowie deren Gehalt an gelösten Salzen ist aber großen Schwankungen unterworfen, so daß sich hierüber keine genauen Angaben machen lassen.

Die Ableitung der Endlaugen aus dem Karnallitprozeß bewirkt im Vorfluter eine Anreicherung mit Chloriden und Steigerung der Mineralsäurehärte des Flußwassers, die durch Erwärmen des Wassers kaum beeinflusst wird. Die Kieseritwaschwässer bewirken zwar keine derartige Härtesteigerung, jedoch eine Versalzung auf weite Flußstrecken. (9.)

Da aber das Selbstreinigungsvermögen des Vorfluters in bezug auf diese Abwässer zum größten Teil versagt, so müssen gewisse Grenzen für die Verdünnungsziffer der abzuleitenden Abwässer durch den Vorfluter unbedingt festgesetzt und innegehalten werden. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß eine Vermischung der spezifisch schweren Endlaugen mit dem Flußwasser nicht ohne weiteres stattfindet, vielmehr fließen dieselben oft weite Strecken am Grunde des Wasserlaufs oder an der Einmündung desselben entlang, falls nicht eher durch Wehre oder dgl. eine Durchmischung erfolgt. Die zur Ableitung benutzbaren in der Norddeutschen Tiefebene gelegenen Wasserläufe besitzen auch weder das zur Vermischung erforderliche größere Gefälle noch felsigen Untergrund.

Dieserhalb sind auf Vorschlag des Reichsgesundheitsrates für einzelne Flußstrecken gewisse Grenzwerte für die abzuleitenden Abwassermengen festgelegt worden, z. B. soll für die Schunter, Oker und Aller unterhalb der Einmündung der Oker bei Minden als oberste Grenze die Härte des Flußwassers nicht mehr als um 30—35 deutsche Härtegrade und der Chlorgehalt um nicht mehr als 350—400 mg/l erhöht werden. Für Wipper und Unstrut sollen diese Zahlenwerte 50 Härtegrade und 300 mg/l Chlorgehalt betragen. Diese Grenzzahlen dürften aber noch reichlich hoch sein, wenn man mit einer Vermehrung der Fabriken rechnet. (9.)

Um eine Überschreitung der Grenzwerte nach Möglichkeit zu verhüten, werden verschiedene Maßnahmen für die Ableitung der Endlaugen empfohlen, wie zweckmäßige Verteilungsvorrichtungen, Aufhaltebecken und dauernde Kontrolle über die zulässigen Endlaugenmengen durch zentrale Untersuchungsstellen, Anbringung selbstregistrierender Apparate. Solche Abwasser-Mechaniken stellt die Gesellschaft für Meßtechnik in Bochum her.

In neuerer Zeit sind in Hildesheim, Barcha (jetzt Gerstungen), Sondershausen und Magdeburg Flußüberwachungsstellen, in erster Linie für die Kaliabwässer, errichtet worden.

Neuerdings hat die **Hartsalzverarbeitung in der Kaliindustrie** eine erhöhte Bedeutung erlangt.

Die Hartsalze enthalten 15—25 % Chlorkalium, 30—50 % Kieserit und 30—60 % Kochsalz. Das gemahlene Rohsalz wird mit chloremagnesiumhaltiger Lauge ausgekocht, der Rückstand wird entweder weiterverarbeitet, auf Halde geschüttet oder als Bergversatz in die Grube gebracht. Die Mutterlaugen des Lösebetriebes vom Chlorkalium gehen zum Lösen zurück, Endlaugen fallen nicht an.



Der Gehalt der Kieseritwaschwässer an Magnesiumsulfat ist großen Schwankungen unterworfen; ist das Waschwasser kalt, in den Wintermonaten, so gehen etwa nur 4–5 g  $MgSO_4$  in Lösung, im Sommer sind dagegen bis zu 12 g  $MgSO_4$  gelöst.

Bei der Kieseritwäsche werden erhebliche Mengen von Kieseritschlamm mit dem von dem gewaschenen Kieserit abfließenden Waschwasser fortgeführt. Während früher beim Ableiten der Kieseritwaschwässer in die Flüsse dieser Kieseritschlamm sich im Flussbett absetzte und zu Belästigungen der Anlieger führte, so sind neuerdings Vorrichtungen geschaffen worden, um den Schlamm abzuscheiden und im Fabrikationsbetriebe wieder zu gewinnen.

Ferner sind zur Klärung der Kieseritwaschwässer und zum Absetzen des feinsten kolloidalen Tonschlammes und ganz feinen Kieserites große Klärbehälter und Sammelbecken geschaffen worden, in denen gleichzeitig die Aufstapelung der Abwässer erfolgt. Der Abstoß der Waschwässer erfolgt in Anpassung an die Wasserführung des Vorfluters; die aus dem Staubecken abgestoßenen Mengen passieren Mefsvorrichtungen, die Menge und Dichte der Abwässer selbsttätig aufzeichnen.

Bei der Herstellung von **Kaliumsulfat** aus Chlorkalium und Kieserit entstehen Abwässer, Sulfatendlaugen, die etwa folgende Zusammensetzung haben: 80 g  $KCl$ , 70 g  $MgSO_4$ , 100 g  $NaCl$ , 130 g  $MgCl_2$  im Liter.

Nach Möglichkeit werden diese Abwässer in den Kalifabriken als Löselaugen im Chlorkaliumbetrieb verwandt, andernfalls werden sie, meist mit den anderen Abwässern, den Kieserit-Waschwässern vermischt, in die Flüsse geleitet.

Bei der Herstellung von Natriumsulfat (**Glauber Salz**) aus Chlornatrium und Magnesiumsulfat entstehen Endlaugen folgender Zusammensetzung: 1 l enthält 160 g  $NaCl$ , 100 g  $MgCl_2$ , 86 g  $MgSO_4$ . Spezifisches Gewicht 1,24. Auf 1000 dz kalziniertes Glauber Salz oder 2280 dz kristallisiertes Glauber Salz entfallen 1000 cbm Abwasser. Die Endlaugen werden geklärt und nach Verdünnung in die Flüsse abgelassen, unter Beobachtung derselben Grundsätze wie bei den Kieseritwaschwässern.

In Gegenden, wo die Belastung der Flüsse mit Kaliabwässern sehr hoch ist, ist mit bestem Erfolg versucht worden, die spezifisch schweren Glauber Salz-Endlaugen in unterirdische Bodenschichten zu versenken, so z. B. im Berragebiete in dem Plattendolomit des Zechsteingebirges, der sehr flüchtig ist.

Beim Ammoniakfodaprozess, insbesondere bei der Rückgewinnung des Ammoniaks aus der Mutterlauge des Natriumcarbonats, bleibt eine mit Kalk und Kochsalz vermischte Chlorkalziumlauge übrig, die in feiner Weise verwertet und gereinigt werden kann. 1000 dz kalzinierte Soda ergeben 1500 cbm Abwässer. In großen Klärbehältern wird der Kalkschlamm abgesetzt; nach Klärung und Neutralisation werden die steinsalzhaltigen Chlorkalziumlauge in die Flüsse abgelassen. Die Verteilung auf die Abfluszmengen des Vorfluters erfolgt nach denselben Grundsätzen wie bei den Kaliabwässern.

Eine Aufstapelung der gesamten Chlorkalziumlauge in Bassins ist wegen deren großer Menge auf die Dauer nicht möglich.

### Die trockene Destillation von Steinkohle, Braunkohle und Torf. Gasanstalten. Kokereien.

Die Destillation der festen Brennstoffe: Steinkohle, Braunkohle und Torf bezweckt die Gewinnung der festen, flüssigen und gasförmigen Destillationsprodukte. Hierbei fallen Abwässer an, die meist von sehr übler Beschaffenheit sind.

Die trockene Destillation von Steinkohle findet in Gasanstalten zum Zwecke der Gewinnung des Gases, in den Kokereien des Steinkohlenbergbaus zwecks Gewinnung von Koks statt.

In den Gasanstalten gewinnt man Koks, in den Kokereien Gas als Nebenprodukt. Die Gase werden vor ihrer weiteren Verwendung von den mitgeführten Verunreinigungen befreit, indem sie u. a. durch Wasser geleitet werden, das dann Ammoniak in freiem und gebundenem Zustande, Phenole, daneben Kohlensäure, Schwefelsäure, Essigsäure, Amine, Cyan- und Rhodanverbindungen usw. enthält. Je nach der Kohle und den angewandten Arbeitsmethoden fallen 100—350 l Gaswasser für 1 t verarbeitete Steinkohle an. Nach Thumm ergeben 100 kg gute Gas Kohlen etwa 8 kg Gaswasser; in den Kokereien, die nasses Kohlenklein verarbeiten, entstehen größere Gaswassermengen. Das Gaswasser der Gasanstalten hat meistens einen höheren Ammoniakgehalt (3—5%  $\text{NH}_3$ ) als das der Kokereien (0,8—1,5%).

Das rohe Gaswasser kann bei genügender Vorsicht und event. in verdünntem Zustande zu Düngezwecken mit Erfolg Verwendung finden. Das Versickernlassen von Rohgaswasser ist nicht statthaft, da das Grundwasser nachteilig beeinflusst wird. Wenn dasselbe stoßweise, selbst in einen größeren Vorfluter, abgelassen wird, so kann es schädlich wirken. In der Regel wird das Gaswasser von den größeren Gaswerken und



Kokereien in eigenen Anlagen weiter verarbeitet, die kleineren Gasanstalten versenden dasselbe an Ammoniakfabriken.

Beim Schwelen (trockener Destillation bei niedriger Temperatur) der bituminösen Braunkohle entsteht ein teerhaltiges Abwasser, das Schwelwasser, dessen Aufarbeitung sich nur selten lohnt, und dessen Beseitigung große Schwierigkeiten bereitet, zumal seine Menge recht beträchtlich ist, da aus 100 kg Schwelkohle bis zu 55 kg Schwelwasser entstehen.

Das Schwelwasser reagiert in der Regel alkalisch, ist von rötlicher Farbe und soll 0,03—0,1% Ammoniak enthalten. Ölige Stoffe finden sich in jedem Schwelwasser, gelegentlich auch Essigsäure und Methylalkohol. Es wird zur Beseitigung empfohlen, doch muß es dazu teerfrei sein. Die Beseitigung des Schwelwassers scheint bisher noch nicht in zufriedenstellender Weise gelungen zu sein.

Das bei der trockenen Destillation des Torfes entstehende Torfabwasser enthält u. U. reichliche Ammoniakmengen neben Essigsäure und Methylalkohol, und zwar in größeren Mengen als in manchen Braunkohlenschwelwässern, und ist ein wertvolles Produkt. Da die Torfindustrien in der Nähe von Torfmooren gelegen sein müssen, so bietet die Beseitigung etwaiger Abfälle und Abwässer keine Schwierigkeiten.

#### Ammoniakfabriken.

Die Verarbeitung des Gaswassers aus den Gasanstalten und Kokereien auf Ammoniak geschieht in Ammoniakfabriken durch Destillieren unter Kalkzusatz in Kolonnenapparaten. Je nach dem herzustellenden Produkt, ob Ammoniumsulfat, Salmiak oder Salmiakgeist hergestellt werden soll, ist der Zeitpunkt des Kalkzusatzes verschieden, und bemißt sich danach der Gehalt der Abwässer an den einzelnen Stoffen, besonders des Kalks in gelöster und suspendierter Form. Entsprechend dem Zulauf des Gewässers zu den Kolonnenapparaten läuft aus deren unterem Teil ständig das erschöpfte Gaswasser als Abwasser ab.

Außerdem entstehen besonders bei der Herstellung von Sulfat Abgasen, die reich an Schwefelwasserstoff und Zyanverbindungen sind. Die Kondensate bilden das sogenannte „Teufelswasser“ der Gasfabriken.

Das Kolonnenwasser stellt eine rötlichbraune, stark trübe Flüssigkeit dar und enthält alle im Rohgaswasser enthaltenen Stoffe, Ammoniak in verdünnter Form, dagegen Kalk in gelöstem und ungelöstem Zustande.

Das Kolonnenwasser übt in einem kleinen Vorfluter eine verheerende Wirkung aus. Das Fischleben wird durch die Kalkalkalität und die anderen Giftstoffe vernichtet, die selbstreinigende Kraft durch Sauerstoffabsorption unterbunden; starke Verfärbung und Trübung des Flußwassers macht es für häusliche und gewerbliche Zwecke unbrauchbar.

Eine Reinigung dieser Abwässer hat bisher wirtschaftlich noch keine befriedigende Lösung gefunden. Das Pumpen auf Halben zeitigt nur einen vorübergehenden Erfolg und ist für Gasanstalten, die über solche nicht verfügen, nicht zu verwenden. Die Verwendung zum Kokslöchen wird in Amerika für etwa ein Drittel des gesamten Abwassers durchgeführt (5, S. 107). Es soll aber für die Arbeiter gesundheitschädlich sein. Steht eine genügende Menge frischen Flußwassers zur Verfügung, so läßt sich durch Vermischung des Abwassers mit demselben der Alkalk in unschädliche Karbonate verwandeln. Zu empfehlen ist aber eine vorherige Abscheidung des ungelösten Kalks, um eine Wirkung des Verdünnungswassers intensiver zu gestalten.

Dr. Bach hat phenolhaltiges Abwasser einer Zeche im Gebiete der Emschergenossenschaft durch biologische Tauchkörper, Preßluftkörper (1, S. 107), gereinigt. Die Behandlung der phenolhaltigen Abwässer mit biologischen Körpern ist zuerst von Dr. Fowler angegeben worden. Dieses Verfahren ist bei der Emschergenossenschaft nachgeprüft und verbessert worden. Hiernach müssen die biologischen Körper erst mit säulnisfähigem Abwasser eingearbeitet und dann an Kofereiabwässer gewöhnt werden. Voraussetzung ist dann noch, daß das Kofereiabwasser sechs- bis zehnfach verdünnt wird.

Eine Lösung der Ammoniakabwasserfrage wird durch Einschränkung der Abwässer mittels der Verfahren von H. Koppers-Essen und Otto Hilgenstock erhofft.

Die Teufelswässer dürfen den übrigen Abwässern nicht zugesetzt werden, da sie dieselben noch verschlechtern. Nach Welbert empfiehlt sich ihre Verbrennung in sogenannten Claus-Öfen, in denen die in den Wässern enthaltenen Schwefelverbindungen in elementaren Schwefel übergeführt werden.

### Farbstofffabriken.

Die Abwässer der „Färbereien“ sind (siehe S. 58—61) einer Behandlung durch Chemikalien und durch Braunkohlenschlackefilter zugänglich, wobei diesen Abwässern meist noch zustatten kommt, daß ihre Vermischung



mit Abwässern aus anderen Teilen desselben Betriebes schon eine günstige Beeinflussung ausübt. Schwieriger liegen aber die Verhältnisse in den großen Farbstofffabriken der Anilinfarben- und Teerfarbenindustrie, wo eine derartige Vermischung nicht ohne weiteres gegeben ist.

Nach Oberregierungs- und Gewerbeamt Schröder-Dsnabrück (Zentralblatt für Gewerbehygiene, Juli 1924, S. 14) erfordert die Entfärbung von Abwässern der Anilinfarbenfabriken eingehende chemische Kenntnisse über die Art der Zusammensetzung und der Struktur der Stoffe, was z. B. aus dem Umstande entnommen werden kann, daß in einer solchen Fabrik vor dem Kriege nicht weniger als 1200 Körper verschiedenartigster chemischer Zusammensetzung und etwa 3600 verschiedene Farbstoffabstufungen hergestellt wurden.

Im allgemeinen haben sich bisher zur Entfärbung reduzierende Mittel am besten bewährt. Aber auch bei ihrer Anwendung ist genaue Kenntnis der zu entfärbenden Farbstoffe und deren Verhalten gegenüber den Reduktionsmitteln Vorbedingung für den Erfolg.

Ein oft angewendetes Reduktions-Entfärbungsverfahren ist dasjenige, das auf der Einwirkung von Eisenoxydulverbindungen auf die Farbstoffe beruht. Eisenabfälle werden in Salzsäure gelöst; die dadurch entstehende Eisenchlorürlösung wird mit Kalkmilch neutralisiert und mit der in der Regel schwach alkalisch gemachten Farbstoffbrühe unter Einleitung eines kräftigen Luftstromes gemischt. Das ausfallende Eisenoxydydul und das basische Eisenoxydulsalz wirken sodann reduzierend und zerstörend auf den Farbstoffkern. Gleichzeitig werden an sich basische Farbstoffe durch Kalk und überflüssiges Alkali gefällt und zu Boden geschlagen. Ein Nachteil dieses Verfahrens beruht auf der außerordentlich starken Schlammbildung.

Ein vorteilhafteres Verfahren beruht auf der reduzierenden Wirkung, welche Schwefelnatrium und Natriumhydrosulfid auf sehr viele Farbstoffe ausüben.

Schwefelnatrium wird zunächst durch genau berechneten Säurezusatz — wozu man zweckmäßig Abfallsäure verwendet — in das Hydrosulfid übergeführt. Letzteres reduziert vor allem Azofarbstoffe, die dabei allmählich vollständig gespalten werden. Aber auch andere Farbstoffe werden reduziert, z. B. Triphenylmethanfarbstoffe, die dann in Gegenwart von Kalk als unlösliche Verbindungen ausfallen. Schwefelfarbstoffe werden durch Schwefelnatrium in Leukoverbindungen übergeführt, die meistens in Gegenwart von Kalk ausfallen. Am zweckmäßigsten aber

verfährt man bei Schwefel Farbstoffen, indem man Luft in die schwefelhaltigen  $\text{Na}_2\text{S}$ - oder  $\text{NaSH}$ -Lösungen einleitet. Das Schwefelalkali wird zu Thio-sulfat oxydiert; den Farbstoff fällt man vollständig aus, er kann abfiltriert werden. Auf Farbstoffe der Methylenblau- oder Safrainreihe ist Schwefelnatrium oder Natriumhydro-sulfid ohne Wirkung. Doch fallen diese Stoffe durch Kalk und Alkali, die zur Abstumpfung freier Säure ohnedies vorhanden sein oder zuge-setzt werden müssen, aus. Die beim Schwefelnatriumverfahren längst nicht in dem Maße wie beim Eisenoxydulverfahren anfallenden Schlämme können durch Filterpressen zurückgehalten werden (2, S. 133 ff.).

### C. Abwässer mit teils anorganischen, teils organischen Stoffen.

#### Textilindustrie.

##### Wollwäschereien.

Die Wolle muß vor der weiteren Verarbeitung erst gründlich von dem anhaftenden Wollschweiß, Wollfett und Schmutzbestandteilen, wie Staub, Kot u. dgl., welche sich in den Wollhaaren der Schafe festgesetzt haben, gereinigt werden.

Die Reinigung findet in der Regel schon auf dem Rücken der Tiere vor der Schur statt, und werden dabei die in kaltem Wasser löslichen Bestandteile des Wollschweißes, bestehend aus den Kaliseifen der Öl- und Stearinsäure mit etwas Essig- und Baldriansäure, ferner aus Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlorkalium, Ammonsalzen u. a. sowie sonstiger Schmutz zum Teil ausgewaschen (7, S. 318). Es bleiben aber noch eine Menge Schmutzstoffe sowie der größte Teil der Schweiß- und Fettbestandteile in den Wollhaaren zurück. Erst die Waschprozesse in der Fabrik beseitigen diese Stoffe gründlich, und zwar ergeben sich einmal Waschwässer vom Waschen der Wolle mit kaltem Wasser, sodann Wollwaschlaugen von der weiteren Behandlung mit heißen alkalischen Lösungen, wie Seifenlaugen, Soda, kohlen-saures Ammoniak u. dgl. in besonderen Waschmaschinen (Leviatans) und endlich die verschiedenen Spülwässer.

Die Wollwaschlaugen sind die konzentriertesten derselben, ihre Menge ist aber im Verhältnis zu den Wasch- und Spülwässern nicht erheblich. Der Gesamt-ablauf einer Wollwäscherei ist aber bedeutend und reich an organischen und mineralischen gelösten und ungelösten Stoffen.



In einem schwachen Vorfluter können die Abwässer arge Mißstände hervorrufen, auch dem Fischleben sehr gefährlich werden. Rein äußerlich verursachen sie erhebliche Schaumbildung bei der Einleitung in die Gewässer. Eine Reinigung der Abwässer ist daher meist nicht zu umgehen. In den meisten Betrieben findet eine solche auch statt, und kommt hierbei zustatten, daß die konzentrierten Abwässer reich an Kalisalzen, Wollfett und Chemikalien sind, deren Wiedergewinnung meist die Kosten der Reinigung deckt.

Trotzdem bleiben im Gesamtablauf noch genügend zersetzungsfähige Schmutzstoffe aller Art übrig, die nur einem wasserreichen Vorfluter zur Selbstreinigung überlassen bleiben können. Die Reinigung geschieht gewöhnlich in entsprechend eingerichteten Abzßbecken mit Kalkzusatz, etwa 1 kg/cbm, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Abwässer der Fettgewinnungsanlagen meist stark sauer reagieren. Schwierigkeiten bereitet aber die Beseitigung des anfallenden Schlammes, da in großen Betrieben mit Tausenden von Kubikmetern Abwasser täglich ausgedehnte Landflächen erforderlich sind. Wo dieselben fehlen, ist nach Prißkow (9, S. 428 ff.) die Anwendung von Schnellfiltern oder die Zuhilfenahme von Zentrifugen zur raschen Trocknung des Schlammes in Erwägung zu ziehen.

Nähere Angaben über die Rückgewinnung des Fettes aus den Wollwäschereien siehe Dr. Ristenpart, Abwässer usw. in der Textilindustrie, v. Griegern, Leipzig 1912.

### Flachs-rösten.

Der Anbau von Flachs ist in Deutschland infolge der Konkurrenz durch die englische Baumwolle seit 50 Jahren ganz erheblich zurückgegangen, so daß im Jahre 1928 nur noch 20 000 ha Anbaufläche vorhanden waren.

Bei der früher fast allgemein üblichen Röste in fließendem Wasser entstanden in den hierzu benutzten Gewässern schon erhebliche Schäden durch Verunreinigungen, mit der sich bereits die Kabinettsordre vom 24. Februar 1816 betr. Verhütung der Verunreinigung der schiffbaren Flüsse beschäftigt. Im § 20 Abs. 1 des Preuß. Wassergesetzes ist das Röten von Flachs und Hanf in einem Wasserlauf verboten.

In Großbetrieben wird immer mehr zur Warmwasserröste übergegangen, weil man dabei eine schnellere Abwicklung und bessere Kontrolle des Röstvorganges erreicht. Sie ermöglicht die Röstreise schon in 3—4 Tagen, während die anderen Verfahren 10—15 Tage benötigen.

Hierbei rechnet man für 1 Ztr. Strohschlach 1 cbm Wasser. In den ersten 10 Stunden werden die Schlachstengel ausgelaugt. Sie geben ihre leicht löslichen Stoffe, wie Glukose und andere Zuckerarten, Glukoside, Saponiene, Gerbstoffe und geringe Mengen Eiweißstoffe ab. In diesen sind vornehmlich Stickstoff, ferner Phosphorsäure, Kali und Kalk enthalten, Stoffe, die auf das Wachstum der typischen Rösterreger hemmend einwirken und daher erst aus dem Stengel verschwinden müssen. Die zurückbleibenden, nicht auslaugbaren Bestandteile sind Pektinstoffe in kolloidaler Verteilung. Sie nehmen Wasser mit größter Begierde auf und bewirken dadurch ein Anschwellen der Zellen. In diesem Zustande bilden sie den geeignetsten Nährboden für den spezifischen Rösterreger.

Die Pektinstoffzersetzung ist eine Gärung, bei der Kohlenäure frei wird und organische Säuren, wie Milch-, Butter- und Essigsäure, entstehen, die sich daher neben den erstgenannten Stoffen in den Abwässern finden. Dagegen enthalten die Abwässer wenig Schwebestoffe organischer Natur. Die organischen Säuren haben aber eine dermaßen sauerstoffzehrende Wirkung, daß bei Aufleitung auf bestellte Felder oder Wiesen deren Pflanzenbestand sofort abstirbt. Bei einem Ableiten des Röstwassers in natürliche Wasserläufe, selbst in das Mittelwasser der Ströme, werden die Fischbestände bis einige Kilometer unterhalb der Einleitungsstelle durch die sauerstoffzehrende Wirkung und starke Pilzentwicklung schwer geschädigt.

Bei der Reinigung des Röstwassers kommt die Bodenberieselung auf genügend großen Landflächen oder intermittierende Bodenfiltration in Frage, wobei aber eine Neutralisation durch Kalk jedenfalls zu empfehlen ist. Wo die Verhältnisse günstig liegen, können an dessen Stelle auch häusliche Abwässer beigemischt werden.

Umfangreiche Versuche haben ergeben, daß auch eine Beregnung mit Schlachsröstwasser und damit eine Ausnützung des hohen Düngwertes sehr wohl möglich ist, wenn vorher eine ausreichende Neutralisation der organischen Säuren durch Kalkmilch stattfindet. Unter derselben Voraussetzung gelingt auch eine Reinigung durch biologische Tropfkörper, wobei aber noch eine Nachbehandlung durch Nachklärbecken oder Fischteiche anzuraten ist (2, S. 147, 148).

### **Tuchfabriken.**

Die Zusammensetzung der aus den Tuchfabriken stammenden Abwässer richtet sich nach der Art der Arbeitsprozesse und kann sehr ver-



schieden sein. Die Abwässer enthalten im wesentlichen Fette, Seifen, Sodalauge, Säuren, Beizstoffe, Farben und Faserstoffe.

Für die Beseitigung der gelösten Stoffe bezw. der Farben können die unter Wollwäschereien bezw. Färbereien angegebenen Methoden in Anwendung kommen. Die Faserstoffe werden beim Waschen, Färben und sonstigen Arbeitsvorgängen von den Stückwaren oder den Roh-

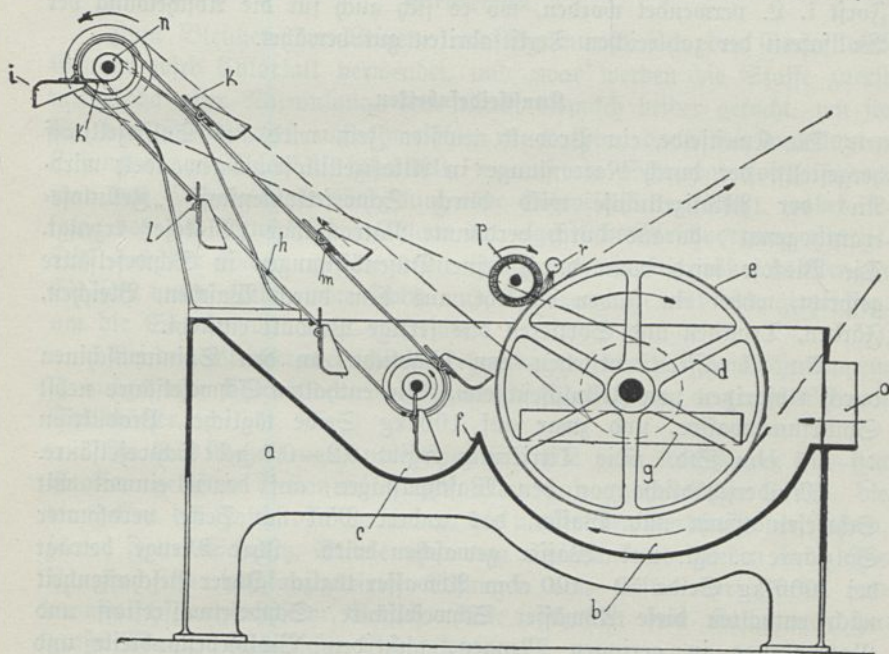


Abb. 8. Siebtrommelfilter, System Babrowski, Schema.

Durchsatzvermögen 20—60 cbm/Std.

Durchmesser der Filtertrommel 0,6—2,0 m, Breite der Filtertrommel 0,3—1 m.

Leichte Siebmaschenweite 0,5—0,08 mm.

materialien, wie Wolle, Baumwolle oder Lumpen, abgerieben und abgespült. Es handelt sich daher um Woll- oder Baumwollfasern oder um ein Gemisch von beiden. Der Gehalt an Fasern ist größer als man gewöhnlich vermutet.

Die Reinigung der Abwässer ist wegen der Mannigfaltigkeit ihrer Zusammensetzung mit großen Schwierigkeiten verbunden. Auch die Beseitigung der ungelösten Stoffe (Fasern) bietet aber gerade wegen ihrer

feinen Verteilung und Leichtigkeit außerordentliche Schwierigkeiten. Das Siebtrommelfilter des Direktors Babrowski in Grünberg-Schles. (Abb. 8) hat diese Schwierigkeiten aber glänzend überwunden. Beschreibung der Wirkungsweise siehe 2, S. 150, 151.

Das Siebschaukelrad der Geigerschen Fabrik ist für diese Zwecke gleichfalls geeignet und u. a. für die Abwässerreinigungsanlage der Stadt Forst i. L. verwendet worden, wo es sich auch für die Abscheidung der Wollfasern der zahlreichen Textilfabriken gut bewährt.

### Kunstseidefabriken.

Die Kunstseide, ein Produkt neuester Zeit, wird aus Sulfitzellstoff hergestellt, der durch Natronlauge in Alkalizellulose umgewandelt wird. Aus der Alkalizellulose wird durch Schwefelkohlenstoff „Zelluloseexanthogenat“, daraus durch verdünnte Natronlauge „Viskose“ erzeugt. Die Viskose wird dann durch feine Düsenöffnungen in Schwefelsäure gesprüht, wobei ein Faden entsteht, aus dem durch Waschen, Bleichen, Färben, Trocknen und Sortieren das fertige Produkt entsteht.

An Abwässern entstehen nun schädliche, an den Spinnmaschinen durch Abspritzen von Zellulosefahleim. Sie enthalten Schwefelsäure nebst Spürinnenwasser, und zwar auf 100 kg Seide täglicher Produktion 10—15 cbm/Std. Die Titrierung ergibt 0,2—0,7 g/l Schwefelsäure.

Minder-schädliche von den Waschpassagen, auf denen einmal mit Schwefelnatrium und Wasser, das andere Mal mit Seife, verdünnter Salzsäure u. dgl. und Wasser gewaschen wird. Ihre Menge beträgt bei 1000 kg Seide 50—100 cbm Abwasser täglich. Ihrer Beschaffenheit nach enthalten diese Abwässer Schwefelsäure, Schwefelwasserstoff und Natronlauge in geringen Mengen, außerdem Viskosebestandteile und Faserstoffe.

Nach Priglow empfiehlt sich für die Reinigung der Abwässer die Anlage mehrerer großer nicht zu tiefer (etwa 1,0—1,5 m) Abfäßbecken, die einmal zweckmäßig unter Vorschaltung eines geeigneten Mischgerinnes dem Ausgleich der verschiedenartig anfallenden Abwässer und ferner der Zurückhaltung der von den Abwässern mitgeführten Schwebstoffe zu dienen haben. Als besonders vorteilhaft hat sich ein mehrstündiges ruhiges Stehenlassen der Abwässer in den Becken erwiesen. Die Beobachtungen an solchen genügend groß angelegten und sachgemäß betriebenen Becken haben ferner gezeigt, daß in ihnen auch Farbstoffe weitgehend zurückgehalten werden; auf letzteren Reinigungsvorgang sind



die in den übrigen Abwässern vorhandenen Chemikalienreste und die Faserstoffe nicht ohne Einfluß. Wo in besonderen Fällen erhöhte Anforderungen an den Reinheitsgrad der Abwässer zu stellen sind, kann gleichsam als Sicherheitsmaßregel die Nachschaltung von Braunkohlenschlackefiltern hinter den Abfäßbecken von Nutzen sein (10, S. 976).

### Bleichereien.

Zum Bleichen der Leinen- und Baumwollfasern der Garne und Gewebe wird Chlorkalk verwendet, und zwar werden die Stoffe zuerst mit Soda oder Natronlauge oder einem Gemisch beider gekocht, um sie für den Bleichprozeß ausnahmefähig zu machen, dann mit verdünnten Lösungen von Chlorkalk behandelt, worauf ein Säurebad folgt, indem man den Chlorkalk mit Salzsäure oder Schwefelsäure zersetzt, wobei infolge des sich entwickelnden Chlors der eigentliche Bleichvorgang eintritt. Die aus der Säure genommenen Zeuge werden in größeren Mengen Wasser, unter Zusatz von Soda und Nagnatron, gespült und gewaschen, um die Säuren wieder zu entfernen.

Bei dem Bleichereibetriebe entstehen daher: 1. alkalische Kocherlaugen, 2. ausgenutzte Chlorbäder, 3. ausgenutzte Säurebäder, 4. große Mengen Spülwässer.

In den Kocherlaugen vereinigen sich alle beim Kochprozeß aus den Stoffen gelösten Bestandteile, wie leim- und gummiartige Stoffe, die die Zellen der Faserstoffe verbinden, die natürlichen Farbstoffe der Fasern, ferner Fette, Schmutz, Stärke usw. vom Spinnen und Weben her. Die Laugen sind hochkonzentrierte Lösungen von tiefbrauner Farbe und aromatisch laugenhaftem Geruch. Sie enthalten vom Kochprozeß her große Mengen organischer Verbindungen.

Auf je 100 kg Leinengarn rechnet man 4—5 cbm konzentrierte Kocherlaugen.

Die ausgenutzten Chlorbäder sind milchig weiß, reagieren alkalisch und enthalten reichliche Mengen suspendierter und gelöster Bestandteile sowie einen höheren Gehalt an freiem Chlor.

Die Säurebäder enthalten weniger suspendierte Stoffe als die Chlorbäder, zeigen aber noch eine trübe, weißliche Farbe und reagieren stark sauer.

Die Spülwässer wechseln in ihrer Beschaffenheit und Zusammensetzung je nach der Herkunft von den einzelnen Verarbeitungsprozessen. Man rechnet auf 100 kg Garn ungefähr 400 cbm Spülwässer.

Bei der Einleitung in die öffentlichen Gewässer wirken vor allem die Kocherlaugen durch ihre braune Farbe und den hohen Gehalt an organischen Stoffen, der unter Umständen zu einer starken Pilzentwicklung führen kann, schädlich. Weniger schädlich wirken die Chlor- und Säurebäder, wenn sie in geeigneter Weise gemischt, hierdurch neutralisiert, zerlegt und durch die vorwiegend alkalischen Waschwässer stark verdünnt werden.

Gefährlich können aber die ausgenutzten Chlorkalkreste werden, wenn sie in die Vorflut gelangen. Dies muß daher unter allen Umständen vermieden werden, was gerade von den kleineren Betrieben am meisten zu beherzigen ist. Die Beseitigung kann entweder in der Weise geschehen, daß man die Chlorkalkreste in dünner Schicht an der Luft ausbreitet, wobei das freie Chlor verflüchtigt, oder indem man die Reste den in einem besonderen Aufhaltebecken befindlichen Kocherlaugen beimischt und durch ein Rührwerk innig vermischt, und Druckluft einbläst. Hierdurch werden die Chlorreste zerlegt und ein Teil der organischen Stoffe zerstört. Die so behandelten Kocherlaugen können dann in langsamem Strome den andern Klärbecken für die übrigen Bleichwässer kontinuierlich zugeführt werden. Bei sachgemäßem Betriebe findet dann eine derartige gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen schädlichen Stoffe statt, daß bei einem einigermaßen leistungsfähigen Vorfluter der Inhalt der Klärbecken direkt abgelassen werden kann.

Wenn aber eine weitere Reinigung notwendig ist, verspricht in erster Linie eine Landbehandlung Erfolg. Eine künstliche biologische Behandlung dagegen dürfte wegen der in den Abwässern enthaltenen Chemikalien kaum zum Ziele führen.

Am rationellsten ist es aber, die Kocherlaugen einzudampfen, den Rückstand zu glühen und die Chemikalien wiederzugewinnen. Jedenfalls stellt die Wiederverwendung der Abfallaugen als solche oder der in denselben enthaltenen Chemikalien die durchgreifendste Beseitigung dar.

### Färbereien, Zeugdruckereien und Appreturanstalten.

Die große Mannigfaltigkeit der Fabrikationsmethoden bedingt in diesen Betrieben eine große Zahl verschiedener Abwässerarten. So gelangen von den Färbereien und Zeugdruckereien die ausgenutzten und unbrauchbar gewordenen Farbreste, ferner die zur Vorbereitung der Fasern beim Färben erforderlichen Metallsalze, Beizen, Gerbstoffe, Seifen, Fette usw., und endlich die großen Mengen von Wasch- und Spülwässern ins Ab-



wasser, die je nachdem sauer, alkalisch oder neutral sein können. Eigentliche Appreturabwässer fallen nur in geringer Menge an, sie enthalten Reste von Stärke, Dextrin und Fette.

Im Vorfluter machen sich die Abläufe aus den Färbereien durch Verfärbung des Flußwassers stark bemerkbar, wodurch es für viele häusliche und gewerbliche Zwecke unbrauchbar wird, auch unästhetisch wirkt. Diese Verfärbung tritt schon bei ganz geringen Mengen Farbstoff ein. Dies gilt insbesondere von den organischen, den Anilin- und Teerfarbstoffen. Durch letztere werden die Fische im allgemeinen meist nicht direkt geschädigt, jedoch manche Fischarten zeitweise vertrieben, besonders beim stoßweisen Ablassen der Farbstoffreste. Manchmal tritt auch eine sekundäre Verfärbung durch eine Reaktion der in den Abwässern enthaltenen Metallsalze und gerbstoffhaltigen Stoffe mit den im Flußwasser enthaltenen Stoffen in die Erscheinung. Faulige Zersetzen werden durch Farbstoffe nicht hervorgerufen und begünstigt. Nur bei Schwefel- farbstoffen kann sich Schwefelwasserstoff durch das benutzte Schwefel- natrium entwickeln. Dagegen treten direkte Schädigungen ein, wenn Farbstoffe von saurer oder alkalischer Beschaffenheit oder solche mit giftigen Metallsalzen oder sonstigen giftigen Farbstoffen abgeleitet werden. Die geringe Zersetzungsfähigkeit der Farbstoffabwässer erschwert auch ihre Reinigung. Es kommt hinzu, daß die Farben oft mit der Mode wechseln und damit immer neue Probleme auftauchen, daß ferner das Bestreben dahin geht, möglichst echte Farbstoffe zu verwenden, die ihrer Unschädlichmachung größere Hindernisse entgegensetzen, und endlich, daß es sich meist um große Abwasser-, aber geringe Farbstoffmengen handelt.

Eine Reinigung von Farbstoffwässern auf Rieselfeldern oder künstlichen biologischen Körpern ist nicht durchführbar, da eine Zerstörung der Farbstoffe nicht eintritt. Der Rieselfboden, ebenso die Schlacke und der Kots der biologischen Körper absorbieren zwar für kurze Zeit den Farbstoff. Bald tritt aber eine Übersättigung des Bodens und der Körper ein, so daß die Abwässer ebenso stark gefärbt abgehen, wie sie aufgeleitet werden.

Zu einer wirksamen Behandlung sind deshalb immer chemische Zusätze erforderlich und kommen dazu hauptsächlich Kalk, schwefelsaure Tonerde und Eisenvitriol in Betracht. Und zwar ist die Wirkung bei konzentrierten Lösungen besser als bei wässrigeren, weil sich die bei letzteren bildenden feinsflockigen Niederschläge nur schwer absetzen. Im allgemeinen wird die Reinigung der Farbwässer durch Mischung mit anderen Ab-

wasserarten der Wäscherei, Bleicherei und anderen Betrieben wesentlich erleichtert, so daß nach Ausfällungen in genügend großen Abfäßbecken hinterher manchmal eine weitere Landbehandlung oder durch Sand- und Schlackenfilter angebracht ist (9).

Ist es möglich, die Farbwässer einem Gemeindefanalssystem mit biologischem Reinigungsverfahren zuzuleiten, so können durch die Einwirkung der Faulstoffe und biologischen Vorgänge die Farbstoffe soweit abgebaut und in ihrem Kern zerlegt werden, daß die Färbekraft gänzlich verschwindet. Voraussetzung ist hierfür eine ausreichende Verdünnung der Farbwässer durch die Kanalwässer, damit nicht die biologische Wirkung durch die Chemikalien der Fabrikabwässer beeinträchtigt wird, auch dürfen die letzteren nicht die Kanalwandungen angreifen.

Nach Regierungs- und Gewerberat Dr. Schröder (Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung Bd. I, Juli 1924, S. 14) läßt sich in manchen Fällen eine hinreichende Entfärbung der Abwässer aus Tuch- und Filzfabriken, die unter Zusatz von Seifenlösung gewalzt werden, durch Zusatz von Kiejerit erzielen. Die schwefelsaure Magnesia des Kiejerits setzt sich mit der gelösten Seife zu einer unlöslichen Magnesia-seife um, die sich in Flocken abscheidet und dabei den suspendierten Farbstoff mit zu Boden reißt. Der Gehalt des Kiejerits als Kochsalz und ein Zusatz von Kochsalz und Tonerdesalz können außerdem noch auf die Abscheidung der Seife und des Farbstoffes günstig einwirken. Die Entfärbung beruht dann 1. auf mechanischem Niederreißen des Farbstoffs mit der ausfallenden Seife, 2. dem Ausfärben von Seife und Farbstoff, 3. der Bildung und Ausscheidung der Farbstoffverbindungen mit der Tonerde zu Farblacken. Schaltet man dann ein genügend großes Abfäßbecken ein und ist eine Versalzung des Vorfluters nicht zu befürchten, so wird für mäßige Farbstoffmengen ein ganz guter Erfolg erzielt werden können.

Ganz vorzügliche Reinigungserfolge hat man aber mit Filtern aus Braunkohlenschlacke von einer Korngröße von etwa 2 mm erzielt, die nach den ausgeführten Versuchen in bezug auf Wasseraufnahmefähigkeit und Wasserzurückhaltungsvermögen, die für die Reinigung der Färbereiabwässer wesentlich sind, alle ähnlichen Materialien, wie Steinkohlensfoks, Grube und Steinkohlenschlacke, die anderwärts zu Versuchen herangezogen worden waren, wesentlich übertrifft. Zuerst hat die Firma C. A. Preibisch in Reichenau bei Zittau, Vertreter Battige & Schöneich, Berlin W. 57, im Jahre 1905 dieses Material zur Klärung ihrer in zwei Betrieben an-



fallenden Abwässer benutzt. In der einen Fabrik fallen täglich 400—500 cbm Abwässer aus der Halbwollstückfärberei und Appretur, in der anderen 100—120 cbm aus der Baumwollgarnstrangfärberei und Appretur an. Die Abwässer werden zunächst in Absitzbecken mechanisch vorgereinigt und gelangen dann auf die mit Braunkohlenschlacke gefüllten Filterbeete.

Die Anlagekosten sind verhältnismäßig gering, die Betriebskosten betragen 1 Pf./cbm.

Die Verwendung von Braunkohlenschlacke zur Entfärbung von Farbwässern kann daher überall da empfohlen werden, wo dieselbe im eigenen Betriebe anfällt oder leicht zu beschaffen ist.

### **Papierindustrie.**

#### **Sulfitzellstoffabriken.**

Die Herstellung des Zellstoffes findet durch Kochen von zerspantem Holz unter Druck in eisernen Kochern mit Sulfitlauge statt. Heute werden im Deutschen Reiche in 55 Fabriken nahezu 600 000 Tonnen lufttrockenen Zellstoffes jährlich hergestellt. Zur Herstellung von 100 kg Zellstoff sind rd. 1000 l Kalziumbisulfitlauge erforderlich, die nach dem Kochprozeß angereichert mit den aus der Holzmasse herausgelösten Bestandteilen den Betrieb als Abwasser verlassen. Hiervon gehen 800 l sofort weg, während 200 l in der Zellstoffmasse bleiben und erst mit den Waschprozessen ins Abwasser gelangen. In den deutschen Fabriken entstehen somit mehr als 15000 cbm Ablauge täglich, und da 1 l Lauge bis zu 120 g Trockenrückstand mit etwa 90 g organischen Stoffen enthält, so werden rund 1 300 000 kg organischer Stoffe täglich mit den Ablaugen den Flüssen zugeführt. Durchschnittlich erzeugt eine Zellstoffabrik somit täglich 30 t Stoff, rund 275 cbm Ablauge mit 33 000 kg Trockenrückstand, der etwa 25 000 kg organische Stoffe enthält. Die Menge der Abläufe von den Maschinen beträgt rund 11000 cbm täglich.

Die organischen Substanzen in diesen Laugen sind der Hauptmenge nach Ligninsulfonsaures Kalzium. Daneben finden sich Zuckerarten, Aldehyde und ähnliche Verbindungen, organische Säuren, wie Ameisensäure, Essigsäure, ferner mehr oder weniger große Mengen von schwefeliger Säure in Verbindung mit den genannten organischen Stoffen, oder als Kalziumbisulfit in freier Form.

Außer diesen Ablaugen entstehen aber von den Sieb- und Entwässerungsmaschinen noch Abläufe, die etwa die 30—40fache Menge des Kocherlaugenquantums betragen. Sie stellen ihrer Entstehung nach eine sehr stark verdünnte Kocherlauge dar und enthalten neben den organischen Stoffen vor allem zahlreiche Faserstoffe, welche diesem Abwasser ein trübes Aussehen geben.

Neben diesen beiden Abwasserarten entstehen die nicht verunreinigten Maschinenwässer, sowie in den Fabriken, die das Betriebswasser reinigen müssen, die Filterwaschwässer, endlich für die nach dem Mitscherlich-Verfahren arbeitenden Betriebe die Turmwaschwässer, die Säuren und schweflige saure Kalkverbindungen enthalten. Gegenüber den Ablaugen und den Waschwässern sind diese Abwässer von keiner Bedeutung.

Der hohe Gehalt der Ablaugen an organischen Pflanzennährstoffen erzeugt im Vorfluter eine besonders üppige Pilzbildung (*Sphaerotilus*, *Fusarium* u. a.), die sich an ruhigen Stellen, Bühnen u. dgl. in größeren Mengen anhäufen, ebenso wie die mitgeführten Faserstoffe, und so zu größeren Schlammablagerungen und Zersetzungsercheinungen führen. Durch den Gehalt der Abwässer an organischen Stoffen tritt dann im Vorfluter eine erhebliche Sauerstoffzehrung ein, und kann unter besonders ungünstigen Umständen alles tierische und pflanzliche Leben in demselben vernichtet werden.

Es ist erklärlich, daß Zellstoffabriken in Anbetracht dieser Schwierigkeiten nur an wasserreichen Vorflutern angelegt werden, um wenigstens eine genügende Verdünnung der Abwässer herbeizuführen. Trotzdem sind im Laufe der Zeit zahlreiche Beschwerden nicht ausgeblieben.

Das möglichst restlose Abfangen der in den Abwässern enthaltenen Zellulosefasern liegt im eigensten Interesse der Fabriken, da die Fasern in der Fabrikation wieder verwertet werden, und bietet bei Vorhandensein geeigneter maschineller Apparate, Absitzbecken und Filter keine Schwierigkeiten. Ebenso lassen sich die in den Abwässern enthaltenen Säuren durch Nieseln über Kalkstein genügend abstumpfen. Eine völlige Abscheidung der schwefligen Säure gelingt aber nicht. Dagegen ist es nach dem heutigen Stande von Wissenschaft und Technik bis jetzt noch nicht gelungen, den Gehalt an organischen Stoffen aus den Ablaugen restlos zu entfernen, ohne den Wirtschaftsbetrieb des Unternehmens zu erschweren bzw. zu gefährden, obwohl die Gewinnung der in der Ablauge enthaltenen wertvollen Stoffe ein Problem ist, das ebenso alt ist wie die Zellstofffabrikation selbst.



Die unverdünnte Ablauge ist eine dunkelbraune bis schwarze Flüssigkeit von schwankender Zusammensetzung und dem spezifischen Gewicht 1,045—1,06 mit 11—12 % Trockensubstanz. Wenn es auch verschiedentlich gelungen ist, manche Stoffe in der Ablauge mit Nutzen zu verwerten, so ist doch eine restlose Verwertung bis heute nicht gelungen. Mit einer nur teilweisen Abscheidung der organischen Stoffe aus den Laugen ist aber das Abwässerproblem nicht gelöst, da immer noch Endlaugen bleiben, in die u. U. wieder weitere Stoffe durch die Aufarbeitung gelangen. Von den zahlreichen Versuchen, die Ablauge aufzuarbeiten und zu verarbeiten, seien nur die Gewinnung von Spiritus, die Herstellung von Fichtenholzextrakt und Zellpech, die Verwertung der Ablauge als Brennstoff zu Sulfitkohle und eine direkte Verfeuerung eingedickter Ablauge unterm Dampfkessel erwähnt (siehe 2, S. 160—162).

Die Zurückhaltung der Fasern aus den Ablaufwässern bietet, wie schon erwähnt, keine besonderen Schwierigkeiten, wenn man dabei berücksichtigt, daß die Zellstofffaser annähernd dasselbe spezifische Gewicht wie Wasser besitzt und mit Luftbläschen behaftet schwimmfähig bleibt, sich also nicht ohne weiteres zu Boden setzt. Das Abwasser muß deshalb durch feinmaschige Siebe, Stoffe, Holzwolle oder dgl. filtriert werden, von denen die Fasern immerwährend automatisch entfernt werden, um so die Filter ständig wirksam zu erhalten. Auch haben sich Stofffänger in Form von Trichtern mit nach unten gerichteter Spitze durchaus bewährt, in denen das faserstoffhaltige Abwasser von oben eintritt, sich im Innern des Trichters zunächst nach unten bewegt, wobei die Fasern in die Spitze sinken, während das gereinigte Wasser seine Bewegungsrichtung umkehrt und am oberen Ende wieder abfließt. Bei manchen Apparaten läßt man das Abwasser beim Eintritt zunächst eine gewisse Höhe frei herab auf eine konische Fläche fallen, wodurch die Luftbläschen aus den Fasern ausgetrieben werden und die letzteren dann leichter zu Boden sinken (Abb. 9).

Der in der Trichterspitze angesammelte Faserschlamm wird von dort aus abgezogen, und wird dieser Fangstoff entweder für sich oder mit dem Kollerstoff vermischt weiter verarbeitet.

Trommelfilter zum Entfasern der Zellstoffabwässer bauen u. a. die Firmen Linke-Hofmann Werke A. G., Abteilung Füllnerwerk in Warmbrunn in Schlesien, E. Rache, Coswig in Sachsen, und Maschinenbau- und Metalltuchfabrik A. G. vorm. Gottl. Heerbrandt, Raguhn in Anhalt. Der von letzterer Fabrik hergestellte „Rollsof“ besteht aus

einer durch Schneckenrad oder Regelräder angetriebenen schrägliegenden Trommel, deren Mantel aus verzinktem, gelochtem Eisen- oder Metallblech besteht, der innen mit einem feinmaschigen Metallsieb durch Spannklammern an der Wandung befestigt oder angenäht ist. Das Abwasser tritt ins Innere der Trommel und filtriert durch das Mantel-

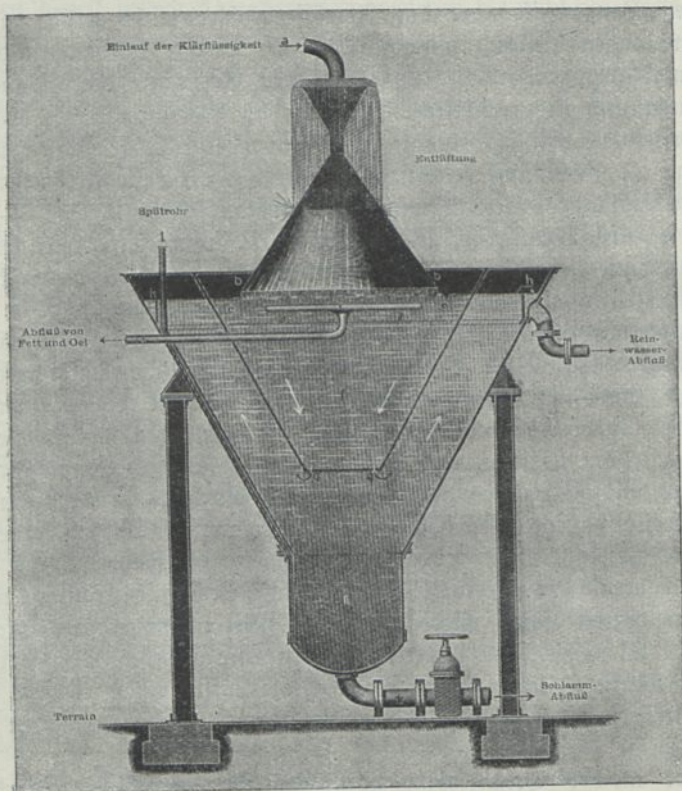


Abb. 9. Trichter-Stofffänger, Patent Kropp (2, S. 163).

sieb. Die Fasern ballen sich im Innern der Trommel zusammen, rutschen wegen ihrer Schräglage nach unten und gelangen so ins Freie (Abb. 10).

Natron- und Sulfat-Zellstoffabriken und Strohstoffabriken erzeugen an organischen Stoffen reiche Koehlerlagen und an Faserstoffen reiche



Waschwässer. Der Aufschluß des Holzes wird hier mit Hilfe von Ägnatron und Natriumsulfit bewirkt. Die Ablaugen und die ersten Waschwässer werden aber zur Wiedergewinnung der Chemikalien eingedampft.

Aber auch die verdünnteren Waschwässer sind immer noch dunkelbraun gefärbt, reagieren stark alkalisch und enthalten neben großen Mengen von Faserstoffen stets noch einen hohen Prozentgehalt an gelösten organischen Stoffen.

Infolgedessen zeigen diese Abwässer häufig starke Neigung zu Fäulnisercheinungen und können bei ihrer Einleitung in die Vorflut hierdurch sowohl wie durch ihren Gehalt an Faserstoffen, ferner durch starke Verfärbung des Wassers und Auftreten von Schaumbildung, vor allem aber

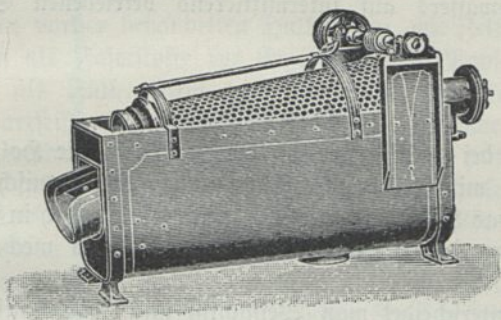


Abb. 10. Stoff- und Pülpefänger Rollsof der Maschinenbau- und Metalltuchfabrik vorm. Gottl. Heerbrandt-Raguhn (Anhalt).

durch intensive Pilzentwicklung arge Mißstände hervorrufen. Die vor der Ableitung in die Vorflut unbedingt notwendige und im eigenen Interesse der Fabrik liegende Zurückhaltung der Faserstoffe kann durch ähnliche Einrichtungen bewirkt werden wie bei den Sulfitzellstofffabriken; Schwierigkeiten bietet aber auch hier, wenn auch bei weitem nicht in dem Maße wie bei den Sulfitzellstofffabriken, die Beseitigung der gelösten organischen Substanzen aus den Abwässern. Die Bodenberieselung ohne chemische Vorbehandlung wird nur dann in Frage kommen können, wenn große Flächen geeigneten Landes dafür zur Verfügung stehen, so daß mit den zu berieselnden einzelnen Parzellen häufig gewechselt werden kann. Wo dies nicht der Fall ist und eine Reinigung der Abwässer von ihren organischen Stoffen gefordert werden muß, werden chemische

Zuschläge in Anwendung kommen müssen. Durch Zusatz von Schwefelsäure oder Aluminiumsulfat oder Kalk lassen sich nach Przibkow recht befriedigende Reinigungserfolge erzielen; auch Eisensalze bewirken eine energische Fällung der organischen Substanzen, färben aber die Lösung infolge des wenn auch nur geringen Gehaltes der Abwässer an Gerbstoffen später wieder dunkel, so daß Eisensalze als chemische Zuschläge weniger geeignet sind. Schwefelsäure wird man nur da als Fällungsmittel anwenden können, wo infolge ausreichender Wasserführung des Vorfluters und seines hohen Säurebindungsvermögens die Gewähr für eine sofortige Neutralisation der ihm zugeführten sauren Abwässer gegeben ist. Wo irgendwie Gelegenheit dazu vorhanden ist, empfiehlt sich die Nachbehandlung des in geeigneten Abflußbecken durch chemische Zusätze gereinigten Abwassers auf intermittierend betriebenen Sandfiltern (9, S. 416 ff.).

### Holzschleifereien.

Während bei der Herstellung des Zellstoffs die Holzsubstanz durch den Kochprozeß mit Sulfite- oder Natronlauge eine chemische Veränderung erleidet, wird das Holz durch den Schleifprozeß lediglich in seiner Struktur verändert, indem die Holzrollen auf Schleifscheiben mechanisch zerfasert werden.

Hierbei unterscheidet man Weißschliff und Braunschliff. Zum Weißschliff wird ein weißes, harzarmes Holz, z. B. Fichte, ohne weitere Vorbereitung verwendet, so daß man einen weißen Faserstoff gewinnt. Zum Braunschliff, zu dem auch Kiefernholz verwendet werden kann, werden die Holzrollen in Dampffässern unter 4–5 Atmosphärendruck gedämpft. Hierbei werden die Harzstoffe größtenteils mit ausgelaugt; das Material nimmt eine braune Farbe an, die Faser ist aber länger. Der Braunschliff wird vorwiegend zu Packpapier und Pappe verwendet.

Die beim Weißschliff entstehenden Abwässer sind lediglich mechanisch durch Faserstoffe, zu deren Zurückhaltung die durch Abb. 9 u. 10 beschriebenen Apparate und Verfahren in Frage kommen, verunreinigt. Die vom Braunschliff herrührenden Abwässer enthalten aber noch Huminstoffe, Vanille, Methylalkohol, Essigsäure und Ameisensäure. Für ihre Behandlung kommen nach Przibkow im allgemeinen ähnliche Verfahren in Frage, wie bei den Abwässern der Natron- und Sulfatzellstofffabrikation (10, S. 972).



### Papierfabriken.

Die deutsche Papierindustrie erzeugte bereits vor dem Kriege  $1\frac{1}{2}$  Millionen Tonnen Papier und Pappe, und da je Tonne durchschnittlich 200 cbm Gesamtabwassermenge gerechnet wird, so ist die Papierindustrie in bezug auf die Abwassererzeugung und deren Ableitung in die öffentlichen Gewässer von erheblicher Bedeutung. Bei der großen Menge des in der einzelnen Anlage verbrauchten Nutzwassers und des erzeugten Abwassers muß die Reinigung des letzteren besonders gewissenhaft geschehen, um wenigstens seine teilweise Wiederverbenutzung im Betriebe zu ermöglichen und so die Vorflut zu entlasten, womit zugleich eine Wiedergewinnung der wertvollen Faserstoffe verknüpft ist.

Außer den vorher behandelten Halbzeugen, wie Zellstoff und Holzschliff, werden als Faserstoffe zur Erzeugung von Papier, Habern und Lumpen, und als Füll-, Leim- und Farbstoffe noch Kaolin, Blanofix, Glanzweiß, Harzseife, Stärke und Anilinfarben verwendet. Die Habern und Lumpen werden behufs Reinigung gewöhnlich mit Soda, Ätzalk und Ätznatron gekocht. Die hierbei anfallenden Kocherlaugen sind stark alkalisch und reich an gelösten organischen Stoffen. Vor ihrer Ableitung in einen Vorfluter müssen sie deshalb durchgreifend gereinigt werden, was im allgemeinen in ähnlicher Weise zu bewirken ist, wie bei den bereits besprochenen, an gelösten organischen Stoffen reichen, alkalischen Abwässern.

Die Entfärbung der Abwässer kann durch Ätzalk, Eisenvitriol, Gerberlohe, auch durch Koks und besonders wirksam durch Braunkohlenschlacke geschehen.

Bei der Halb- und Ganzstoffherstellung entstehen Abwässer nun an folgenden Stellen:

1. an den Holländern;
2. am Knotenfänger der Papiermaschine;
3. an den Sieb- und Saugvorrichtungen der Papiermaschine;
4. an den Druck-(Gautsch-)Walzen in kleineren Mengen.

Wegen der erheblichen zur Papierherstellung benötigten Wassermengen ist man schon frühzeitig dazu gelangt, das Abwasser wenigstens nach einer „Grobklärung“ an einer geeigneten Stelle, z. B. in den Holländern oder in einer besonderen Kartonmaschine wieder in den Betrieb zurückzuführen. Es kann aber aus technischen Gründen nicht

alles Wasser andauernd im Kreislauf bleiben, da es sich mit gewissen Stoffen, wie z. B. Kaolin, zu sehr anreichern oder in Fäulnis übergehen würde, auch muß an verschiedenen Stellen, wie z. B. an den Spritzrohren der Papiermaschine ständig mit Frischwasser gearbeitet werden, so daß eine gewisse Abwassermenge, die aus wirtschaftlichen Gründen möglichst klein zu halten ist, in die Vorflut gelangt.

Man rechnet, daß etwa 20 bis 58% der umlaufenden Gesamt-  
abwassermenge andauernd als Frischwasser zugeführt und abzüglich geringer Verluste nach erfolgter Klärung und Entfärbung abgeleitet werden müssen. Bei der Reinigung der Abwässer spielt nun die Zurückhaltung der Faserstoffe die Hauptrolle, und man kann wohl sagen, daß sie mit den jetzt vorhandenen Einrichtungen und Apparaten beinahe restlos möglich ist.

Die in der Papierindustrie zumeist angewendeten Anlagen zur Zurückhaltung der Faserstoffe bestehen aus Absezkästen oder Absezkbecken, Rundsiebfiltern, Kastenfiltern und Abseztrichtern.

Die **Absezkästen** oder **Absezkbecken** aus Holz, Mauerwerk oder Eisenbeton werden zu Gruppen hinter- oder auch nebeneinander geschaltet. Das Abwasser tritt über eine genaue wagerechte lange Rinne in ruhigem, langsamem Strom ein. Der Boden der Klärgruben wird geneigt oder trichterförmig ausgeführt, damit der Fangstoff, aus Fasern und den mineralischen Füllstoffen bestehend, ruhig von unten abgesaugt werden kann, ohne daß die darüber stehende Wassermasse in Bewegung gesetzt wird. Bei richtiger Zu- und Ableitung und ganz einwandfreier Klärung kann man für gewöhnliche, durch Aushub im Gelände hergestellte Freibassins 9 bis 11 cbm Klärraum je Liter minutliches Abwasser rechnen. Bei Papier mit großem Kaolingehalt und zementierten Absezkbecken ist ganz erheblich weniger Klärraum erforderlich.

Von **Rundsiebfiltern** hat sich das Füllnerfilter (Abb. 11) bestens bewährt.

Das Filter besteht aus einer an den Stirnseiten offenen Filtertrommel d in Verbindung mit dem Walzensystem b, b, um welches sich ein endloser Filz a um den Umfang der Filtertrommel beständig fortbewegt. Faser- usw. Stoffe der durch die Rinne e und den Kasten f geleiteten Abwässer bleiben an dem Filz haften, und das filtrierte Wasser dringt durch den Filterfilz in das Innere der Trommel und wieder durch die offenen Stirnseiten derselben nach außen. Die am Filz aufgeschwemmte Stoffschicht wird in der Presse P entwässert und von dem Umfang der oberen Preßwalze durch den Schaber g in Form von



Schabstoff abgenommen. Der Filz muß, um wirksam zu bleiben, stets sauber und durchlässig fein, und wird deshalb öfters oder ständig gewaschen (2, S. 173/75 u. Katalog der Fabrik).

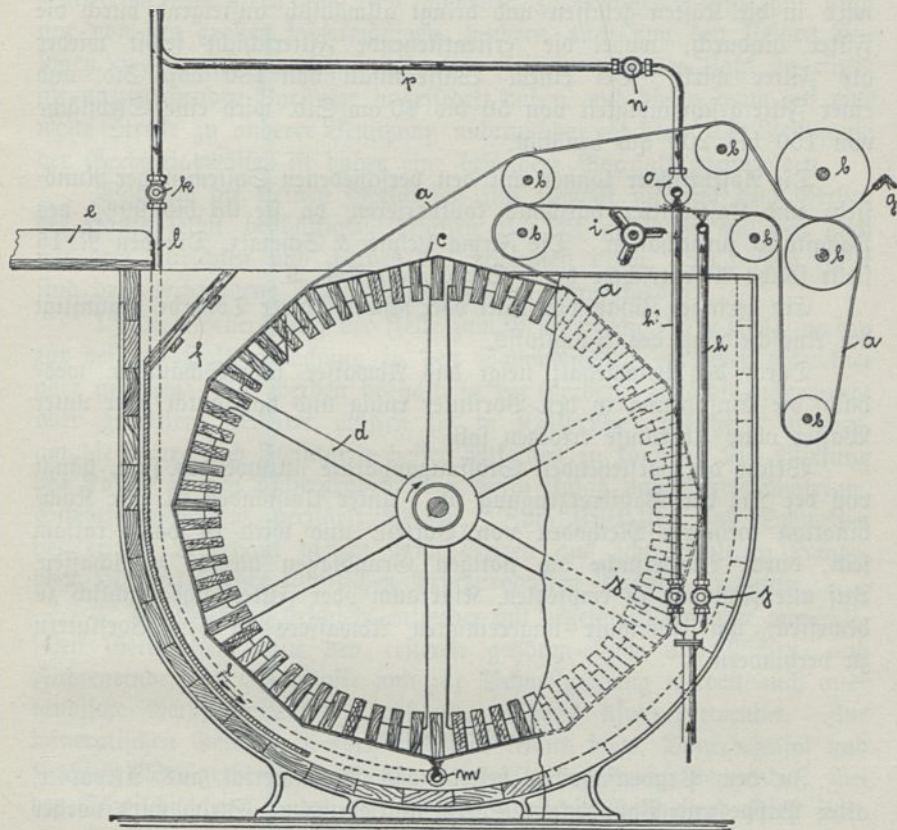


Abb. 11. Füllnerfilter mit Filzband und Filzwäsche Patent Mittel der Linke-Hofmann-Aktiengesellschaft Abt Füllnerwerk, Warmbrunn.

Trommeldurchmesser und Bahnlängen von 1600—3000 mm. Leistung in der Papierfabrikation von 240—2500 l Min., in der Zellulosefabrikation das Doppelte und Dreifache. Die Leistungen schwanken je nach den Eigenschaften der im Abwasser enthaltenen Fasern, Leimung usw., um das Doppelte bis Aunderthalfache. Über 900 Stück im Betriebe.

Die Form der Trommel ist vieleckig, wodurch das Niedersetzen fester Teile am Boden verhindert wird.

Bei den **Kastenfiltern** von Dropisch, Schuricht und Mierzinski sind die Böden der Filterkästen mit Löchern versehen und werden mit feinstmaschigen Sieben oder Stoffen als Filter bespannt. Das Abwasser wird in die Kästen gelassen und dringt allmählich ansteigend durch die Filter hindurch, wobei die erstentstehende Filterschicht selbst wieder als Filter wirkt. Bei einem Wasseranfall von 180 cbm/Std. und einer Filtergeschwindigkeit von 50 bis 60 cm/Std. wird eine Siebfläche von 150 bis 200 qm benötigt.

Die **Abseptrichter** können mit den verschiedenen Systemen der Rundsieb- und Kastenfilter durchaus konkurrieren, da sie 98 bis 99% des Fangstoffs zurückhalten. Die Firma Lehner & Schmalz, Dresden N. 15 stellt solche Abseptrichter her. Siehe auch Abb. 9.

Ein geringer Zusatz von Kalk oder schwefelsaurer Tonerde begünstigt die Ausscheidung des Fangstoffs.

Durch den Leimgehalt neigt das Abwasser zum Schäumen, weshalb die Einführung in den Vorfluter ruhig und horizontal oder unter Wasser ohne Überläufe erfolgen soll.

Welche der vorstehenden Stoffangapparate anzuwenden sind, hängt von der Art der Papiererzeugung ab. Unter Umständen ist eine Kombination mehrerer Methoden von Vorteil, und wird es dann ratsam sein, durch Vorversuche die nötigen Grundlagen hierfür zu schaffen. Auf alle Fälle ist zu empfehlen, Klärraum oder Filterfläche reichlich zu bemessen, um Überläufe ungereinigten Abwassers in den Vorflutern zu verhindern.

### **Pappfabriken.**

In den Pappfabriken besteht das Rohmaterial aus Altpapier, alter Pappe und Pappdeckeln, Stroh und Lumpen. Stroh wird vorher durch Kochen mit Kaltwasser aufgeschlossen. Als Zusätze zu dem Stoffbrei dienen Tonerde, schwefelsaure Tonerde und in geringer Menge Harz zur Leimung. Zur Färbung kommen auch manchmal Anilinfarbstoffe zur Verwendung.

Die hierbei entstehenden Abwässer enthalten gelöste fäulnisfähige Stoffe in erheblicher Konzentration, eine große Menge Faserstoffe und sind für den Vorfluter besonders gefährlich, wenn von dem Kalkausschließprozeß her noch freier Ätzalkal vorhanden ist.



### **Gerbereien, Seimfabriken und verwandte Betriebe.**

Die in den Gerbereien anfallenden Abwässer gehören zu den konzentrierten Abwässern und sind schwierig zu reinigen. Dies gilt nicht nur von den großen fabrikmäßigen, sondern auch von den kleinen Anlagen, welche sich manchmal seit alter Zeit in größerer Zahl an einem oft unzureichenden Vorfluter angesiedelt haben, und diesen dann auf eine weite Strecke zu anderer Benutzung unbrauchbar machen. Der Reinigung der Gerbereiabwässer ist daher eine besondere Sorgfalt zuzuwenden.

Während die kleinen Gerbereien sich zumeist nur mit dem Gerben der Häute selbst beschäftigen, befassen sich die größeren Anlagen auch mit dem Zurichten und Färben der gegerbten Leder. In diesem Falle sind drei verschiedene Fabrikationsstufen zu unterscheiden.

1. Die Vorbereitung der Felle zum Gerbvorgang. Die Felle werden zur besseren Haltbarmachung in den Sammelstellen entweder getrocknet oder gesalzen. Sie werden deshalb in der Gerberei zunächst aufgeweicht oder gewässert. Weiter müssen sie in Kalkbrühe „geäschert“ werden, um die Haare und Fleischteile besser entfernen zu können. Die Wirkung des Kalkes in den Äschergruben kann durch Zusatz von Schwefelnatrium, Schwefelarsen usw. verstärkt werden. Zum Entkalken und Schwellen der reinen Lederhaut dienen dann Weizen aus schwachsaurem Hunde- oder Hühnerkot oder künstlichen Ersatzprodukten (Cropon, Erobin).

2. Die Gerbung geschieht entweder mit vegetabilischen oder mineralischen Gerbstoffen. Zu den ersteren gehören Lohe aus Eichen- und Fichtenrinde, als Ersatzstoffe und zur Schnellgerbung werden auch ausländische Gerbstoffextrakte (Quebracho, Sumat usw.) verwendet. Zur mineralischen Gerbung werden entweder Alaun bezw. Tonerdesulfat und Kochsalz (Weißgerberei) oder Chromsalze (Chromgerbung) verwendet. Bei der Sämischerberei findet eine Bearbeitung mit Fetten und Ölen statt.

3. Beim Zurichten des Leders kommt hauptsächlich das Pressen und Färben des Leders (Anilinfarbe) in Betracht.

Diesen einzelnen Vorgängen entsprechend, fallen nun auch die verschiedenen Abwässer an.

Zu 1. Die Einweichwässer für die getrockneten und die Waschwässer für die gesalzenen Häute, die stark salzhaltig sind. Ferner die Äscherwässer, die durch Ätzkalk stark alkalisch sind, u. U. auch Verbindungen des Natriums, Arsens usw. enthalten. Endlich die sauren Abwässer von den Weizen.

Zu 2. Die eigentlichen Gerbwässer enthalten entweder organische Lohebrühen oder mineralische Lösungen von Alaun, Tonerde- oder Chromsalzen.

Zu 3. Beim Zurichten des Leders entfallen nur farbstoffhaltige Abwässer.

Die vorbereitenden Arbeiten sind bei allen Gerbereien ziemlich gleich, insolgedessen auch die hierbei anfallenden Abwässer, dagegen unterscheiden sich die Abwässer der eigentlichen Gerbung und der Lederzurichtung in den einzelnen Anlagen je nach dem angewandten Verfahren.

Als Gesamtmenge der Abwässer rechnet man auf 1000 große Häute wöchentlich 100 cbm täglich oder auf je eine verarbeitete größere Haut 1 cbm Abwasser.

Im Vorfluter können die Abwässer direkt durch ihren Gehalt an Chemikalien wie Ätzkalk, Chrom, Arsen usw., sowie durch die schlammbildenden Bestandteile schädlich wirken, indirekt aber durch die gelösten organischen Bestandteile, welche zu Fäulnisbildung, Pilzbesatz, Sauerstoffzehrung und Schwefelwasserstoffentwicklung Anlaß geben können. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß zunächst Fäulnisercheinungen infolge des Vorhandenseins von Ätzkalk, Schwefelnatrium u. a. nicht aufzutreten pflegen, dieselben aber nach genügender Verdünnung im Vorfluter und weiter unterhalb unangenehm in die Erscheinung treten. Ferner tritt vielfach durch die Gerbereiabwässer unterhalb eine Schwarzfärbung des Vorfluters infolge Umsetzens der Gerbsäure mit den eisenhaltigen Verbindungen des Vorfluters zu tintenähnlichen Stoffen in die Erscheinung. Auch Schwefelnatrium, wenn nicht abgetrennt, ergibt mit eisenhaltigem Vorflutwasser Schwarzfärbung durch entstehendes Schwefeleisen. Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Gerbereiabwässer wegen ihres hohen Gehalts an kolloidalen Stoffen zu starkem Schäumen im Vorfluter neigen, und ihn mit dicker Schaumschicht bedecken, weshalb das Abwasser dem Vorfluter am besten durch eine Rohrleitung unter Wasser zugeführt werden soll.

Die Gerbereiabwässer können ferner, besonders wenn ausländische Felle verarbeitet werden, **Milzbrandsporen** enthalten, die das Wasser des Vorfluters verseuchen und das Vieh gefährden, das mit diesem Wasser in Berührung kommt.

Bei dem Reinigen der Gerbereiabwässer wird man bestrebt sein müssen, zunächst die gröberen suspendierten organischen Stoffe wie abgelöste Haut- und Fleischreste, verfilzte Haarreste u. a. durch Rechen



oder Siebapparate zurückzuhalten, wozu u. a. die Riensch-Wurische Separatorscheibe mit Vorteil in Anwendung kommt (Abb. 12).

Über Bauart und Wirkungsweise vgl. 2, S. 180 u. 181.

Die weitere Abscheidung der feineren ungelösten Stoffe, der Kalkreste und Loheteilchen geschieht am besten in Absitzbecken, Brunnen oder Klärtürmen. Durch zweckmäßiges Zusammenleiten von sauren und alkalischen Wässern kann dabei eine Neutralisation und bessere Abscheidung der Schwebestoffe und Ausfällung mancher gelösten Stoffe erreicht werden. Steht nicht genügend kalkhaltiges Mäherwasser zur Verfügung, so kann man dem Abwasser Kalkmilch zusetzen, um eine

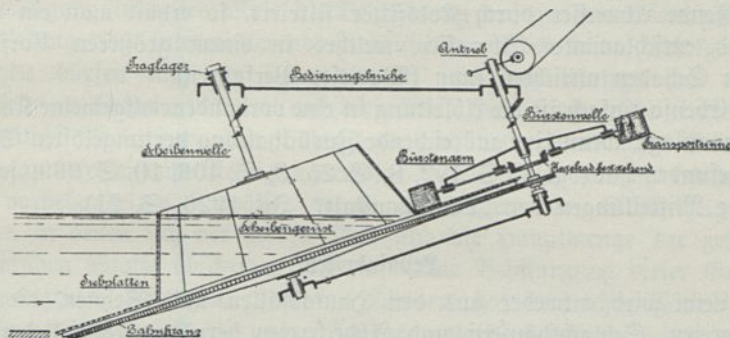


Abb. 12. Separatorscheibe Riensch-Wur der Maschinenfabrik Wilh. Wurk, Berlin-Weißensee, für Schlachthäuser, Lederfabriken und städtisches Kanalwasser. Schema. Umlaufzahl 0,3–2 in der Minute, Leistung 10–4500 l/sek. Kraftbedarf 0,5–2,5 PS.

bessere Ausflockung in den Absitzbecken zu erzielen. Das etwa im Abwasser enthaltene Chrom wird hiermit auch zum größten Teil entfernt, jedoch dürfte bei größeren Chromgerbereien ein Eindampfen der Lösungen oder Fällung mit besonderen chemischen Zusätzen behufs Wiedergewinnung des Chroms lohnend sein.

Die über eine mechanische Behandlung hinausgehende Reinigung der Gerbereiabwässer, welche bei einem schwachen Vorfluter erforderlich ist, bietet auch heute noch wegen der Konzentration der Gerbereiabwässer, welche etwa das Dreifache der städtischen Kanaljauche beträgt, und der in denselben vorhandenen Chemikalien und Gerbstoffe, große Schwierigkeiten. Hier bietet die Bodenberieselung nach völliger Entfernung der ungelösten und der giftigen Stoffe noch die beste Gewähr für einen guten Reinigungserfolg. Als Fällmittel dienen außer Kalk, Eisenvitriol

und schwefelsaure Tonerde für Schwefelnatrium und arsenhaltige Verbindungen. Freier Kalk läßt sich aus den Mäherwässern durch Einblasen von Rauchgasen beseitigen.

Die Farbwässer, welche in der Regel nicht direkt schädlich sind, können durch die verbrauchte Lohe zum Teil entfärbt werden.

Stehen genügend große, geeignete Oöflächen zur Verfügung, so können die Abwässer in großen Erdbecken zusammengeleitet werden, in denen sich der Schlamm absetzt. Hat der Schlamm die genügende Höhe erreicht, so wird er mit Erde beworfen und ein neues Erdbecken in Benutzung genommen (Vererden). Wird das von den Erdbecken etwa noch abfließende Abwasser durch Koksfilter filtriert, so erhält man ein weitgehend entschlammtes Abwasser, welches in einem größeren Vorfluter keinen Schaden anrichten kann (Wormser Verfahren).

Ebenso einfach ist die Ableitung in eine vorhandene allgemeine Kanalisationsanlage, wenn eine ausreichende Zurückhaltung der ungelösten Stoffe stattgefunden hat (vgl. 7, S. 192, 8, S. 25, 9, S. 406, 10, S. 969, sowie: Kleine Mitteilungen der „Landesanstalt“, Jg. 1926, S. 21).

### Leimfabriken.

Leim wird entweder aus den Hautabfällen und Sehnen, die aus Gerbereien, Schlachthäusern und Abdeckereien herrühren, als Lederleim, oder aus Knochen als Knochenleim hergestellt.

In den **Lederleimfabriken** wird das Rohmaterial zunächst mit Kalkmilch behandelt, um die Fleisch- und Bluteile von dem Leimgut zu lösen, und sodann in Kesseln gekocht. Diese Siedekessel werden danach auch ausgewaschen. Die Abwässer enthalten außer Kalk noch Blut, losgelöste Leder- und Fleishteilchen und Haare, sowie buttersaures, baldriansaures und propionsaures Kalzium. Das Mazerationswasser nimmt ferner tierische Stoffe aller Art auf, welche bis zu 1,5 Prozent desselben ausmachen können (7, S. 314). Diese Abwässer sind konzentriert und stark fäulnisfähig. Ihre Einleitung in kleinere Vorfluter ist ohne zuvorige Reinigung nicht zulässig. Die größeren Mengen von Waschwässern, die sonst in diesen Betrieben anfallen, sind hiergegen unschädlicher. In denjenigen Betrieben, die zuvor die Fette mit Schwefelsäure reinigen, ergeben sich säurehaltige Abwässer, aber meist in geringen Mengen.

Nach Priglow (9, S. 411 und 10, S. 970) lassen sich durch eine mechanische Behandlung der Abwässer einer Lederleimfabrik in manchen Fällen schon erhebliche Reinigungserfolge erzielen. Werden die Klär-



becken ausreichend groß bemessen und nicht unnötigerweise mit sämtlichen Waschwässern belastet, so gelingt es, in ihnen die Hauptmenge des in den Abwässern enthaltenen Kalkes zum Absetzen zu bringen. Durch zweckmäßig angeordnete Rechen und Siebe lassen sich die mitgeführten Haut- und Haarteile in befriedigender Weise zurückhalten. Derartige Einrichtungen sollten von diesen Betrieben, auch wenn sie nur einen geringen Umfang aufweisen, unter allen Umständen gefordert werden, sie sind das Mindestmaß dessen, was diese Fabriken zur Reinhaltung der Vorflut tun können. Müssen weitergehende Anforderungen an den Reinheitsgrad der Abwässer gestellt werden, so verspricht im Anschluß an die mechanische Vorreinigung in erster Linie die Behandlung auf geeigneten Landflächen, Berieselung oder intermittierende Bodenfiltration den besten Erfolg. Die Flächen dürfen nicht zu klein gewählt sein, um häufiger mit ihnen wechseln zu können, und um auf diese Weise eine sonst leicht eintretende frühzeitige Verkrustung des Bodens zu verhüten. In manchen Betrieben hat man befriedigende Reinigungserfolge erzielt, wenn man die mechanisch gut vorbehandelten Abwässer durch ein System von Schlangelgräben führte, in denen sich der gelöste Kalk und die Hauptmenge der gelösten organischen Stoffe abscheiden können. Eine Bepflanzung dieser Gräben mit geeigneten Pflanzen, z. B. mit Weiden, hat in solchen Fällen gute Erträge geliefert und die ganze Anlage rentabel gestaltet.

In den **Knochenleimfabriken** wird die Herstellung des eigentlichen Leimgutes nach verschiedenen Verfahren bewirkt, und dementsprechend entstehen in diesen Betrieben die verschiedenartigsten Abwässer. Es können zum Ablauf kommen: die Abwässer vom Entfetten der Knochen mit chemischen Mitteln bei deren Wiedergewinnung durch Destillation; die Abwässer vom Waschen des entfetteten und polierten Knochenschrotes, das unter Zusatz von schwefliger Säure zu geschehen pflegt; schwefelsäurehaltige Schmutzwässer von der Fetteinigung und an Schwefelsäure oder Salzsäure reiche Abwässer in denjenigen Betrieben, in denen die Knochen zur Lösung des phosphorsauren Kalkes und zur Isolierung des Knochenknorpels vor der Verkohlung auf Leim mit diesen Säuren behandelt werden.

Die Abwässer solcher Betriebe können also reich an fäulnisfähigen organischen Stoffen sein, sie können schweflige Säure, meistens in gebundener Form, enthalten, Stickstoffverbindungen, unter ihnen besonders Ammoniak in gebundener und freier Form, mit sich führen und dann stark alkalische Reaktion aufweisen. Schließlich können sie aber auch sehr

stark sauer reagieren durch ihren Gehalt an freier Schwefelsäure oder Salzsäure. Je nach der Art des Betriebes ist also der Charakter der Abwässer ein ganz verschiedener.

So verschiedenartig die Abwässer der Knochenleimfabriken sind, so verschieden ist natürlich auch ihre Einwirkung auf die Vorflut, je nach dem Überwiegen des einen oder anderen Bestandteiles. Wenn auch im allgemeinen ihre Menge nicht groß ist — sie wurde in einem derartigen Betriebe bei einer Verarbeitung von 60 Zentner Knochen in 24 Stunden zu etwa 25 cbm angegeben, — so können die Abwässer trotzdem wasserarme Vorfluter empfindlich schädigen durch ihren Gehalt an organischen fäulnisfähigen Stoffen einerseits, wie durch große Mengen freier Säuren andererseits.

Die Abwässer mit großen Mengen freier Mineralsäuren müssen natürlich vor ihrer weiteren Behandlung durch eines der erwähnten Reinigungsverfahren entsprechend neutralisiert werden, entweder durch sachgemäße Vermischung mit alkalischen Abwässern des gleichen Betriebes oder durch besondere chemische Zuschläge. Ist bei günstigen Vorflutverhältnissen eine direkte Ableitung der Abwässer nach nur mechanischer Vorbehandlung zulässig, so ist eine vollständige Neutralisation der sauren Abwässer nicht in allen Fällen erforderlich. Im Vertrauen auf die säurebindende Kraft des Vorfluters wird man die weitere Neutralisation der Abwässer getrost dem Flußwasser überlassen können. Im anderen Falle stellt für die weitergehende Behandlung der an organischen Stoffen besonders an Stickstoffverbindungen reichen Abwässer die Bodenberieselung das beste Verfahren zur Reinigung dar. An seiner Stelle haben sich auch intermittierende Bodenfilter recht gut bewährt.

Für die Beseitigung der Abwässer von **Darmsaitenfabriken** und **Darmzubereitungsfabriken** sind die für Gerbereien in Betracht zu ziehenden Reinigungsverfahren maßgebend.

Die Reinigung der in **Zubereitungsanstalten für Tierhaare** und **Bürstenfabriken** anfallenden Abwässer kann in ähnlicher Weise geschehen, wie in Leimfabriken.

#### **D. Abwässer mit organischen Stoffen.**

##### **Zuckerfabriken.**

**Allgemeines.** In Deutschland betrug die von rd. 250 Rohzuckerfabriken in der Kampagne 1928/29 hergestellte Rübenzuckermenge 1 860 000 t. Die tägliche Verarbeitung schwankt für die einzelnen Fabriken zwischen 8000 und 45 000 Zentner Rüben.



**Entstehung und Arten der Abwässer, ihre schwierige Beseitigung.**<sup>1)</sup> Die Beseitigung der Zuckersfabrikabwässer bietet erhebliche Schwierigkeiten, weil es sich um leicht säulnisfähige und große Mengen Abwässer handelt. Beispielsweise erzeugt eine Fabrik mit einer täglichen Rübenverarbeitung von 30000 Zentnern etwa 15 cbm/Min. oder 21600 cbm Abwasser täglich, d. i. soviel wie eine Stadt von 200000 Einwohnern Abwasser erzeugt.

In der Zuckersfabrik entstehen Abwässer an verschiedenen Stellen des Fabrikationsganges, und sind die einzelnen Gattungen nach Menge und Gehalt an verunreinigenden Stoffen sehr verschieden<sup>2)</sup> Die in der Fabrik ankommenden Rüben enthalten vom Felde her noch anhaftende Erde, die durchschnittlich 10—22 % des Rübengewichts betragen kann. Weiter finden sich manchmal Blätter und Kraut zwischen den Rüben. Die angelieferten Rüben werden von den Transportwagen durch einen starken Wasserstrahl in die Schwemmrinnen gespült und in die Fabrik geführt, wobei sich der an der Rübe haftende Schmutz schon teilweise löst. Auch gelangen die auf dem Transportwagen befindlichen Unreinigkeiten mit in das Schwemmwasser.

Aus der Schwemmrinne werden die Rüben in die Wäsche gehoben. Beim Waschen werden aber die Wurzelenden der Rüben, die Rübenschwänze, abgeschlagen, die zugleich mit dem abgelösten Schmutz in dem Schwemm- und Waschwasser verbleiben. Die an der Rübe haftende Ackererde besteht aus Sand und tonigen Bestandteilen in einem je nach der Beschaffenheit des Ackerbodens wechselnden Verhältnis. Man wird rechnen können, daß der Sand etwa  $\frac{1}{3}$  der gesamten Schmutzmenge beträgt. Die aus der Schwemme und Wäsche kommenden Wässer bilden den einen, ihrer Menge nach größten Teil der Abwässer.

Nachdem die Rüben gewogen und geschneizelt sind, werden sie in den Diffuseuren ausgelaut. Ist der Auslaugeprozeß beendet, so wird der Diffuseur aus der Batterie ausgeschaltet und sein Inhalt, bestehend aus den entlaugten Schnizeln und dem letzten Druckwasser, abgelassen. Das letztere bildet nach Entfernung der Schnizel das Diffusionswasser und enthält neben Pülperesten geringe Mengen von Zucker, sowie andere gelöste organische Stoffe vom Auslaugeprozeß her. Es gehört zu den gefährlicheren Abwässern. Die ausgelauten Schnizel enthalten noch ungefähr 6% Trockensubstanz und 0,2—0,4% Zucker, daneben etwa 93% Wasser.

<sup>1)</sup> Grevemeyer, Die Reinigung der Abwässer aus Rübenzuckerfabriken. Gesundheitsingenieur, Jg. 1929, S. 25.

<sup>2)</sup> Vgl. Grevemeyer, Die Wasserwirtschaft in der Rübenzuckerindustrie (12).

Für die Verfütterung der Schnitzel in frischem oder eingesäuertem Zustand bringt man sie durch Pressen durchschnittlich auf eine Trockensubstanz von 11—12%. Da, wo man die Schnitzel trocknet, pflegt man sie jedoch behufs Ersparung von Brennmaterial so stark als möglich abzupressen, in der Regel auf ungefähr 16% Trockensubstanz. Bei der Pressung geht aus den Schnitzelpressen eine von vielen festen Bestandteilen getrübe Flüssigkeit, das **Schnitzelpresswasser**, hinweg, die überdies auch den größten Teil des gärfähigen Zuckers, der niemals völlig ausgelaugten Schnitzel enthält, und die deshalb von jeher mit Recht als die unangenehmste Art der Abwässer bei der Zuckerfabrikation gegolten hat.

Verhältnismäßig am harmlosesten sind die **Fallwässer**, sowie die **Kondenswässer**. Die geringen Spuren von Zucker oder Ammoniakverbindungen, die diese Wässer enthalten, können kaum als schädlich gelten. Übelstände werden zumeist nur dann verursacht werden, wenn diese Wässer mit zu hoher Temperatur in den Vorfluter gelangen.

Die Menge der anfallenden Abwässer steht in direktem Verhältnis zu der Rübenverarbeitung, und zwar rechnet man für 1 Ztr. Rüben 0,5—1 cbm, oder für je 2000 Ztr. täglicher Rübenverarbeitung 1 cbm/Min. Gesamtabwasser. Hiervon entfallen auf die Wasch- und Schwemmwässer 60%, auf die Diffusions- und Schnitzelpresswässer 10%, auf die übrigen 30%. Dabei ist vorausgesetzt, daß genügend Frischwasser für die Fabrikation zur Verfügung steht und alles Wasser ohne eine nochmalige Benutzung abgeleitet wird.

**Reinigungsverfahren.** Als Grundregeln zu einer rationellen und Erfolg versprechenden Reinigung und Beseitigung der Abwässer muß in allen Fällen gelten: Alle ungelösten Stoffe organischer und anorganischer Natur müssen weitgehendst und möglichst schnell durch geeignete Einrichtungen und Apparate aus den Abwässern entfernt werden und weiter: Die verschiedenen Gattungen der Abwässer sind zunächst getrennt zu behandeln.

Die weitere Behandlung hängt von der Größe und Aufnahmefähigkeit des Vorfluters und von dem Umstande ab, ob der Fabrik geeignete Geländeflächen zur Verfügung stehen.

Hierzu möge gleich von vornherein einschränkend bemerkt werden, daß eine Reinigung der Zuckerfabrikabwässer durch künstliche biologische Verfahren wegen viel zu kurzer Betriebszeit und der großen Wassermengen aus wirtschaftlichen Gründen aussichtslos erscheint und bisher auch nicht ausgeführt ist.



Dagegen sind viele Fabriken wegen Mangel an Frischwasser gezwungen, einen Teil oder sämtliche Abwässer nach genügender Reinigung wieder in die Fabrikation zurückzunehmen. Die dem Vorfluter zuzuführende Abwassermenge wird natürlich um diese Menge verringert, und die Reinigung entsprechend erleichtert.

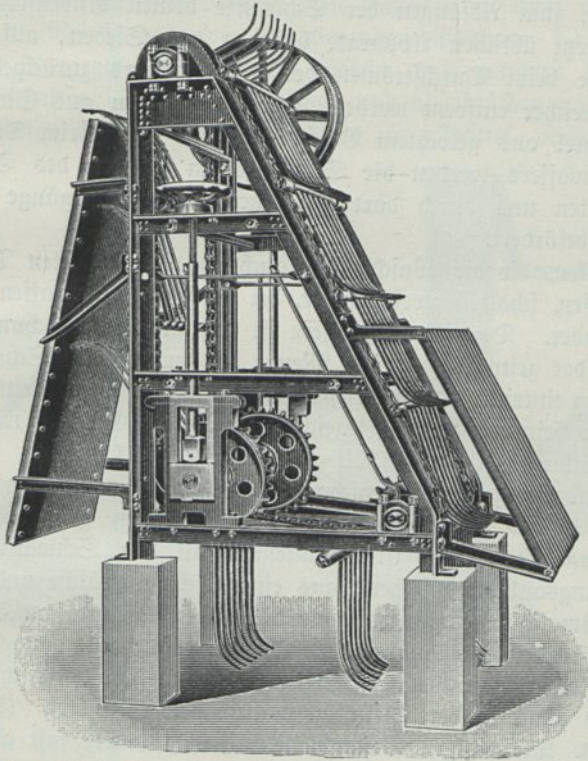


Abb. 13. Kraut- und Strohfünger der Maschinenbau-Anstalt Köllmann & Gruhn, Barmen-Rittershausen

Aus den Abwässern sind folgende ungelösten Stoffe abzuschneiden:

1. Kraut und Rübenblätter, 2. Rübenschwänze, 3. erdige Bestandteile, 4. Schmirgelpülpe.

Zu 1. Kraut und Rübenblätter. Ihre Menge kann auf etwa  $\frac{1}{2}\%$  des Rübengewichts geschätzt werden. Zum Abfangen dient ein in die Schwemmrinne eingebauter Kraut- und Strohfünger, wie er von der

Maschinenbau-Anstalt Köllmann & Gruhn, Barmen, gebaut wird und durch Abb 13 dargestellt ist.

Zu 2. **Die Rübenschwänze.** Der Prozentsatz der abgefangenen Rübenschwänze schwankt von 1—3%, in der Regel 1,5—2% des verarbeiteten Rübengewichts, je nach Beschaffenheit der Rüben und der Konstruktion der Wäsche, zum Abfangen der Schwänze dienen Rübenschwanzfänger.

Die jetzt üblichen Apparate bestehen aus Sieben, auf denen die festen Teile beim Durchströmen des Waschwassers zurückgehalten und durch Abstreicher entfernt werden, oder sie bestehen aus Siebtrommeln, deren Mantel aus gelochtem Blech hergestellt ist. Beim Durchströmen des Waschwassers werden die Schwänze im Innern des Siebmantels zurückgehalten und durch dort angebrachte Transportgänge nach einer Stirnseite befördert.

Fabriken, die die Waschwässer auch von den kleinsten Teilchen befreien müssen, schalten zwei Fänger, bei großen Wassermassen sogar drei hintereinander. Der erstere größere ist mit größerer Lochung versehen, damit bei der zeitweilig großen Menge der anfallenden Schwänze keine Verstopfung eintritt. Dahinter ist dann der zweite event. dritte Schwanzfänger mit feinerer Lochung geschaltet (z. B. 10, 7, 3 mm), der die kleinsten Schwanzteile zurückhält. (2, Abb. 63, 64.)

Die abgefangenen Rübenschwänze werden heute nur noch zu einem kleinen Teil als Viehfutter verwendet und zum größeren Teil auf Zucker verarbeitet, und ist anschließend an den Schwanzfänger eine Aufarbeitungsanlage, bestehend aus einer Schwanzwäsche und einer Zerkleinerungsmaschine eingerichtet, die die Rübenschwänze zunächst von dem noch anhaftenden Schmutz und den Steinen befreit und danach zerkleinert. Diese zerkleinerten Schwänze werden dann unter die Frischschnitzel gemischt und somit in der Diffusion vollkommen entzuckert. (Abb. 14.)

Zu 3. **Die erdigen Bestandteile.** Früher wurde fast allgemein der Schmutz aus den Abwässern durch Absitzenlassen in mehr oder weniger großen Becken oder Teichen entfernt. Die ganze Schlammmasse, die bei einer größeren Fabrik etwa 8000 bis 10000 cbm beträgt, mußte nach der Kampagne oft auf weite Entfernungen mit Fuhrwerk oder Eisenbahn auf Felder gefahren werden, was erhebliche Kosten verursachte. In besonders günstigen Fällen stehen wohl große eingedeichte Ödländereien oder alte Ziegel- oder Sandgruben zur Verfügung, die die gesamten Schlammmassen für mehrere Jahre aufzunehmen vermögen, so daß die Transportkosten gespart werden und aus dem Unland wieder gutes



Ackerland gewonnen wird (**Vererden**). Das ganze Verfahren ist aber deshalb nicht einwandfrei, weil das Abwasser immerhin längere Zeit in den Teichen verweilt, und da es von organischen Stoffen nie ganz frei ist, so gerät der Schlamm in Gärung und Fäulnis und verschlechtert das ablaufende Abwasser.

In neuester Zeit sind deshalb viele Fabriken zu einer rationelleren, einen guten Reinigungserfolg verbürgenden Methode der Schlamm-beseitigung übergegangen, die darin besteht, daß zunächst der in dem Schmutz enthaltene Sand ausgewaschen und abgetrennt und damit die gesamte übrige Schlammmasse schon um ein Drittel verringert wird,

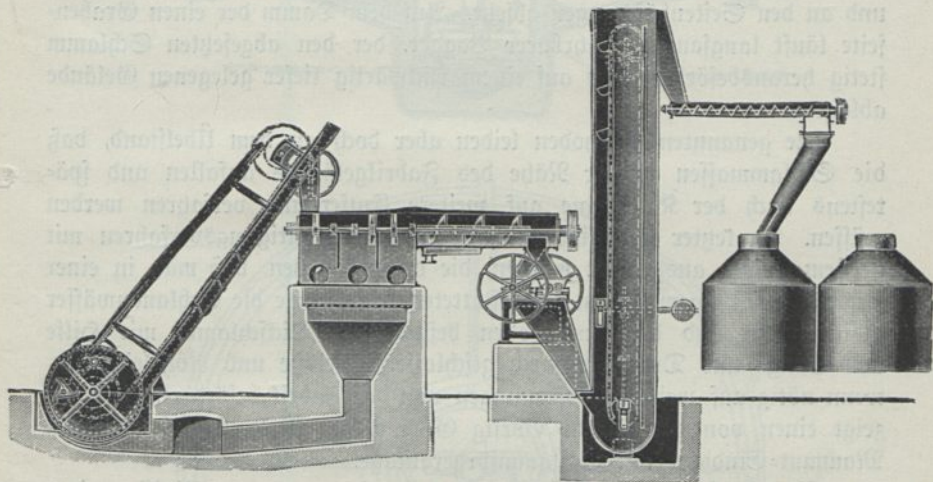


Abb. 14. Rübenschwänzfänger mit Aufarbeitungsanlage von Jörning & Sauter, Magdeburg-Buckau.

während die übrigen Schlammmassen sofort und stetig auf mechanischem Wege beseitigt und weggeführt werden.

Sandwäschen bauen die Firmen Jörning & Sauter in Magdeburg (2, Abb. 66), Köllmann & Gruhn in Barmen und Büttner Werke A.-G. in Ürdingen.

Die Beseitigung des Schlammes kann durch Absitzenlassen in gemauerten Becken geschehen, aus denen er dann ausgebaggert wird. Bei alternierend betriebenen Absitzbecken wird abwechselnd eins derselben ausgeschaltet und der Schlamm beseitigt, währenddessen die anderen im Betriebe sind. Die Größe eines Beckens wird man zweckmäßig so be-

messen, daß das Wasser nur einige Stunden darin verweilt; es liegt dann keine Gefahr vor, daß sich dasselbe verschlechtert, und wird im Vorfluter durch ausreichende Verdünnung jede weitere Gefahr ausgeschaltet.

In anderen Fabriken ordnet man bei günstigen Gelände-Verhältnissen eine Anzahl kleiner Abzugsbecken an, die das Abwasser stetig von einem zum andern durchlaufen muß, so daß man nur nötig hat, das jeweils zu entleerende Schlammbecken durch eine nahe dem Boden befindliche, durch Schieber verschlossene Öffnung auf das Schlammfeld zu entleeren.

Auch läßt man das Schlammwasser einen genügend breiten, tiefen und langen Graben durchfließen, wobei sich der Schlamm am Grunde und an den Seitenböschungen absetzt. Auf dem Damm der einen Grabenseite läuft langsam ein fahrbarer Bagger, der den abgesetzten Schlamm stetig herausbefördert und auf einem rückwärtig tiefer gelegenen Gelände abgelagert.

Die genannten Methoden leiden aber doch an dem Übelstand, daß die Schlammmassen in der Nähe des Fabrikgeländes anfallen und spätestens nach der Kampagne auf weitere Entfernung verfahren werden müssen. In letzter Zeit sind deshalb Schlammbeseitigungsverfahren mit großem Erfolg ausgeführt worden, die darin bestehen, daß man in einer mit trichterförmigem Boden ausgestatteten Kläranlage die Schlammwässer abtzen läßt und den am Boden befindlichen Dickschlamm mit Hilfe von Saug- und Druckluft durch geschlossene Gefäße und Rohrleitungen, wenn nötig auf weitere Entfernungen von der Fabrik befördert. Abb. 15 zeigt einen von der Firma Vorjig G. m. b. H., Berlin-Tegel, gebauten Mammut-Eindicker mit Schlammförderanlage.

Eine recht gut arbeitende Anlage stammt von Zivilingenieur Hirschfelder, Berlin (2, Abb. 70). Weiter liefert die Dorr-Gesellschaft Berlin einen Dorr-Eindicker, und die Aufbereitungsgesellschaft Dortmund den sogenannten Frühling'schen Saugbagger. Es bietet keine Schwierigkeiten, den Schlamm in dieser Weise bis auf 1500 m Entfernung im Umkreise der Fabrik zu drücken und denselben damit für alle Zeiten zweckmäßig unterzubringen.

Zu 4. Die restlose Beseitigung der in den Diffusions- und Preßwässern enthaltenen feinen **Rübenschnittkelreste (Pülpe)** ist ein unbedingtes Erfordernis für eine erfolgreiche weitere Behandlung dieser Abwässer.

Es fehlte ursprünglich an geeigneten Einrichtungen, die den Erfordernissen des schweren Dauerbetriebes in der Rübenkampagne entsprachen. Die gewöhnlichen Absiebapparate waren nach kurzer Betriebs-



dauer von den schleimigen Pülpfen, besonders der Preßwässer, in den Siebflächen verstopft und dadurch unwirksam. Erstmalig wurde dann im

Mammut Eindicker mit Schlammförderung.

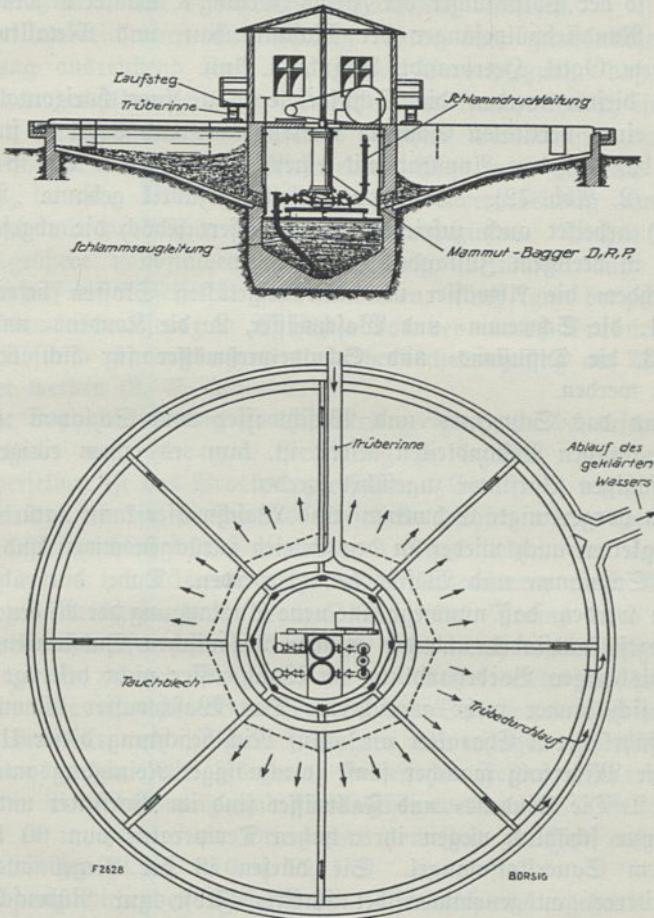


Abb. 15. Mammut-Eindicker der A. Vorjig & Co. m. b. H., Berlin-Tegelel.

Jahre 1912 der Babrowskische Fasernfänger (Abb. 8) zum Abfangen der Pülpe probiert. Die Resultate waren so befriedigend, daß die ent-

pülpten Abwässer ohne weitere Behandlung in die Diffusion zurückgenommen werden konnten. Seitdem hat in einer großen Anzahl von Zuckerfabriken des In- und Auslandes der Pülpefänger Eingang gefunden. Es folgten dann andere Konstruktionen, die sich gleichfalls bewährten, so der Pülpefänger der Firma Jörning & Sauter in Magdeburg und der Rundsiebepülpefänger der Maschinenbau- und Metalltuchfabrik H. G. vorm. Gottl. Heerbrandt, Raguhn i. Anh.

Bei diesem werden die Schnitzel erst in einer horizontalen und dann in einer vertikalen Schnecke transportiert und dabei so stark entwässert, daß sie den Apparat mit einem Trockengehalt von 8—10% verlassen (2, Abb. 72). Der von derselben Fabrik gebaute „Rollsof“ (Abb. 10) arbeitet auch zufriedenstellend, liefert jedoch die abgefangenen Schnitzel in breiigem Zustande.

Nachdem die Abwässer von den ungelösten Stoffen befreit sind müssen **1. die Schwemm- und Waschwässer, 2. die Kondens- und Fallwässer, 3. die Diffusions- und Schnitzelpresswässer** für sich besonders behandelt werden.

Wenn das Schwemm- und Waschwasser vom Schlamm und den festen organischen Bestandteilen befreit ist, kann es einem einigermaßen leistungsfähigen Vorfluter zugeführt werden.

Das vorgereinigte Schwemm- und Waschwasser kann natürlich ohne Schwierigkeiten auch wieder in den Betrieb zurückgenommen und wiederholt zur Schwemme und Wäsche benutzt werden. Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß nunmehr eine neue Auslaugung der Rüben bei dem Waschprozeß stattfindet, und die gelösten organischen Substanzen, die ja bei der bisherigen Vorbehandlung im Waschwasser nicht beseitigt werden konnten, sich immer mehr anreichern. Das Waschwasser nimmt damit einen gefährlicheren Charakter an. Auf Nichtbeachtung dieser Umstände beruht der Mißerfolg mancher sonst zweckmäßiger Reinigungsanlagen.

Zu **2. Die Kondens- und Fallwässer** sind im Vorfluter unter Umständen nur schädlich wegen ihrer hohen Temperatur von 60 bis 80° und ihrem Sauerstoffmangel. Sie dürfen in der Regel auch nicht ohne weiteres, ausgenommen bei starkem Frost, zur Rübenschwemme verwendet werden, weil sie die Rüben dann zu stark auslaugen. Im allgemeinen wird es genügen, dafür Sorge zu tragen, diese Abwässer in Teichen, durch Kühltürme und Gradierwerke oder durch Verspritzen bis auf etwa 30° C abzukühlen, alsdann können sie zumeist ohne jede weitere Reinigung abgelassen oder zurückgenommen werden.



Zu 3. Eine erfolgreiche Behandlung der **Diffusions- und Schnitzel-** **presswässer** ist ohne Landbehandlung kaum denkbar, da, — wie schon erwähnt — künstliche biologische Verfahren nicht in Frage kommen. Je nachdem, ob **ausreichende, unzureichende oder sehr kleine** Bodenflächen zur Verfügung stehen, muß auch eine verschiedene Behandlung eintreten.

Bei ausreichenden Bodenflächen würde eine gewöhnliche Bodenberieselung ausreichend sein. Unter der Voraussetzung, daß die Beschaffenheit des Abwassers der städtischen Kanaljauche ähnlich ist, würden auch für die Größe des Rieselfeldes ähnliche Verhältnisse zugrunde zu legen sein, wie für städtische Rieselfelder. Man wird hiernach mit  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  ha für 1000 Ztr. tägliche Rübenverarbeitung auskommen, was auch mit praktischen Beispielen übereinstimmt. Stehen noch erheblich größere Landflächen zur Verfügung, so können auch sämtliche Abwässer auf die Rieselfelder geschickt werden. Auch kann bei genügendem Gefälle vom Abwasser zum Vorfluter von der teuren Drainierung der Felder Abstand genommen und nur Oberflächenrieselung auf Wiesen angewendet werden (2, S. 208—210).

Die Doppelberieselung ist besonders geeignet, um bei beschränkterem Rieselfeld noch eine gute Reinigung zu erzielen. Eine besondere Art derselben ist das Proskowetzverfahren. Es besteht darin, daß das Abwasser auf ein eng drainiertes Rieselfeld geschickt wird. Hier soll es bei zunächst geschlossenen Drains 4—5 Tage stehen, um unter Mitwirkung der in der Ackererde tätigen Mikroorganismen einen Gär- und Faulprozeß durchzumachen. Nach Öffnung des Drains wird das ablaufende Drainwasser mit Kalk versetzt, geht durch Kalkabfugbecken und danach auf ein zweites Rieselfeld, wo es filtriert wird, das sogenannte Kalkfeld. Die dauernde Brauchbarkeit des Verfahrens wird aber verschieden beurteilt, und ist das Verfahren von einigen Fabriken wieder aufgegeben worden. Bei zu gering bemessener Feldgröße tritt jedenfalls eine Verschlammung und Unbrauchbarwerden der Rieselfelder ein, auch ist es notwendig, die Drainrohre von Zeit zu Zeit aufzunehmen und zu reinigen (2, S. 210 u. 211).

Bei unzureichenden Rieselflächen lassen sich weitergehende Erfolge erreichen, wenn die **Press- und Diffusionswässer** zuvor einem **Gärfaulprozeß** unterworfen werden. Durch diesen wird der größte Teil der organischen gelösten Stoffe abgebaut, und es genügen kleinere Rieselfelder dann zur Nachbehandlung der vergorenen Abwässer. In dieser Hinsicht ist ein vom Flußwasseruntersuchungsamt in Hildesheim im Jahre

1924 ausgearbeitetes Doppelgärverfahren mit Zwischenfaltung von dem für die Zuckerfabriken tätigen Ingenieur Max Grevemeyer, Charlottenburg 4, in einer großer Zahl von Zuckerfabriken eingeführt worden.

Gut entpülpte Diffusions- und Preßwässer sollen bei einer mittleren Temperatur von 40–45° in tiefen Teichen unter Bildung von Milchsäure vergoren werden. Die Gärung bewirkt einen Abbau der Eiweißverbindungen. Da die zunehmende Milchsäure die Gärung hemmt, sollen 80% am Überlauf zum II. Teich neutralisiert werden. Die Gärung wird dann im II. Teich beendet. Schema der Gärteichanordnung s. Abb. 16.

Dieses vergorene Wasser soll nach neueren Erfahrungen sich noch besser reinigen, wenn es anschließend noch faulen kann, und deshalb ist ein Nachgär- oder Faulteich eingeschaltet. Für die Verrieselung genügten in Salzwedel bei einer täglichen Verarbeitung von 30000 Ztr. 11 Morgen Fläche.

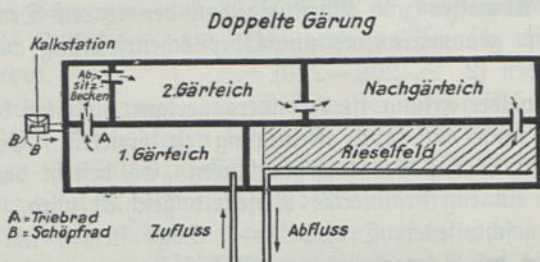


Abb. 16. Milchsäuregärung für Diffusions- und Schnitzelpreßwässer.  
Schema nach Ingenieur Grevemeyer.

Das Verfahren, eine Fäulnis- und Methangärung an Stelle der zweiten sauren Gärung anzuwenden, ist von dem Flußwasseruntersuchungsamt in Magdeburg ausgearbeitet worden (2, S. 213).

Daß es aber möglich ist, auch das Diffusions- und Preßwasser wieder vollständig in den Betrieb zurückzunehmen, lehrt das Beispiel verschiedener Fabriken, die unter so ungünstigen Umständen arbeiten müssen. Nun gehen die Ansichten der Fachleute über die Vor- und Nachteile der Rücknahmeverfahren auch heute noch weit auseinander, wobei darauf hingewiesen werden soll, daß dabei lediglich an die Wiederverwendung des gereinigten Diffusions- und Preßwassers zur Auslaugung in der Diffusionsbatterie (nicht zur Schwemme) gedacht ist.

Als Nachteile werden die Unterhaltung großer Apparate und maschineller Sondereinrichtungen, ihr großer Verschleiß, eine etwa 10%



geringere Leistung der Diffusions- und Verdampfungsanlagen bezw. Mehrverbrauch von Kohlen, und ein Mindergewinn von kristallisierbarem Zucker zugunsten höherer Ausbeute von Schnitzeln und Melasse angegeben.

Die Verfechter des Rücknahmeverfahrens geben nun allerdings zwei notwendige Vorbedingungen für den Erfolg des Verfahrens an und zwar:

1. daß die Diffusionswässer vor der Rückleitung vollständig entpült werden, weil sonst die feinen Faserteilchen zwischen die rohen Schnitzel gelangen und den Auslaugungsprozeß erschweren;

2. daß die zurückgenommenen Diffusionswässer den Diffuseuren warm genug, etwa mit 60° C wieder zugeführt werden müssen. Bei diesem Verfahren tritt dann die Bildung von schädlichen Milch- und anderen Säuren im Gärungsprozeß und damit eine Schädigung der Apparatur durch saure Wässer überhaupt nicht ein.

**Neuzeitliche Saftgewinnungsverfahren.** Bereits seit langer Zeit sind Bestrebungen im Gange, die Rübenschnitzel durch Erhitzen auf 95 bis 100° C in einem einzigen Gefäße auszulaugen, womit zugleich die Diffusions- und Schnitzelpreßwässer wegfallen. Der erste, dem im Jahre 1901 ein Patent erteilt wurde, gebrühte Rübenschnitzel in dieser Weise zu entsaften, war Steffen. Dem Verfahren haftete jedoch der Nachteil geringerer Zuckerausbeute an. Bessere Resultate wurden mit einem von der Maschinenfabrik vorm. Aug. Paschen in Cöthen gebauten Rapidapparat erzielt.

Etwas später kam ein von der Sudenburger Maschinenfabrik und Eisengießerei gebauter Apparat nach einem Verfahren von Gebr. Forstreuter in Magdeburg (Patent Philipp) für eine Verarbeitung von 14 000 bis 15 000 Zentnern in der Zuckerfabrik Obernjesa in Betrieb.

Das Rapidverfahren ist erst in zwei Zuckerfabriken (Calbe und Elsdorf), in letzterer im Anschluß an den Steffenschen Brühtrog, das Philipp Forstreuter'sche Verfahren in einer deutschen Zuckerfabrik (Obernjesa) in Betrieb. Der Hauptgrund für die geringe Anzahl der Anlagen trotz ihrer unverkennbaren Vorteile ist darin zu suchen, daß die Anlagekosten recht hohe sind und bei der schwierigen Lage der Zuckerindustrie nur solche Fabriken dieselben aufwenden können, die ohnedies die alte Gefäßdiffusion wegen Schadhastigkeit ersetzen müssen.

Sofern in der Zuckerindustrie wieder mehr Geld zur Verfügung steht, ist zu hoffen, daß die stetige Diffusion in größerem Umfange eingeführt werden und damit die Hauptschwierigkeit bei der Beseitigung der Abwässer behoben wird (2, S. 218—222).

### Schlachthäuser und verwandte Betriebe.

Beim Betrieb der Schlachthäuser entstehen Spülwässer beim Reinigen der Wände, des Fußbodens und der Geräte nach der Schlachtung, in denen sich Reste von Blut, Fett und Fleischstücke, Harn, Kot und Futter finden.

Das direkt abgelassene Blut wird als solches gewerblich verwendet und gelangt nicht in das Spülwasser, ebenso der eigentliche Magen- und Darminhalt, der in der Kuttelei entfernt und in die Düngergrube oder noch besser in einen dichten Tonnenwagen entleert und aufs Feld gefahren wird.

Die Abläufe bilden ein gefährliches an ungelösten und gelösten fäulnis- und zersetzungsfähigen Stoffen reiches Abwasser, welches, in einen Vorfluter geleitet, arge Übelstände, wie Geruchsbelästigung, Pilz- und Schlamm- und Sauerstoffzehrung usw. hervorrufen kann. Die Menge der Abwässer wird zu 300 bis 350 Liter für jede Schlachtung, bei hohem Wasserverbrauch (zentrale Wasserversorgung in größeren Schlachthäusern) bis 600 Liter im Jahresdurchschnitt angenommen.

Besonderer Vorsicht und Behandlung bedarf das Abwasser aus dem Schlachthofe für krankes Vieh. Die hierbei u. U. auftretenden Infektionsstoffe müssen durch Desinfektion (Kalk, Chlor usw.) unschädlich gemacht, und darf das so behandelte Abwasser keinem Gewässer zugeführt werden. Diese Forderung verdient ganz besondere Beachtung bei den Grenzschlachthäusern, wo durch die in den Schlachtabfällen enthaltenen Stoffe leicht die etwa im Nachbarstaat auftretenden Seuchen eingeschleppt werden können.

Liegt ein Schlachthaus an einem wasserreichen leistungsfähigen Flußlauf, so können diesem, wie eine ganze Reihe größerer Städte zeigt, die Abwässer unmittelbar zugeführt werden, vorausgesetzt, daß die gröberen Sinkstoffe vorher abgefangen und Infektionsstoffe ferngehalten werden. Die frischen, noch nicht in Gärung und Fäulnis übergegangenen organischen Stoffe werden dann genügend verdünnt und dienen als Fischnahrung. Am einfachsten gestaltet sich aber die Frage der Abwasserbeseitigung in denjenigen Schlachthäusern, welche an die städtische Kanalisation angeschlossen sind, der das Abwasser dann zugeführt wird.

Es ist dann zu erwägen, wie weit dasselbe einer Vorklärung bedarf. Unbedingt erforderlich sind die nötigen Fettsänger (Abb. 4, 17), da sich die Kanalröhren sonst mit Fett überziehen und verengen. Sind Kiesel-



felber vorhanden, so wird es sodann genügen, die festen ungelösten Stoffe, wie Fleischreste u. dgl., durch mechanische Siebvorrichtungen zurückzuhalten.

Bei den gemeinschaftlichen Schlachthäusern kleinerer Städte ohne Kanalisation entstehen an jedem Schlachttage etwa 3 bis 5 cbm Abwasser, deren Beseitigung wegen ihrer geringen Menge keine besonderen Schwierigkeiten bietet. In allen Fällen wird man zuerst durch Fettfänger alle Fettreste abfangen und zurückgewinnen. Zur Klärung der Abwässer ist es dann notwendig, alle ungelösten organischen Stoffe in einer Klärgrube zum Absitzen zu bringen. Die Grube muß so groß sein, um eine Tagesproduktion an Abwässern zu fassen. Stehen ein bis zwei Morgen

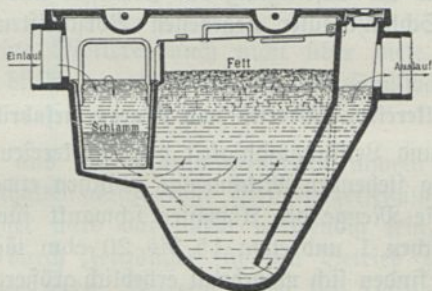


Abb. 17. Fangfett-Fettfänger der Passavant-Werke G. m. b. H.,  
Michelbacher Hütte (Rassau).

Das Abwasser tritt seitlich in den Apparat und setzt zunächst alle Schmutzteile in dem Schlammweimer ab. Es nimmt dann den Weg in der durch die Pfeile angegebenen Richtung. Der Abscheideraum ist möglichst groß und der Boden so gestaltet, daß event. mitgerissener Feinschlamm durch den Auslauf weitergeleitet wird, ohne Gefahr für die Entwässerungsleitung. In drei Größen, 74, 130 und 190 l Wasserinhalt ausgeführt.

geeignetes Garten- oder Ackerland zur Verfügung, so kann man das so vorbehandelte Abwasser hierauf bequem durch Verrieseln beseitigen. Ist aber kein Rieselland vorhanden und soll das Abwasser einem unzureichenden Vorfluter zugeleitet werden, so muß eine weitergehende Vorklärung unter Zusatz von Kalk (1 kg auf 1 cbm) oder Eisenvitriol und schwefelsaurer Tonerde stattfinden. Sodann muß das so vorbehandelte Abwasser in einer anschließenden Klärgrube absitzen und danach filtriert werden. Als Filtermaterial ist am besten Koks zu verwenden. Dieser wird, wenn verschlammte, herausgeworfen, getrocknet und dann verbrannt. Für alle Gemeinden, welche Schlachthaus und Gaswerk besitzen, ist das die einfachste und wirtschaftlich beste Lösung.

Anstalten zum Trocknen ungegerbter Tierfelle müssen hochgelegen und mit wasserdichtem Fußboden versehen sein.

Abgeflossene Blutteile, das Reinigungswasser und andere Abgänge, sind wie die Abwässer der Schlachthäuser zu beseitigen.

Gesalzen werden Tierhäute, indem man sie auf der Fleischseite mit Salz bestreut und nach kurzem Lagern aufrollt und aufeinander stapelt.

Hierbei fließt eine bluthaltige Salzlake ab. Deshalb ist vorzuschreiben, den Fußboden wasserdicht und etwas geneigt herzustellen und, falls kein Anschluß an eine Entwässerungsanlage vorhanden ist, mit einer wasserdichten, bedeckten Sammelgrube in Verbindung zu setzen. Für die Aufbewahrung und die Beseitigung der Abwässer und sonstigen Abfälle finden die für Schlachthäuser gegebenen Vorschriften sinngemäße Anwendung.

### Molkereien, Käsereien und Margarinefabriken.

Die Größe und Leistungsfähigkeit der Molkereien schwankt je nach der zur Verfügung stehenden Milchmenge zwischen etwa 500 bis 10000 Litern täglich. Die Menge der Abwässer schwankt für die angegebenen Milchmengen zwischen 1 und etwa 15 bis 20 cbm täglich. Nur in den größeren Städten finden sich manchmal erheblich größere Molkereibetriebe, bei denen die Beseitigung der Abwässer aber keine Schwierigkeiten bietet, weil sie dann dem städtischen Kanalnetz zugeführt werden können. Die Abwässer entstehen lediglich bei der Reinigung der Milchfannen und Apparate sowie der verschiedenen Arbeitsräume. Sie enthalten neben erdigen Schmutzstoffen Milchrückstände, Fette, Salze, Eiweiß und Milchsucker. Wenn die Abwässer durch Kühl- und Kondenswasser noch verdünnt werden, so können sie auch nicht als besonders gehaltreich bezeichnet werden.

Auf alle Fälle wird man die Abwässer einer Vorreinigung unterwerfen durch Absitzen der gröberen Sinkstoffe und Zurückhalten der Fettstoffe mittels Tauchbretter oder Fettsänger. Ein von Herrn Prof. Dr. Prißkow angegebenes zweckmäßiges Absitzbecken ist in 2, S. 228, abgebildet.

Steht dann ein wenn auch bescheidener Vorfluter zur Verfügung, so wird das vorgeklärte Abwasser demselben ohne weiteres übergeben werden können. Andernfalls wird man die vorgeklärten Abwässer durch Bodenberieselung unschädlich machen müssen. Das nötige Gelände wird, da es sich ja um die auf dem Lande oder in kleinen Städten liegenden Molkereien handelt, zur Verfügung stehen oder ohne allzugroße Kosten



beschafft werden können. Um einer Überlastung des Rieselfeldes vorzubeugen, empfiehlt es sich, zur möglichst vollständigen Niederschlagung der ungelösten Stoffe bei der Vorklärung Eisenvitriol und Kalk zuzusetzen. Meistens wird für eine Molkerei mittlerer Größe eine Feld- oder Gartenfläche von  $\frac{1}{2}$  bis 2 Morgen genügen, um die Abwässer aufzunehmen, wobei die Kosten für Anlage und Unterhaltung durch die erzielten Mehrerträge der Feld- und Gartenerzeugnisse gedeckt werden.

Steht aber auch diese geringe Rieselfläche nicht zur Verfügung, so kann durch intermittierende Bodenfiltration der gleiche klärtechnische, aber nicht landwirtschaftliche Erfolg erzielt werden, wobei nur etwa ein Fünftel bis ein Zehntel der zur Bodenberieselung benötigten Fläche erforderlich ist.

Wenn aber eine Molkerei auch nicht über diese geringen Landflächen verfügt, so bleibt nichts übrig, als die Spülwässer als Dungjauche abzufahren.

Die Abwässer aus den **Margarinefabriken** ähneln denen aus den Molkereien und enthalten auch große Mengen zersetzungs- und säulnisfähiger Stoffe. Hier wird vor allem notwendig sein, die wertvollen fetthaltigen Stoffe durch Fettsänger für den Betrieb zurückzugewinnen. Zur Abscheidung der letzten Fettreste sollen sich Holzwollfilter bewährt haben, durch die das Abwasser von unten nach oben hindurchgeleitet wird.

### **Stärkeindustrie.**

Stärke wird aus Kartoffeln, aber auch aus Weizen, Mais und Reis hergestellt, und steht Deutschland mit einer Jahresproduktion von  $12\frac{1}{2}$  Millionen Doppelzentnern sowie Güte der Ware an erster Stelle. Von den vorhandenen rund 500 Fabriken in Deutschland sind etwa 90% landwirtschaftliche und nur 10% gewerbliche Betriebe.

In **Kartoffelstärkefabriken** entstehen folgende Abwässer:

1. die Waschwässer beim Waschen der Kartoffeln. Sie enthalten neben den erdigen Bestandteilen, die 5 bis 6%, höchstens bis zu 20% des Kartoffelgewichts betragen, kleine Kartoffelknollen, Kartoffelstücke und -keime, Wurzelfasern, welche beim Transport und in der Wäsche abgeschlagen worden sind, auch Strohteile aus den Kartoffelmieten und sind verhältnismäßig unschädlich.

2. Nach der Wäsche werden die Kartoffeln auf Reibemaschinen zu Brei zerrieben und sodann die Stärke aus demselben unter Zugabe von viel reinem Wasser ausgewaschen. Die entstehenden Fruchtzwässer, 35 bis

60 cbm für 100 Zentner Kartoffeln, gehören zu den gefährlicheren Abwässern und enthalten viele gärungs- und fäulnisfähige Stoffe, Salze und kleine Kartoffelfasern, welche während der Verarbeitung in Lösung gehen, ferner Kali und Phosphorsäure.

Sie gehen rasch und stark in saure Gärung unter Bildung von Milch- und Buttersäure über. Später, nach Abschluß der Gärungserscheinungen, treten durch Zersetzung der eiweißhaltigen Stoffe Fäulnisercheinungen mit starker Schwefelwasserstoffentwicklung auf.

3. Die Stärke gelangt dann in Absetzbecken zur Ablagerung während die Kartoffelfaser auf Sieben als Pülpe zurückbleibt. Die Stärke muß aber noch ausgewaschen werden, bis alle gelösten Substanzen entfernt sind. Diese Stärkewaschwässer können als verdünnte Fruchtwässer angesprochen werden; ihre Menge beträgt 5—15 cbm für 100 Ztr. Kartoffeln.

4. Die Pülpe wird nun entweder in Erdbassins gelagert und gelangt dann das in derselben noch enthaltene Pülpewasser zur Versickerung und zum Abfluß, oder die Pülpe wird abgepreßt, und das ablaufende Pülpepresswasser gelangt zu den übrigen Abwässern in einer Menge von 2 bis 3 cbm für 100 Zentner Kartoffeln.

Als Gesamtmenge rechnet man 50 bis 100 cbm Abwasser für 100 Zentner verarbeitete Kartoffeln, so daß eine größere gewerbliche Stärkefabrik mit 4000 Zentnern Kartoffelverarbeitung immerhin 2000 bis 4000 cbm Abwässer täglich entläßt. Die landwirtschaftlichen Stärkefabriken sind meist sehr viel kleiner und ist dementsprechend auch die anfallende Abwassermenge gering.

In leistungsfähigen Vorflutern sind die ungelösten Stoffe wegen ihrer geringen Menge meist ohne Bedeutung. Aber selbst die gelösten Substanzen schaden in einem solchen Falle nicht, wenn die Abwässer frisch abgelassen werden, so daß noch keine Gärungs- und Fäulnisercheinungen aufgetreten sind.

In einem schwachen Vorfluter wirken die Abwässer aber sehr viel ungünstiger. Hier kann ein träger Wasserlauf schon durch die ungelösten Stoffe stark verschlammten, auch können die letzteren sekundäre Zersetzungsercheinungen hervorrufen. Die gelösten Stoffe wirken schädlicher, wenn schon Zersetzung eingetreten ist, da dann eine stärkere Sauerstoffzehrung eintritt. Bei Zuführung großer Mengen organischer Stoffe tritt starke Pilzbildung ein, die Pilze sterben auch nach der Kampagne infolge Nährstoffmangels ab, dadurch tritt stinkende Fäulnis und starke Schwefelwasserstoffentwicklung auf.



Die zweckmäßigste Reinigung der Abwässer von Kartoffelstärkefabriken besteht in der Bodenberieselung. Für die große Zahl der landwirtschaftlichen Stärkefabriken mit ihrer geringen Verarbeitungsziffer sind die nötigen Landflächen wohl stets vorhanden. Im landwirtschaftlichen Interesse ist zudem die Wiederzuführung des Fruchtwassers mit seinem hohen Düngwert zu den Landflächen von großer Bedeutung, da dem Boden mit dem Anbau der Kartoffel eine große Menge Nährstoffe entzogen wird, insbesondere auch Kali und Phosphorsäure. Eine kleine landwirtschaftliche Stärkefabrik mit 300 — 600 Ztr. Verarbeitung würde 8 bis 10 Morgen Rieselland benötigen. Eine weitgehende Vorreinigung durch Absieben sowie Absetzen der Erde in Schlammteichen ist nicht zu entbehren. Stehen aber größere Ackerflächen zur Verfügung, so ist auch diese Vorreinigung entbehrlich.

Bei unzureichendem Rieselgelände wird man trachten müssen, die Waschwässer durch moderne Siebapparate und Absitzbecken weitgehendst von den festen Bestandteilen zu befreien und sie danach dem Vorfluter direkt zuzuleiten, die Fruchtwässer aber allein zu verrieseln.

Bei den **Reis- und Getreidestärkefabriken** treten vom Einmaischprozesse herrührende saure Abwässer, ferner die zum Aufschließen der Rohmaterialien erforderlichen Laugen (Natronlauge) sowie die zur Ausfällung des Klebers benutzte Schwefelsäure und Salzsäure auf. Bei stark sauren oder stark alkalischen Abwässern ist zunächst eine Neutralisation notwendig, danach findet am besten eine Reinigung auf Rieselfeldern statt, womit der in den Abwässern enthaltene hohe Düngwert auch gut ausgenutzt wird.

In **Stärkezucker- und Stärkeirupfabriken** entstehen Abwässer bei der eigentlichen Fabrikation nicht, dagegen beim Auswaschen der Knochenkohle, welche zum Entfärben der Säfte benutzt wird. Die Kohle wird mit Salzsäure und Soda behandelt und durch Glühen regeneriert. Die hierbei entstehenden sauren Abwässer sind zunächst von den mitgeführten feinen Knochenteilchen, die einen gewissen Wert repräsentieren, zu befreien, wozu Absitzbecken und auch Sandfilter benutzt werden können, und zu neutralisieren. Die gelösten organischen Stoffe sind dann durch Bodenberieselung oder künstliche biologische Behandlung zu reinigen.

In **Kartoffelstocfenfabriken** werden die Kartoffeln zunächst genau so wie in den Stärkefabriken gewaschen, darauf unter Druck in einem Dampffäß gekocht. Der Brei wird dann zwischen erhitzten Walzen zu Fladen ausgewalzt. Abwässer entstehen hier nur bei der Wäsche und

gelegentlich beim Reinigen der Kocher. Die Reinigung kann sich, falls wenig oder gar kein Rieselland zur Verfügung steht, auf Absieben der im Waschwasser enthaltenen ungelösten Kartoffelreste und Absitzen der erdigen Bestandteile in Becken beschränken.

### Die Gärungsgewerbe.

Die bei dem Gärungsgewerbe entstehenden Abwässer bestehen einmal aus den Waschwässern für die Rohmaterialien, für die Betriebsgefäße und die Arbeitsräume, sowie den Kondens- und Kühlwässern der Dampf- und der Eismaschinen, sodann aus den konzentrierten Abwässern der Fabrikation. Die Waschwässer sind zwar an Menge beträchtlich, aber wenig gehaltreich und können nach Zurückhalten der organischen Schwebestoffe durch Absieben sowie Absitzenlassen der erdigen Bestandteile in Absitzbecken einem Vorfluter überlassen oder zur Verdünnung der andern konzentrierten Abwässer verwendet werden. Die Kondens- und Kühlwässer sind rein und können in gleicher Weise verwendet werden. Dagegen bedürfen die zwar in geringer Menge anfallenden konzentrierten Abwässer einer gründlichen Behandlung. Durch ihren hohen Gehalt an Hefe gehen sie sehr schnell in Gärung über; sie verlassen die Betriebe meist schon in saurem Zustande und gehen gewöhnlich nach Abstumpfung der Säure durch natürliche Vorgänge, Verdünnung mit alkalischem Flußwasser, oder nach künstlicher Neutralisation stark in Fäulnis über unter lebhafter Entwicklung von Schwefelwasserstoff. In einem unzureichenden Vorfluter können dann schwere Übelstände durch Ablagerung fäulnisfähiger Schlammassen, starke Entwicklung von Abwasserpilzen und Anreicherung mit in Zersetzung befindlichen organischen Stoffen, die stark sauerstoffzehrend wirken, entstehen. Die Abwässer sind aber nach Vorbehandlung und eventueller Verdünnung der Landbehandlung zugänglich und hierzu wegen ihres Dungwertes sehr geeignet.

Die Abwässer in den **Bierbrauereien** entstehen durch den Ablauf von Treber- und Hopfenrückständen, durch die Spül- und Reinigungswässer des Sudhauses (Maisch- und Braupfannen) in den Filter- und Abziehräumen, den Gär- und Lagerkellern und in der Faß- und Flaschenwäsche. Sofern mit der Brauerei auch Mälzerei verbunden ist, was selbst bei größeren Brauereien nicht immer der Fall ist, so treten noch die Wasch-, Einweich- und Quellwässer für die Gerste hinzu.

Die Abwässer enthalten feste Treber und Hopfenteile, Papier und Stärke der Flaschenetiketten, sowie gelöste organische Stoffe und Bier-



reste. Ihrer Beschaffenheit nach müssen die Mälzereiabwässer sowie die Abläufe der Treber- und Hopfenrückstände zu den konzentrierten Abwässern gerechnet werden, sie gehen verhältnismäßig rasch in Gärung und danach in Fäulnis über und neigen sehr zur Bildung von organischen Säuren (Milch-, Butter-, Essigsäure). Ihre Menge ist aber im Verhältnis zu den Waschwässern nur gering.

Außerdem fallen aus den Maschinen- und Apparateräumen noch ölhaltige Abwässer und Kondenswasser von der Eismaschine in größerer Menge an, die aber vollkommen rein sind.

Die Menge der anfallenden Abwässer wird man etwa auf die dreibis fünffache Menge des zum Ausstoß gelangenden Bieres annehmen können, jedoch unterliegen die Angaben hierüber großen Schwankungen.

Ein großer Teil der Brauereien, auch der größeren, befindet sich in den Städten. Hier können die Abwässer dem städtischen Kanalsystem zugeleitet werden, da sie gleichfalls der biologischen Reinigung wie die Kanalwässer zugänglich sind.

Wo das aber nicht der Fall ist, wird die Einleitung der Abwässer in einen einigermaßen wasserreichen Vorfluter kaum Mißstände hervorrufen, wenn durch geeignete Abriebapparate vorher die organischen Schwebestoffe entfernt und die reinen Kondenswässer den Abwässern zur Verdünnung beigegeben werden.

Bei größeren Abwassermengen und ungenügendem Vorfluter kann eine weitgehende Reinigung nach restloser Abscheidung der festen ungelösten Bestandteile am zweckmäßigsten durch Bodenberieselung erfolgen, welche nötigenfalls bei zu geringen oder nicht geeigneten Rieselflächen durch eine Vorbehandlung zu unterstützen ist.

Die **Kartoffelbrennereien** gehören in die landwirtschaftlichen Gewerbe und sind entweder einem Landgute angeschlossen oder werden als Genossenschaftsbrennereien von Landwirten gemeinsam betrieben. Die landwirtschaftlichen Brennereien überwiegen die Zahl der industriellen Großbetriebe bei weitem.

Die Kartoffeln werden wie bei den Stärkefabriken zunächst sauber gewaschen, es entstehen wie dort Waschwässer. Die gewaschenen Kartoffeln werden darauf im Henze-Dampfpaß unter einigen Atmosphären Druck zerkoht. Die hierbei entstehenden Abwässer, die Fruchtwässer, enthalten die aus der Kartoffel ausgezogenen Stoffe wie Dextrin, Zucker, Solanin, Gummi neben Stärkebestandteilen. Sie sind reich an fäulnis- und zersetzungs-fähigen Stoffen und stellen ein konzentriertes Abwasser

dar. Endlich fallen noch vom Spülen der Kochkessel Spülwässer an, die als verdünnte Fruchtwässer anzusprechen sind. Die Menge der Fruchtwässer ist nur sehr gering und beträgt nach M. Märcker für 1 Ztr. Kartoffeln, 6—7 l oder auf 1000 l Maischraum, identisch mit 17,5 Ztr. Kartoffeln 100—125 l. Dagegen fand Märcker im Fruchtwasser im Mittel 7500 mg/l Trockensubstanz, ein Zeichen für die hohe Konzentration.

Menge der täglichen Verarbeitung und dabei anfallenden Abwassermengen für landwirtschaftliche Brennereien nach Brztkow: (9)

Betriebsart	Tägliche Verarbeitung nach		Gesamte Abwassermenge täglich cbm
	Maischraum l	Kartoffeln rd. Ztr.	
kleine Betriebe (einfacher Betrieb) bis . . . . .	2 500	45	6,25—7,50
mittlere Betriebe (zweifacher Betrieb) bis . . . . .	6 000	105	15,0—18,80
größere Betriebe (dreifacher Betrieb) bis . . . . .	10 000	175	25,0—30,0

Die industriellen Brennereien bis zu 40 000 l Maischraum sollen, da sie Mais verarbeiten, im Verhältnis weniger Abwasser entlassen.

Die Beseitigung der Abwässer der Kartoffelbrennereien bietet keine erheblichen Schwierigkeiten, einmal weil ihre Menge eine verhältnismäßig geringe ist, ferner weil der Betrieb nur einen Teil des Jahres hindurch stattfindet, sodann weil bei diesen landwirtschaftlichen Betrieben fast stets das nötige Land zum Nieseln oder zur Staufiltration zur Verfügung steht und der Brennereibesitzer die Abwässer im eigenen Interesse dem Lande zur Ausnutzung der Dungkraft wieder zuführen wird.

Auf alle Fälle wird man zunächst durch Siebanlagen die organischen festen Bestandteile abfangen und die erdigen Stoffe, von der Wäsche herrührend, in Becken absetzen lassen. Dann ist aber selbst für eine größere Anlage mit etwa 30 cbm täglicher Abwassermenge eine Fläche von 2—3 Morgen als Nieselland ausreichend.



Steht aber kein Rieselland zur Verfügung, so wird man die Kartoffelwaschwässer, welche weitaus den größten Teil der Abwässer bilden, nach völliger Abscheidung der suspendierten Stoffe der Vorflut übergeben, die übrigen Frucht- und Spülwässer aber durch intermittierende Bodenfiltration bezw. Verdunstung und Versickerung in ausgehobenen Erdbassins oder Gräben beseitigen können.

In den **Kornbranntweimbrennereien** bleibt nach Entfernung des Alkohols die Würze aus den eingemaischten Rohmaterialien zurück, wozu noch Hefewasch-, Spül-, sowie Kühl- und Kondenswasser und die Waschwässer für die Rohmaterialien treten.

Das Würzeabwasser ist konzentriert, enthält bis 4,5 g/l gelöste und Schwebestoffe und geht rasch in saure Gärung über, aber auch die Hefewasch- und Spülwässer enthalten noch viele säunlichfähige Stoffe.

Die Waschwässer für die Rohmaterialien können nach Abfangen der organischen Schwebestoffe durch Sieb- und Rechenanlagen und Absetzenlassen der erdigen Stoffe in Absetzbecken ohne Bedenken in die öffentlichen Gewässer geleitet werden, ebenso wie die Kühl- und Kondenswasser. Die anderen konzentrierten Abwässer würden aber in einem unzureichenden Vorfluter schwere Schädigungen durch Bildung von Abwasserpilzen, faulenden Schlammbildungen u. dgl. verursachen. Sie müssen deshalb ausreichend gereinigt werden, was am zweckmäßigsten nach einer gründlichen mechanischen Vorreinigung und starker Verdünnung durch das Rieselfverfahren geschieht.

Bei der verhältnismäßig geringen Menge des Würzeabwassers kann Eindampfen desselben zu Futterzwecken vorteilhaft sein, während das Hefewasser zu Futterzwecken nicht geeignet, dagegen wegen seines hohen Gehalts an Dungstoff wie Sauche verwendbar ist.

Über Anwendung des künstlichen biologischen Verfahrens für Brennereiabwässer nach Prof. Dr. Priglow und Dr. Bach (Emscherfilter) siehe 2, S. 239.

## „Mitteilungen“ des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft=Verbandes G. V.

- Nr. 1. Das preußische Wasserbuch und Rechtsgrundzüge des Landeswasseramtes. 1920. M. 0,40
- Nr. 2. Das Recht zur Einleitung von Abwässern in die Wasserläufe nach dem preuß. Wassergesetz vom 7. April 1913 mit Beschlüssen des Landeswasseramtes. 1920 M. 0,75
- Nr. 3. **Über Wertberechnung von Wasserkräften.** Von Prof. Dr. Ing. Dr. techn. h. c. L u d i n = Berlin und Dr. Ing. Dr. rer. pol. W. G. W a f f e n s c h m i d = Karlsruhe. II. Auflage 1925. (Neubearbeitung.) M. 1,50
- Nr. 4. Das Verleihungs- und Genehmigungsverfahren für Wasserkraftanlagen in Preußen nach dem Wassergesetz von 1913. 1921. M. 0,75
- Nr. 5. **Regeln für Abnahmeversuche an Wasserkräftmaschinen.** Aufgestellt vom V D Z. = Berlin und vom D W W. G. V. = Berlin = Halensee. (Neubearbeitung.) 1926. M. 1,20
- Nr. 6. Mitgliederverzeichnis des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft=Verbandes G. V. nach dem Stande vom 31. Dezember 1928. M. 1,00
- Nr. 7. **Das preuß. Wasserbuch** und die Rechtsgrundzüge des Landeswasseramtes für die Eintragung von Wasser- und Fischereirechten unter Berücksichtigung der bis zum 1. April 1924 ergangenen Entscheidungen des Landeswasseramtes. Bearbeitet von Wirkl. Geh. Oberregierungsrat J. P e l t e r = Berlin. 1925. M. 1,00
- Nr. 8. Wasserkraft und Vermögensteuer. Gutachten von Dr. Leo Sternberg, Rechtsanwalt am Kammergericht und Notar = Berlin. 1925. M. 1,50
- Nr. 9. Umwandlungstafel von PS in kWh bei verschiedenen Betriebszeiten. 1925. M. 0,80
- Nr. 10. Geschäftsbericht des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft=Verbandes G. V. für 1928. M. 0,50
- Nr. 11. Die Behandlung der Wasserkräfte im Entwurf eines Reichsbewertungsgesetzes. Von Justizrat H. M a r d e r s t e i g = Weimar. 1925. M. 0,50
- Nr. 12. **Umrechnungstabellen für Niederschlag und Abfluß,** herausgegeben vom Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft=Verband G. V. = Berlin = Halensee. 1925. M. 0,80
- Nr. 13. **Wasserkraft, Wassernutzungsrecht und Wasserkraftanlagen in der neuen Steuergesetzgebung.** Gutachten von Rechtsanwalt Dr. Leo Sternberg, Rechtsanwalt am Kammergericht und Notar = Berlin. 1926. M. 2,50
- Nr. 14. **Verleihung und Sicherstellung nach dem preuß. Wassergesetz** vom 7. April 1913, in der Praxis des Landeswasseramtes und Oberverwaltungsgerichtes. Von Wirkl. Geh. Oberregierungsrat J. P e l t e r = Berlin. 1926. M. 2,00



- Nr. 15. Zur Frage der **hypothekarischen Beleihung** von Wasserkraftanlagen. 1926. M. 0,50
- Nr. 16. **Das badische Wasserrecht**, gemeinverständlich dargestellt von Oberregierungsrat Dr. von Bayer-Ehrenberg-Karlsruhe. 1926. M. 2,00
- Nr. 17. **Die Erhebung von Wasserzins** nach dem preuß. Wassergesetz vom 7. April 1913. Von Wirkl. Geh. Oberregierungsrat W. Kister, Senatspräsident a. D.=Berlin. 1927. M. 1,20
- Nr. 18. **Wasserkraftanlagen und Wassernutzungsrechte bei der Feststellung der Einheitswerte** nach dem Erlaß des Reichsfinanzministers III v 220 vom 15. Januar 1927. M. 0,80
- Nr. 19. **Das württembergische Wasserrecht**, in seinen Grundzügen dargestellt von Dr. Wilhelm Hofacker, Ministerialrat in Stuttgart. 1927. M. 2,00
- Nr. 20. **Die Unterhaltungsarbeiten an Wasserkraftmaschinen und Wasserkraftanlagen**. Von Baurat L. Galland=Berlin. 1927. M. 1,75
- Nr. 21. **Die Rechtsnatur der Wassernutzung** im Anschluß an den Erlaß des Reichsfinanzministers III v 220 vom 15. Januar 1927. M. 2,00
- Nr. 22. Normen für die Bezeichnung der Wasserturbinen. 1927. M. 2,00
- Nr. 23. **Preussische Wasserbenutzungsrechte** erworben durch unvordenkliche Verjährung, Erziehung oder Verleihung staatlichen Regals. Von Dr. Leo Sternberg, Rechtsanwalt am Kammergericht und Notar=Berlin. 1928. M. 2,00
- Nr. 24. **Die Behandlung der Anlandungen nach in Preußen geltendem Wasserrecht**. Von Regierungsrat F. Wilke=Berlin. 1929. M. 2,00
- Nr. 25. **Der DWWB. Verzeichniss mit Verbandsgeschichte u. a. m.** Von Reg.=Baurat Fr. Lippert=Berlin. 1928. M. 1,00
- Nr. 26. **Die Beseitigung gewerblicher Abwässer**. Von B. Böhm, Gewerbe-rat i. R.=Breslau. 1929. M. 3,00

Die Mitglieder des DWWB. genießen auf die früher erschienenen Mitteilungen Vorzugspreise und erhalten die neu erscheinenden Mitteilungen jeweils unentgeltlich.

















BIBLIOTEKA GŁÓWNA

350743L/1