

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

~~1846~~

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297163

x
1519

Reinigung und Beseitigung städtischer und gewerblicher Abwässer ::

Von

A. Reich,

Direktor

Mit 32 Abbildungen im Text

F. Nr. 28446



Hannover

Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung

1907

J. 55



I- 301718

Alle Rechte vorbehalten!

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~11846~~

Akc. Nr.

~~3581/49~~

Vorwort.

Eine der wichtigsten Fragen der Städtehygiene und mitunter ausschlaggebend für die Einrichtung einer Kanalisation oder Anlage eines industriellen Unternehmens ist die der Möglichkeit, die anfallenden Abwässer einwandfrei beseitigen zu können. Bisher fehlt es nun in der Literatur an einem kurzgefaßten Werkchen, welches das wichtigste aus dem Gebiete der Abwasserreinigung in gedrängter Form und so bringt, daß sowohl der mittlere Techniker, der Ingenieur, wie auch der Chemiker und Arzt sich daraus Rat holen, es auch der Verwaltungsbeamte wie der Laieninteressent mit Nutzen lesen kann. Ob mir dies in meinem vorliegenden Buche wenigstens in etwas gelungen ist, wage ich nicht zu entscheiden und wäre für Anregungen und Verbesserungsvorschläge bei einer etwa notwendig werdenden zweiten Auflage sehr dankbar.

Das vorliegende Buch soll ein Lehrbuch für den Unterricht und ein Nachschlagebuch für den

praktischen Gebrauch sein, sowie anregen und vorbereiten zum Studium der großen Werke von König, Weigelt usw.

Der Verlagsbuchhandlung gestatte ich mir, meinen verbindlichsten Dank für die gediegene und vornehme Ausstattung des Buches zu sagen.

Friedenau, im April 1907.

Reich.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
Einleitung	7
Die Natur städtischer und Fabrikabwässer	13
Städteabwässer	13
Fabrikabwässer	27
Abwässer aus Schlachthäusern	27
Abwässer aus Molkereien	28
Abwässer aus Zuckerfabriken	29
Abwässer aus Stärkefabriken	30
Abwässer aus Brennereien	33
Abwässer aus Brauereien	36
Abwässer der chemischen Großindustrie	39
Abwässer der Farbwerke	40
Abwässer aus Färbereien und Druckereien	40
Abwässer der Textilindustrie	42
Abwässer der Holzstoff- und Papierfabriken	45
Abwässer von Gasanstalten	47
Entnahme und Untersuchung von Abwasserproben	56
Art und Zeit der Probenahme	57
Ausführung der Probenahme	58
a) für die chemische Untersuchung	58
b) für die biologische Untersuchung	58
c) für die bakteriologische Untersuchung	59
Verpackung und Versendung der Proben	60
Untersuchung der Proben	61
a) Die chemische Untersuchung	61
b) Die biologische Untersuchung	64
c) Die bakteriologische Untersuchung	66
Die Selbstreinigung der Flüsse	69
Die verschiedenen Reinigungsverfahren	72
1. Die Reinigung auf mechanischem und mechanisch- chemischem Wege	74

	Seite
Die Abwässerreinigungsanlage in Frankfurt a. M.	77
Der Frankfurter Klärrechen	79
Sandfänge	85
Klärbrunnen	87
Das Verfahren von Rothe-Röckner	87
Kohlebreiverfahren	89
Friedrich'sches Abwasserreinigungsverfahren mittels geschweelter Schlammkohle	90
Friedrich'scher Patent-Flachsichter	92
Heberglockenkläranlage von Friedrich	94
Beseitigung und Verwertung des Schlammes	96
2. Das Eduardsfelder System	100
Die Berieselung und Bodenfiltration	102
a) Das Rieselfverfahren	102
b) Die Bodenfiltration	105
3. Das biologische Verfahren	106
Die Faulräume	108
a) Das Füllverfahren	110
Das Verfahren von Dibdin-Schweder	115
b) Das Tropfverfahren	119
Das Verfahren von F. W. Dittler	126
Die Belüftungsfiler	132
Übergangsverfahren	132
4. Das elektrische Verfahren	133

Einleitung.

Man versteht unter Abwasser das im Wirtschafts- und im Gewerbebetriebe erzeugte Schmutzwasser, wobei es im ersteren Falle gleichgültig ist, ob dem Wasser menschliche Abgänge (Fäkalien) beigemischt sind oder nicht. Ebenso übt die Beimischung des Niederschlagwassers zum Schmutzwasser keinen Einfluß auf seine Bezeichnung als Abwasser aus.

Der Ausdruck Abwasser für Schmutzwasser ist der allgemein gebräuchliche, doch findet man — wenn auch sehr selten — noch die Ausdrücke: Andauchtwasser, Sielwasser, Schleusenwasser. Als Siel- bzw. Schleusenwasser bezeichnet man das Abwasser namentlich in solchen Städten, in welchen es durch geschlossene Rohrleitungen von den Grundstücken entfernt und in ebensolchen Leitungen der Reinigungsanlage bzw. dem Vorfluter zugeführt wird.

Noch bis vor kurzer Zeit war es allgemein üblich, das Abwasser auf kürzestem Wege dem nächsten Wasserlaufe zuzuführen, ohne Rücksicht auf die Anwohner, die schiffahrttreibende Bevölkerung und das Fischleben.

Die Folge dieser, in vielen kleinen Städten und ländlichen Ortschaften noch heute üblichen, höchst bequemen und einfachen Art der Wasserbeseitigung war denn auch bald genug zu spüren. Zunächst nur dadurch, daß das Flußwasser sich

trübte und sich Schlamm­bänke bildeten; dann aber wurde bei immer weiterer Zuführung von Schmutzwasser die Luft verpestet, es entstanden Krankheiten epidemischen Charakters, wie Cholera, Typhus usw., und die Fische starben ab. Das nächste, was nun geschah, war die Beseitigung aller innerhalb des bewohnten Stadtgebiets in den Fluß mündenden Kanalläufe und Einführung derselben in einen Sammelkanal. Dieser Sammelkanal führte dann die Schmutzwässer an einer Stelle unterhalb der Stadt in den Flußlauf. Dadurch hatte man zwar die Unannehmlichkeiten für die eigene Bevölkerung beseitigt, alle übrigen Übelstände blieben aber bestehen.

Da die Städte und sonstigen Flußverunreiniger, wie z. B. Zuckerfabriken, Bergwerke u. a. m., sich nicht entschließen konnten — abgesehen von einigen Ausnahmen — aus eigenem Interesse der Frage näher zu treten, wie das Wasser beschaffen sein müsse, welches den öffentlichen Wasserläufen unbedenklich zugeführt werden könne, man auch wohl bis noch vor dreißig Jahren allgemein der Ansicht war, nur das, nicht überall anwendbare Rieselverfahren biete die einzige Möglichkeit Schmutzwasser genügend zu reinigen, so nahm sich die Staatsverwaltung unserer Flußläufe an und regelte durch Erlasse die Benutzung der Wasserläufe als Vorfluter für Abwässer.

Die Beurteilung der Frage, wie das Wasser beschaffen sein muß, welches den öffentlichen Wasserläufen unbedenklich zugeführt werden kann, ist von zwei Gesichtspunkten aus zu betrachten: dem gesundheitlichen und wirtschaftlichen.

Im allgemeinen wird man die gesundheitliche oder, wie man gewöhnlich sagt, die hygienische Seite der Frage als nebensächlich betrachten können, wenn man, wie Professor Dr. Gaertner in Jena bei Gelegenheit eines Referates auf einer Versammlung

des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege, ungereinigtes Flußwasser überhaupt für ungeeignet als Trinkwasser erklärt, obgleich wohl niemand unserer schiffahrttreibenden Bevölkerung die Unsitte wird abgewöhnen können, das Flußwasser als Trinkwasser zu benutzen. Die daraus sich ergebenden Folgen haben sich ja z. B. im Jahre 1905 gezeigt, wo die Cholera an der Weichsel, welche in Rußland verseucht war, zuerst unter den Weichsel-schiffern ausbrach und fast ausschließlich auf diese bzw. diejenigen Orte beschränkt blieb, wohin sie von ihnen verschleppt wurde.

Ist man aber, wie wohl allgemein, der Ansicht von Professor Gaertner, so ergibt sich daraus, daß das Flußwasser einen solchen Reinheitsgrad besitzen muß, der seine Verwendung zum Hausgebrauch, zum Baden, für die Zwecke der Industrie, der Landwirtschaft und der Fischzucht geeignet macht.

Zu ersterem Zwecke genügt es, nach Gaertner, wenn das Wasser keine deutliche Färbung besitzt, keine größeren Mengen Schwebestoffe oder Pilzvegetationen enthält und in ihm keine festen Teilchen erkennbar sind, welche aus städtischem Abwasser stammen. Außerdem darf das Wasser, wenn es zum Hausgebrauch, z. B. zu Reinigungszwecken, zum Kochen usw. verwandt werden soll, keine größeren Mengen an Salz und keine große Härte besitzen. Findet sich, wie in der norddeutschen Tiefebene fast allgemein, Eisen im Wasser, so ist auch dieses vor dem Hausgebrauch durch Filtration zu entfernen. Zu letzterem Zwecke geeignete Filter bauen u. a. die Aktiengesellschaft für Großfiltration in Worms und die Berkefeldt-Filter-Gesellschaft in Celle.

Die Industrie verlangt allgemein ein solches Wasser, welches frei von kohlen- und schwefel-saurem Kalkium und kohlen-saurem Magnesium ist,

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Wirkung
Kalk: 0,07 g H_2CaO_2	Forelle	Nach 26 Minuten tot.
" 0,03 g "	"	44 " heftig erregt.
Soda: 3 g Na_2CO_3 10 H_2O	"	5 " Seitenlage.
" 1 g "	"	3 " unruhig.
" 1 g "	Schleie	14 Stunden keine Wirkung
Schwefelnatrium: 0,1 g Na_2S	"	Bei 6°: Nach 1 Stunde Luft schnappend, nach $9\frac{3}{4}$ Stunden Seitenlage.
" 0,1 g "	"	Bei 20°: Nach 8 Minuten Luft schnappend, nach 1 Stunde Seitenlage, stirbt.
Chlorkalk: 0,0005 g	Forelle	Nach 3 Stunden tot.
Salzsäure: 0,1 g HCl	"	Sofort Wirkung, nach 4 Minuten Seitenlage.
Schwefelsäure: 0,1 g H_2SO_4	"	Sofort Seitenlage, Schleie keine Wirkung.
" 0,03 g "	"	Gleich unruhig.
Schwefligsäure: 0,0005 g	"	Nach 3 Minuten Seitenanlage.
Schwefelwasserstoff: 10 mg	"	In 5 Minuten Rückenlage.
Ammoniak: 50 mg	"	Tot nach 47 Minuten.
Arsensäure: 1 g Na_2AsO_4 12 H_2O	"	Nach 2 Stunden stirbt.
" 1 g "	"	4 " heftige Wirkung.
Quecksilberchlorid: 0,05 g $HgCl_2$	"	Nach 29 Minuten Rückenlage, nach 54 Minuten tot.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Wirkung
Kaliumchromat: 0,2 g $K_2Cr_2O_7$	Forelle	Nach 46 Minuten Wirkung.
Chromalaun: 1 g $Al_2Cr(SO_4)_2$ 24 H_2O	"	5 " Seitenlage.
Ammoniakalaun: 1 g	"	Sofort Wirkung.
Kalialaun (krist.): 1 g	"	Nach 10 Minuten Seitenlage, nach 3 Stunden tot.
" 1 g "	Schleie	Nach 15 Stunden keine Wirkung.
" 0,1 g "	Forelle	15 " tot.
Chlorkalkium: 10 g $CaCl_2$	Schleie	Bald unruhig, nach $3\frac{1}{4}$ Stunden stirbt.
" 1 g "	Forelle	Nach 2 Stunden Wirkung.
Chlornatrium: 10 g $NaCl$	"	2 " schwache Wirkung.
Eisenvitriol: 0,1 g $FeSO_4$ 7 H_2O	Saibling	2 " Lachs nach $3\frac{1}{2}$, Forelle nach 5 Stunden tot.
Eisenchlorid: 1 g Fe_2Cl_6	Forelle	Nach 3 Minuten Seitenlage.
Eisenvitriol: 0,05 g	"	Nach 16 Stunden keine Wirkung.
Manganchlorür 1 g $MnCl_2$	"	Gleich unruhig.
Cyanalkalium 0,005 g KCy	Schleie	Nach 73 Minuten heftige Wirkung.
Rhodanamon: 0,1 g	Forelle	1 Stunde keine Wirkung.
Carbolsäure: 0,05 g	Schleie	3 Min. Wirkung, nach 1 Stunde tot.
" 0,005 g	Forelle	15 Minuten unruhig.
Seife (unfiltriert): 1 g	Lachs	$1\frac{1}{2}$ Stunden tot, Forelle lebt.
" (filtriert) 1 g	"	Keine Wirkung.

weil durch diese der den Maschinenkesseln so gefährliche Kesselstein erzeugt wird. Auch Zucker, Fett und Schwefelsäure greifen die Kessel an. Außerdem stellen noch verschiedene Industriezweige besondere Anforderungen an das von ihnen benutzte Wasser. In der Stärkefabrikation z. B. verlangt man ein Wasser, welches frei von organischen Ausscheidungen ist, keine Gärungserreger, hefenartige oder Spaltpilze enthält. Das in der Zuckerfabrikation zu verwendende Wasser soll frei von faulenden Stoffen oder Spaltpilzen sein. Wasser mit faulenden organischen Stoffen, zu weiches oder zu hartes Wasser eignet sich nicht zur Bier- oder Branntwein-Erzeugung; im allgemeinen soll die Härte des Wassers zwischen 10 und 30^o betragen. Zur Färberei und Bleicherei darf nur farbloses, eisenfreies Wasser verwendet werden.

Und so stellt fast jede Industrie besondere Anforderungen an die Beschaffenheit des bei der Herstellung ihrer Produkte zu benutzenden Wassers.

Die Landwirtschaft stellt im allgemeinen keine besonderen Ansprüche an die Beschaffenheit des Wassers, doch sind auch gewisse Stoffe, wenn sie in größerer Menge im Wasser enthalten sind, für die Äcker und Wiesen oder zum Viehtränken nicht geeignet.

Über das Verhalten der Fische gegenüber den verschiedenen im Wasser enthaltenen Stoffen bietet nachstehende, dem Werke „Schmidt, Der heutige Stand der Abwasserklärungsfrage und die Reinhaltung unserer Vorfluter. Verlag F. Leineweber in Leipzig. 1903, Seite 10“ entnommenen Tabelle eine gute Übersicht, wobei jedoch zu bemerken ist, daß über die Bedingungen des Fischlebens in unseren Gewässern noch keine vollständige Klarheit herrscht.

(Siehe Tabelle Seite 10 und 11.)

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich ohne weiteres, daß die Ansprüche, welche an den Reinheitsgrad eines Abwassers zu stellen sind, sich verschiedenartig gestalten werden, je nachdem verlangt wird, daß das Wasser vollständig frei von allen schädlichen Beimischungen oder daß es nur von den grössten derselben befreit sein müsse. Soll das Abwasser vollständig frei von allen gelösten und ungelösten Beimischungen sein, so muß es gereinigt werden, während es, wenn nur die ungelösten Stoffe zum grössten Teil entfernt werden sollen, nur geklärt zu werden braucht. Man bezeichnet diese beiden Verfahren daher auch mit

Abwasserreinigung

und

Abwasserklärung.

Die Natur städtischer und Fabrikabwässer.

Städte-Abwässer. Die Natur der in den Städten erzeugten Abwässer ist sehr verschieden und abhängig von den Lebensgewohnheiten der Bewohner und ihrer gewerblichen Tätigkeit. So wird die Zusammensetzung des Abwassers aus ausschließlich oder vorwiegend ackerbautreibenden Orten eine andere sein als aus solchen, in denen vorwiegend gewerbliche und industrielle Unternehmungen betrieben werden. Bei diesen wird dann wieder von wesentlichem Einfluß auf die Art der Abwässer die Art der Gewerbe sein, sowie der Umstand, ob das eine oder das andere Gewerbe die übrigen überwiegt. Das letztere ist namentlich dann zu beachten, wenn das überwiegende Gewerbe sehr viel Abwasser, wie dies z. B. bei Zuckerfabriken der Fall ist, erzeugt.

Weiter ist der Umstand von Einfluß, ob auf den Straßen ein starker Verkehr herrscht, sowie die Art desselben. Man denke hierbei an die schleifende Wirkung der Räder und Menschen auf das Pflaster, wodurch viel mineralischer Staub erzeugt wird, sowie an die Ausscheidungen der Zugtiere. Hierzu treten dann noch die Fleisch- und Gemüsereste von den Märkten, Geschäften und aus den Häusern, sowie die Brennmaterialreste aus letzteren. Die Brennmaterialreste, wie z. B. Asche, werden besonders im Winter, die Gemüsereste vorwiegend im Sommer die Zusammensetzung des Abwassers beeinflussen; also auch in den verschiedenen Jahreszeiten ist das Abwasser verschieden zusammengesetzt.

Aus „R. Blasius, Städtereinigung, Seite 29, in Th. Weyl, Handbuch der Hygiene, Jena 1897“, entnehmen wir, daß man in Großstädten die jährlich zu beseitigenden Abfallstoffe auf rund 89 Millionen kg schätzen kann und daß sich diese folgendermaßen zusammensetzen:

Feste und flüssige Exkreme- nte der Menschen	36 500 000 kg
Feste und flüssige Exkreme- nte der Haustiere	12 000 000 kg
Haus- und Straßenkehricht und feste gewerbliche Abfälle	40 556 000 kg.

Nicht miteingerechnet sind hierbei aber die löslichen oder aufgeschwemmten Bestandteile der Haus- und Küchenabwässer, welche auch noch auf mehr als 1 000 000 kg zu schätzen sind.

Wie aus den bisherigen Ausführungen ersichtlich, kommen bei der Zusammensetzung der städtischen Abwässer hauptsächlich in Frage:

1. die menschlichen Auswurfstoffe,
2. die der Tiere,
3. die Straßen-, Haus- und Küchenabwässer,
4. der Straßenkehricht und der Marktabfall,

5. der Hauskehricht, die Aschenreste und die im Gewerbe- bzw. Industriebetriebe entstehenden Abfälle.

Die menschlichen Auswurfstoffe nehmen die erste Stelle ein, da, wenn auch im Verhältnis zu den übrigen Schmutzstoffen, an Menge gering, sie es doch sind, für deren endgiltige, schadlose Beseitigung die Stadtgemeinden in erster Reihe zu sorgen haben.

Die Zusammensetzung der menschlichen Auswurfstoffe ist sehr verschieden, je nach dem Lebensalter und Geschlecht, dem Gesundheitszustand, den Lebensverhältnissen und -Gewohnheiten, der bevorzugten Nahrung, d. h. ob vorwiegend tierischer oder pflanzlicher Natur, der in Frage kommenden Bevölkerung.

Nach Wolf und Lehmann beträgt die mittlere Menge der Ausscheidungen auf den Kopf*):

Geschlecht	Feste Ausscheidungen		Flüssige Absonderungen		zusammen	
	täglich	jährlich	täglich	jährlich	täglich	jährlich
	g	kg	g	kg	g	kg
Mann	150	54,7	1500	547,5	1650	602,2
Frau	45	16,4	1350	492,7	1395	509,1
Knabe	110	40,1	570	208,0	680	248,1
Mädchen	25	9,1	450	164,2	475	173,3

Vorstehende Zahlen sind jedoch nur als Anhaltspunkte anzusehen, da die Ermittlungen anderer Gelehrter, wie z. B. Pettenkofers und J. H. Vogels zu anderen Resultaten geführt haben. So nimmt beispielsweise Pettenkofer an, daß als mittlere Menge

*) Aus: C. Weigelt, Unsere natürlichen Fischgewässer usw. Verlag Adolf Gertz, Charlottenburg-Berlin 1900. S. 76 u. f.

der Entleerungen eines Jahres auf den Kopf der Bevölkerung anzunehmen ist: 34 kg Kot und 428 kg Harn, während Vogel 45,5 bzw. 438 rechnet. Letzterer nimmt die Gesamtausscheidungen für den Tag zu 1333 g an.

Ebenso wie die Annahmen über die mittlere Menge der Entleerungen abweichen, weichen auch die Angaben über ihre chemischen Bestandteile von einander ab, wie aus nachstehenden dem vorerwähnten Werke von Weigelt entnommenen Tabellen ersichtlich ist.

E. Wolff gibt als mittlere Zusammensetzung folgende Werte:

Ein kg enthält	Feste Absonderungen g	Harn g	Ge- menge g
Wasser	772,0	963,0	935,0
Trockensubstanz	228,0	37,0	65,0
Organische Substanz	198,0	24,0	51,0
Stickstoff	10,0	6,0	7,0
Phosphorsäure	10,9	1,7	2,6
Kali	2,5	2,0	2,1
Natron	1,6	4,6	3,8
Kalk	6,2	0,2	0,9
Magnesia	3,6	0,2	0,6
Schwefelsäure	0,8	0,4	0,5
Chlor und Fluor	0,4	5,0	4,0
Kieselsäure und Sand	1,9	—	0,2

Während Heiden & Müller unter Zugrundelegung eines Erzeugungsverhältnisses von Kot und Harn wie 48,5 : 438 folgende Zusammensetzung der Ausscheidungen annehmen.

Ein kg enthält	Kot g	Harn g	zusammen g
Wasser	772,0	94,7	937,0
Trockensubstanz	228,0	52,5	63,0
Organische Substanz	194,0	42,0	49,0
Stickstoff	16,0	10,0	8,5
Phosphorsäure	12,3	1,5	2,6
Kali	5,5	1,8	2,1

Von den Kot- und Harnmengen gelangt nun aber nicht die ganze Masse zum Abfluß, sondern wird ein Teil auf irgend eine Weise verloren gehen; namentlich wird dies beim Harn der Fall sein. Vogel nimmt an, daß ein Sechstel Kot und bis zur Hälfte des ganzen Harn verloren geht.

In den mit Entwässerungsanlagen versehenen Städten gelangen die menschlichen Abgänge nicht allein zum Abfluß, sondern meist mit den sogenannten Hauswässern, d. h. den Küchen-, Waschwasser-, usw. Wässern, zusammen. Hierzu kommen dann in einigen Städten noch die Regenwässer, sowie die Abwässer der gewerblichen und industriellen Betriebe. Hieraus ergibt sich, daß die Menge und Zusammensetzung städtischer Kanalwässer recht verschieden ist, wie Tabelle Seite 18 (nach R. Baumeister, Städt. Straßenwesen und Städtereinigung, Berlin 1890) ergibt.

Die Zusammensetzung der Spüljauche einer Stadt schwankt an den verschiedenen Monaten und Tagen, ebenso wie die Tageszeiten und bei größeren Städten auch die verschiedenen Stadtteile verschiedene Zusammensetzungen aufweisen, wie aus den, dem Weigeltschen Buche entnommenen Tabellen (Seite 19) ersichtlich ist.

Kanalwasser enthält g in cbm = mg im Liter in:	Abdampf- rückstand	Schwemmstoffe		Gelöstes		Stickstoff		Kanalwasser pro Kopf und Tag Liter
		Unorganisch	Organisch	Unorganisch	Organisch	g in cbm	g pro Kopf und Tag	
Berlin	1425	217	453	506	249	70	7	100*
Danzig	1265	216	379	499	171	65	12	180*
Essen	1161	105	213	613	230	106	20	190
Wiesbaden	1947	40	34	1780	93	23	8	345
München	671	40	80	361	190	—	—	465
Frankfurt a. M.	1006	76	72	573	285	47	5	100
{ bei trockenem Wetter	1488	797	203	238	250	67	21	320
{ bei Tauwetter	2241	377	919	364	581	115	21	180*
{ am Klärbecken								

*) Jahresdurchschnittszahlen.

Breslauer Spüljauchemischung.

Ein Liter enthält mg	am											
	11. 4. 1893	9. 5.	6. 6.	11. 7.	9. 8.	12. 9.	10. 10.	7. 11.	12. 12.	8. 1. 1894	14. 2.	15. 3.
Abdampfückstand	981	950	926	1159	1014	929	780	1282	1612	1363	1091	1030
Schwemmstoffe	284	257	246	305	258	194	110	439	571	410	323	315
organisch	228	191	171	214	183	124	75	242	459	319	243	223
unorganische	56	66	75	91	74	70	35	197	111	91	79	92
Lösliches	697	693	680	854	756	735	670	843	1041	953	768	715
organisch	247	217	188	317	310	292	191	306	272	353	284	208
unorganisch	450	476	492	537	446	443	478	537	769	599	484	507
Chlor	159	155	128	162	143	145	155	155	282	210	161	135
Schwefelsäure	81	79	88	44	88	68	83	136	128	68	92	57
Phosphorsäure	16	19	16	21	9	15	18	13	37	30	17	14
Kieselsäure	16	16	13	14	15	13	15	13	21	17	12	13
Ammoniak	100	112	50	100	75	87	117	87	132	112	75	50
Kalk	71	72	65	73	84	85	59	114	114	115	70	88
Magnesia	10	8	23	19	12	25	10	23	34	22	24	17
Eisenox.-Tonerde	1	3	21	14	2	1	1	6	2	2	2	5

* 2

Nach „Th. Weyl, Versuch über den Stoffwechsel Berlins“, betrug der Stickstoffgehalt in mg im Liter

am 10. Juli, 10 Uhr abends	=	85
13. „ 7 „ früh	=	98
16. „ 12 „ mittags	=	127
17. „ 5 „ nachmittags	=	87
13. „ 8 „ abends, bei Strichregen	=	55

Der Höchstgehalt am Mittag erklärt sich aus den Morgenentleerungen, während der geringe Stickstoffgehalt am Abend des 13. Juli auf den Einfluß des Strichregens zurückzuführen ist.

Endlich zeigen die nachfolgenden Zahlen (Meißl, Bericht über die landw. Verwertung der Wiener Abfallwässer, Wien 1895, Seite 25) wie verschieden die Zusammensetzung der Abwässer in den einzelnen Stadtteilen derselben Stadt ist. Meißl fand in den Spüljauchen aus sechs verschiedenen Kanälen von Wien nach dem Abschlemmen der Sinkstoffe folgende Werte:

Stickstoff	352	179	197	160	160	84	mg i. Ltr.
Phosphorsäure	73	30	26	20	25	20	„ „
Kali	203	1000	136	120	92	85	„ „

Die Auswurfstoffe unserer Haustiere gelangen meist ihres großen Dungwerts wegen durch Abfuhr zur Beseitigung oder werden in den Gärten der Städte direkt verwandt, so daß in die Entwässerungsanlagen eigentlich nur die von den Zugtieren auf den Straßen niederfallenden Exkremeute gelangen und zwar die festen Stoffe auch gewöhnlich nur dann, wenn sie von dem Regenwasser durch die Einlaufkästen hineingespült werden.

Weigelt gibt in seinem mehrfach erwähnten Buche (Seite 82) folgende nach Ad. Mayer, Düngerlehre, IV. Auflage, 1895, bearbeitete Tabelle über den Mischungsgehalt der Exkremeute unserer Haustiere und auf Seite 84 eine solche über die Zu-

sammensetzung der Pariser Straßenwässer, unmittelbar vor der Straßenspülung und aus den Haupt-sammlern, unter dem Einfluß tierischer Exkremente.

Exkremente der Haustiere g im kg	Wasser	Organische Substanz	Stickstoff	Asche	Phosphor- säure	Kali	Täglich g*)	
							feucht	trocken
Pferd								
Kot	758	210	4,4	32	3,2	3,5	—	—
Harn	900	70	15,0	30	0,0	16,0	—	—
Gemisch beider	779	190	6,0	31	3,0	5,0	14550	3135
Rind								
Kot	835	146	2,9	19	1,7	1,0	—	—
Harn	938	32	6,0	30	0,0	13,0	—	—
Gemisch beider	868	110	4,0	22	1,3	6,0	31205	4075
Schaf								
Kot	655	314	6,0	31	3,0	1,5	—	—
Harn	875	80	19,0	45	Spuren	23,0	—	—
Gemisch beider	680	280	2,0	40	4,0	10,0	1890	485
Schwein								
Kot	815	125	6,5	40	2,5	3,0	—	—
Harn	975	21	3,5	12	1,0	7,5	—	—
Gemisch beider	845	115	5,5	35	1,5	5,0	4160	750
Gewöhnliche Stallmist- jauche								
	974	16	1,6	10	0,1	5,0	—	—
							Jährlich g	
Frischer Mist von Gänsen	820	140	6,0	40	4,0	4,0	11470	
Enten	566	262	10,0	172	14,0	6,2	8285	
Hühnern	597	294	11,0	84	5,0	6,0	5523	
Tauben	620	315	18,0	65	20,0	15,0	2762	

*) Nach R. Blasius. Städtereinigung. 1897.

Nachstehende Tabelle gibt den vorerwähnten Gehalt der Pariser Straßenwässer an:

mg im Liter. Herkunft aus	Organische Substanzen		Stickstoff			
	gesamt	gelöste	gesamt	organisch	Ammon.	Salpeter
kanalisierten Straßen	827000	50300	32500	20000	19540	2400
nicht kanalisiertes Straßen	801900	83200	56800	34650	37530	3100
den Haupt-sammelrn; Mittel	85100	17100	14400	8580	6720	2300

Die Küchen- und Hausabwässer, wozu außer den in der Küche beim Kochen und Reinigen erzeugten Abwässern noch das beim Reinigen der Wohnräume, beim Waschen der Wäsche, beim Baden und Waschen produzierte Wasser gehören, ist naturgemäß sehr verschieden, je nach Lebensgewohnheit und Bedürfnis, Art der Wohnung u. a. m., zusammengesetzt und lassen sich genauere Angaben, welche auch nur einigermaßen als Anhalt dienen können, hierüber nicht geben. Professor Weigelt hat die im eigenen Haushalt erzeugten Abwässer chemisch auf ihren Gehalt an Sinkstoffen, Gesamtabdampfdruckstand, Stickstoff, Phosphorsäure und Fett untersucht und in seinem mehrfach erwähnten Buche veröffentlicht, worüber in demselben auf Seite 85 u. f. das nähere zu finden ist.

Da die Küchen- und Hausabwässer reich an fäulnisfähigen Stoffen sind, so ist ihr Schwefelwasserstoff-

gehalt ein ziemlich hoher und haben diese Wässer ferner die unangenehme Eigenschaft, jeden nur irgendwie erreichbaren Sauerstoff zu verzehren. Auch ihr Bakteriengehalt ist ein sehr bedeutender und sind diese Abwässer mindestens in gleich hohem Maße Krankheitsübertrager wie die Fäkalien; ich halte sie sogar für die allergefährlichsten, weil die Menschen mit ihnen in viel engere und länger anhaltende Berührung kommen als mit letzteren.

Der Straßenkehrricht, worunter wir den auf den Straßen- und Bürgersteigflächen erzeugten Kehricht zu verstehen haben, entsteht einmal dadurch, daß durch die schleifende Wirkung der Fuhrwerke und Fußgänger die Oberfläche der Straßen- und Bürgersteigbefestigung abgerieben und zermalmt wird, und andererseits durch die Exkremente der auf den Straßen verkehrenden Tiere. Hierzu kommt dann noch im Herbst das von den Bäumen fallende Laub, ferner Lederstücke, die sich von den Sohlen der Schuhe abreiben, Überbleibsel von Zigarren, Papierstückchen und ähnliche Dinge mehr. Der von den Fuhrwerken und Fußgängern durch Abreiben der Oberfläche erzeugte Kehricht wird sich bei trockenem Wetter als Staub und bei feuchter Witterung als Schlamm darstellen.

Die Menge des Straßenkehrrichts ist abhängig hauptsächlich von der Beschaffenheit der Straßenoberfläche, von der Witterung und von der Verkehrsgröße, ist also auf jeden Fall sehr verschieden. In der Voraussetzung, daß der Kehricht auf der Straßen liegen bleibt, kann man annehmen, daß derselbe bei guter Granitpflasterung eine 5 mm, bei chaussierter Fahrbahn eine etwa 30 mm dicke Schicht bilden würde. In großen Städten rechnet man eine durchschnittliche Schmutzhöhe von 10 bis 25 mm oder pro Kopf und Jahr 0,16 bis 0,2 cbm Straßenkehrricht mit — nach Abzug des Gehalts an

Wasser — 55 kg unorganischen und 25 kg organischen Stoffen.

Über die Zusammensetzung des Straßenkehrichts macht J. H. Vogel, Die Verwertung städtischer Abfallstoffe (Seite 463), folgende Angaben aus Dresden und Berlin:

Der Straßenkehricht enthielt in g pro kg:

	Asche	Org. Substanz	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Kalk
1. Dresden (Syenitpflaster)	547	125	2,9	3,0	2,1	12,6
2. Dresden (Asphaltpflaster)	350	131	2,4	3,6	2,2	9,5
3. Berlin (Asphaltpflaster)	377	222	4,8	4,5	3,7	18,9

Der Straßenschmutz ist ferner außerordentlich keimreich und kann man im g auf 0,5 bis 10 Millionen Keime rechnen.

Der auf den Märkten und in den Markthallen erzeugte Kehricht kommt für uns weniger in Betracht, da derselbe fast stets abgefahren und landwirtschaftlich verwertet wird. In Berlin rechnet man an Marktabfällen 7,5 kg jährlich auf den Kopf der Bevölkerung. Das beim Reinigen der Märkte und Markthallen verwandte Spülwasser besitzt als Abwasser etwa die gleichen Eigenschaften und ist von etwa gleicher Zusammensetzung wie die bereits erwähnten Küchenabwässer.

Der Hauskehricht, welcher von manchen Autoren auch mit zu den Küchen- und Hausabwässern gerechnet wird, besteht aus denjenigen festen Stoffen, welche sich in Küchen- und Heizbetrieben und beim Reinigen des Hauses und Hofes ergeben. Er besteht demnach hauptsächlich aus Gemüse- und

Fleischresten, Kartoffelschalen, Knochen, Brennmaterialresten, Asche, sowie den mit Bürsten und Besen zusammengefügten Staub und anderen festen Stoffen.

Die Menge des Hauskehrichts ist abhängig von den hauptsächlich gebrauchten Nahrungsmitteln und der Art des Feuerungsmaterials, also sehr verschieden

Als Anhaltspunkt kann dienen, daß auf den Kopf der Bevölkerung jährlich 0,25 cbm oder 125 bis 150 kg Kehricht gerechnet werden können, doch sind Unterschiede von 50% unter und über dieser Zahl keine Seltenheit.

Über die Zusammensetzung des Hausmülls macht Professor J. Brix in seiner Broschüre: Der Städtekehricht und seine unschädliche Beseitigung (Verlag F. Leineweber, Leipzig 1902) auf Seite 5 folgende Angaben:

„Ein Bild über die ungefähre durchschnittliche Zusammensetzung des Hauskehrichts geben die mit Brüsseler Hauskehricht vorgenommenen Analysen. Der Gehalt an Stickstoff beträgt hierbei in 1000 kg Müll 3,4 kg, an Phosphorsäure 3,7 kg, an Kali 0,64 kg. An unorganischen Stoffen entfallen durch den Hauskehricht auf den Kopf und das Jahr, vom Wassergehalt abgesehen, etwa 80 kg, und an organischen 30 kg.“

Da der Hauskehricht fast stets durch Abfuhr beseitigt wird, so übt er auf die Zusammensetzung der Abwässer keine Wirkung aus, höchstens daß unbefugt in diese geworfene Kehrichtmengen mit auf die Reinigungsanlage gelangen, doch werden sie auch in diesem Fall meist schon im Sandfang zurückgehalten.

Von den vorbesprochenen städtischen Abwässern sind, wie ausgeführt, besonders gefährlich die menschlichen Auswurfstoffe und die

stark konzentrierte Abwässer handelt, sehr schwierig und ist stets dafür zu sorgen, daß auf der Schlachthofanlage selbst sich eine Reinigungsanlage befindet, welche wenigstens eine möglichst weitgehende Vorreinigung der Abwässer bewirkt, ehe diese mit den städtischen Abwässern zusammen, der gemeinschaftlichen Reinigungsanlage zugeführt werden.

Die auf den *Schlachthäusern* erzeugte Jauche ist ein in hohem Grade übelriechendes, fauliges, vom beigemengten Blut meist rotes, fettiges und öliges Abwasser mit großen Mengen ungelöster Sink- und Schwebestoffe. Die festen Stoffe stammen aus dem Inhalt vom Magen und Därme der Schlachttiere, Bestandteile von Kot, Stücke von Eingeweiden, Borsten, Haare u. a. m.

Vorstehende (S. 26/27), aus „König, Verunreinigung der Gewässer, Band 2, Seite 182“ entnommene Tabelle gibt die Zusammensetzung der Abwässer aus den Schlachthäusern in Erfurt, Leipzig, Waldenburg und Münster i. W. an.

Diese Tabelle gibt gleichzeitig ein anschauliches Bild von der Mengenverschiedenheit der Schlachthausabwässer.

Professor J. H. Vogel in Berlin SW. 9, hat im Auftrage der früheren Firma F. W. Dittler in Berlin die Schlachthofabwässer von Zerbst untersucht und dabei folgendes festgestellt:

	mg i. Liter		Permanganat- verbrauch mg auf 1 Ltr.	Satpeter- säure	Salpetrige Säure	Schwefel- wasserstoff
	Chlor	Am- moniak				
Rohabwasser	85	80	670	0	0	große Mengen.

Die Abwässer aus Molkereien. Die Molkereien erzeugen sehr viel Spülwasser, da täglich, wenn

der Betrieb der Molkerei beendet ist, der Raum, in welchem die Milch angeliefert ist, derjenige, in dem die Separatoren aufgestellt sind, sowie die Käserei gründlich gereinigt werden müssen. Dieses Spülwasser ist namentlich in der heißen Jahreszeit unangenehm wegen der dann vielfach auftretenden Fäulnis und Gährungserscheinungen und kann das Fischleben im Vorfluter sehr nachteilig beeinflussen.

Weigelt führt in seinem mehrfach erwähnten Buche auf Seite 73 folgende Tabelle von J. König über die Zusammensetzung von Molkereiabwässern aus den vorstehend genannten Räumen und dem Sammelkanal an:

Ein Liter enthält mg	Ablie- ferungs- raum	Se- parator- raum	Käserei	Sammel- kanal
Schwebestoffe	4020	7884	—	—
davon organisch	2681	7534	—	—
Gesamtrückstand	6462	10415	17413	3680
Glühverlust	4400	8456	14622	3733
darin Stickstoff	232	100	510	118
Milchzucker	56	353	10052	316
Fett (meist Schmieröl	—	5665	—	—

Erwähnt mag hier noch werden, daß die Abwässer aus den Margarinefabriken ähnliche Eigenschaften wie die aus den Molkereien besitzen.

Die Abwässer aus Zuckerfabriken treten in großer Menge auf und bestehen aus dem Waschwasser der Rüben, dem Diffusionswasser, dem Schnitzelpreßwasser, dem Osmosewasser, dem Kohlenwaschwasser und dem Kondensationswasser aus den Verdampfungsapparaten. Diese Wässer enthalten teils organische Substanzen in großen Mengen,

welche fäulnis- und gärungsfähig sind, was noch besonders durch die heißen Kondensationswässer gefördert wird, teils enthalten sie Schmutz, Erde, Rübenreste u. a. m.

Von den Abwässern sind zwei Drittel Kondensationswässer, während die eigentlichen Abwässer, d. h. die Diffusions- und Osmosewässer, selten mehr als 20% der gesamten Wassermenge betragen.

Wie groß die Wassermengen sind, welche eine Zuckerfabrik erzeugt, kann man aus der Angabe von A. Bodenbender ersehen, welcher festgestellt hat, daß eine verhältnismäßig kleine Zuckerfabrik, welche 4000 Zentner am Tage verarbeitet, ebensoviel Abwasser liefert, wie eine Stadt von 20 000 Einwohnern, und daß in diesem Abwasser ebensoviel organische Stoffe enthalten sind, als in dem einer kanalisierten Stadt von 50 000 Einwohnern.

Nach W. Demel besitzen die verschiedenen Abwässer von Zuckerfabriken die in der Tabelle auf S. 31 dargestellte Zusammensetzung.

Die Schädlichkeit des Abwassers aus Zuckerfabriken beruht hauptsächlich auf seinem hohen Schlammgehalt und der großen Menge fäulnisfähiger und in Fäulnis begriffener Stoffe, die es enthält. Läßt man das ungereinigte Wasser in einen nicht sehr beträchtliche Wassermengen führenden Vorfluter, so werden sich schon nach sehr kurzer Zeit die Folgen bemerkbar machen; das Wasser trübt sich, bekommt eine Schaumdecke, die Luft wird verpestet und die Fische gehen ein. Dabei ist die Reinigung der Zuckerfabrikabwässer außerordentlich schwierig und ist es, trotz andauernder Bemühungen unserer Chemiker und Ingenieure, bis heute noch nicht gelungen, ein vollständig einwandfreies Reinigungsverfahren ausfindig zu machen.

Die Abwässer aus Stärkefabriken werden in ihrer Natur und Zusammensetzung bestimmt durch

In 1 Liter sind mg enthalten:

	Glüh-		Summe beider	Ammoniak	zur Oxydation erforderliches Kalium- permanganat	Reaktion
	Ver- lust	Rück- stand				
1. Rüben- wasch- wasser						
suspendiert	34,55	504,01	538,53	} 2,43	20,01	Neutral
gelöst	16,04	12,02	28,06			
Summa	50,59	516,03	566,59			
2. Knochen- kohlen- wasch- wasser						
gelöst	380,09	2736,00	3116,09	1,82	196,62	Sauer
3. Osmose- wasser						
gelöst	1130,07	427,50	1557,57	0,44	3706,15	Basisch
4. Gesamt- abfluß- wasser						
suspendiert	8,62	58,22	66,84	} 1,50	27,57	Neutral
gelöst	20,91	16,32	37,23			
Summa	29,53	74,54	104,07			

das Rohmaterial aus dem die Stärke hergestellt wird. Sie enthalten hauptsächlich Gummi, Zucker, Eiweißstoffe, Phosphorsäure, Kali, Säuren und Alkalilaugen. Sie sind in ihrer Fäulnisfähigkeit und Schädlichkeit den vorbesprochenen Abwässern sehr

ähnlich, jedoch nicht ganz so schwer zu reinigen wie diese.

König (S. 213) fand in dem Abwasser einer Weizenstärkefabrik folgende Stoffe: 1 Liter enthielt

Stickstoff	1120,0 mg
Kali	520,0 "
Phosphorsäure	910,0 "
Kalk	471,5 "

Das Abwasser einer Reisstärkefabrik war nach König folgendermaßen zusammengesetzt:

Stickstoff	280,0 mg
Kali	205,4 "
Phosphorsäure	120,0 "

und Märker gibt in der Zeitschrift des landwirtschaftlichen Zentralvereins für die Provinz Sachsen, 1876, Seite 171, folgende Zusammensetzung der Abwässer einer Kartoffelstärkefabrik an: 1 Liter enthielt:

Organische Substanz	1134,2 mg
Darin Stickstoff	140,67 "
Mineralstoffe	723,8 "
Kali	212,5 "
Phosphorsäure	56,6 "
Ammoniak	37,4 "
Salpetersäure	3,8 "

Die Stärkefabrikation nach dem „Sauerverfahren“, wobei das gequollene und zerquetschte Rohmaterial einer Gärung (Säuerung) unterworfen wird, liefert ein ganz besonders an fäulnisfähigen Stoffen reiches Abwasser. Der Abdampfrückstand solcher Abwässer betrug nach R. Schütze in 100 cbm 5,22 bis 1,14 g, d. h. eine Fabrik, welche etwa 100 000 Doppelzentner Weizen verarbeitet und dabei ungefähr 33 000 cbm Sauerwasser erzeugt, liefert 1722,6 bis 376,2 Doppelzentner trockene organische und mineralische Stoffe.

Die Abwässer aus Brennereien sind meist wenig schädlich, da sie nur in geringen Mengen erzeugt werden, und zwar liefern die Kartoffelspritbrennereien mehr Abwässer, als die Korn- und Melassebrennereien.

Die Abwässer der Kartoffelbrennereien bestehen aus dem aus den Kartoffeln austretenden Fruchtwasser, welches als das gefährlichste Abwasser der Brennereiindustrie anzusehen ist, weil es außer Zucker noch Gummi, Solanin und andere fäulnisfähige Stoffe enthält, aber nur in geringer Menge — nach Maerker nur 6 bis 7 Liter auf den Zentner Kartoffeln — erzeugt wird. Hierzu kommt noch das Weichwasser, welches zum Quellen der Gerste gebraucht wird und das Spülwasser, sowie das Kartoffelwaschwasser.

Weigelt (Seite 69 seines mehrfach erwähnten Buches) unterscheidet nach der Menge des verarbeiteten Rohmaterials folgende drei Größen landwirtschaftlicher Brennereibetriebe:

Betriebsart	Tägliche Verarbeitung nach		Tägliche Abwassermenge cbm
	Maischraum Liter	Kartoffeln rund Zentner	
Kleine Betriebe (einfacher Betrieb) bis Mittlere Betriebe (zweifacher Betrieb)	2500	45	6,25—7,50
bis Größere Betriebe (dreifacher Betrieb)	6000	105	15,00—18,00
bis	10000	175	25,00—30,00

Wie aus der letzten Spalte vorstehender Tabelle hervorgeht, erzeugen also die landwirtschaftlichen

Brennereien recht wenig Abwasser, noch günstiger liegen die Verhältnisse bei den großen industriellen

Ein Liter enthielt Milligramm:

Art des Abwassers	Unorganische Stoffe	Organische Stoffe	Stickstoff	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff in		Aus- sehen
				saur.	alkal.	
				Lösung		
a) Lutter- wasser von der Maische	99	122	Spur	127,2	100,8	Schwach weißlich trübe
b) Hefen- wasser vom Waschen der Hefe	853	5919	296	2888,0	2304,0	Stark desgl.
c) Lutter- wasser von der Destil- lation des Hefewassers	60	63	Spur	67,2	49,6	Hell und klar
d) Würze- wasser nach der Destil- lation (neues Verfahren)	1090	15698	478	5560,0	4000,0	Stark weißlich trübe
e) Lutter- wasser vom Würze- wasser nach dem neuen Verfahren	81	55	0	108,8	118,4	Hell und klar
f) Rückstand nach der Rektifikation	100	140	0	128,0	96,4	Schwach weißlich trübe
g) Gesamt- abwasser	353,0	338,5	21,3	142,0	122,8	

Brennereien von wenigstens 40 000 Liter Maischraum pro Tag, welche selten mehr als 120 cbm Abwasser pro Tag ablassen, da sie den wenig Wasser enthaltenden Mais verarbeiten.

Kornbranntweinbrennereien und Preßhefefabriken liefern auf je 1000 Liter Maischraum nur 2,5 bis 3,0 Tageskubikmeter Abwasser.

König (Die Verunreinigung der Gewässer, Band II, S. 210) fand für die Abwässer einer Spiritusbrennerei und Hefefabrik die aus Tabelle Seite 34 ersichtliche Zusammensetzung.

Darüber, daß aber auch Brennereiabwasser einen Vorfluter höchst ungünstig beeinflussen kann, schreibt Weigelt (a. a. O. S. 70) folgendes:

„Daß große Brennereien einen Bach empfindlich schädigen können, falls sie sich in denselben ergießen, lehren die nachstehenden Bestimmungen J. Königs über eine Brennerei am Uffelbach:

mg im Liter	Abwasser der Fabrik	Uffelbachwasser			
		ober- halb	unter- halb	Nach Be- nutzung zum Rieseln	
				a	b
Schwebestoffe	476	0	67	9	6
davon organisch	252	0	34	4	Spur
Trockengehalt, löslich	814	351	390	406	491
davon organisch	393	59	89	44	40
Stickstoff	36	4	10	5	3
Phosphorsäure	17	0	3	1	Spur

Wir sehen vorstehend den Einfluß des Brennereiabwassers an dem Bachwasser vor und nach seinem Einlauf und erkennen ferner, in welcher Weise das Rieseln vermindern auf die verunreinigenden Bestandteile eingewirkt hat, wobei a) die Zusammen-

setzung des oberirdisch ablaufenden, b) jene des Wassers aus den Rieseldrains darstellt.“

Die Abwässer aus Brauereien setzen sich zusammen aus den Einweichwässern der Gerste, sowie den Spül- und Schwenkwässern der Gährbottiche, der Lager- und Bierfässer usw. Die Abwässer sind reich an leicht löslichen Stickstoffverbindungen und daher sehr fäulnisfähig. Diese unangenehme Eigenschaft macht sich aber meist wenig bemerkbar infolge der großen Mengen Spülwasser, welche bei der eigentlich immerwährenden Reinigung der Brauereiräume erzeugt werden und das eigentliche Abwasser stark verdünnen. Doch erfordert das Brauereiabwasser ebenfalls eine Reinigung, bevor es in den Vorfluter entlassen wird, da das Weichwasser diesen insofern ungünstig beeinflussen würde, als es zur Entstehung einer sehr unangenehm störenden Alge (*Leptomitus lacteus*) wesentlich beiträgt. Sollte außerdem das Vorflutwasser zu Genußzwecken verwendet werden, so

Ein Liter enthält	Gerste-	Spül-	Schwenk-	Gesamt-	
	weich-	wasser	wasser	Abwasser	
	mg	mg	mg	mg	mg
Gesamtabdampfrückstand	2200	2535	1847	1667	5360
Glührückstand, darin	1392	1355	833	960	1408
Kali	439	79	66	—	109
Kalk	200	421	258	—	—
Phosphorsäure	43	20	20	14	117
Schwefelsäure	199	110	78	—	145
Glühverlust, darin	808	1180	1014	707	3952
organischer Stickstoff (1)	13	19	33	58	185
Ammoniakstickstoff (2)	—	21	—		

Ein Liter gereinigtes Abwasser enthält Milligramm:

	Gereinigte Brauerei-Abwässer							
	mit Ätzkalk behandelt		nach Nahnsen- Müller, Schönebeck a. Elbe		nach Röckner-Rothe, Braunschweig		Dortmund	
	un- gereinigt	gereinigt	un- gereinigt	gereinigt	un- gereinigt	gereinigt	un- gereinigt	gereinigt
Suspendiert	979	256	497	25	196	Spur	1002	64
darin organisch	783	190	362	12	173	Spur	110	Spur
Stickstoff	—	—	43	Spur	7	0	13	0
Gelöste Stoffe	2071	2415	1170	1507	571	2788	1620	1917
darin organisch	1444	1716	345	552	240	512	—	—
Stickstoff	*) 24	21	14	24	15	13	8	6
Kali	—	—	100	92	27	25	—	—
Kalk	242	**) 195	155	175	128	838	187	512
Phosphorsäure	41	0	14	Spur	9	3	—	—
Schwefelwasserstoff	—	—	—	—	3	0	7	6

*) Ferner 24 bzw. 20 mg salpetrige Säure. **) Außerdem 111 mg freien Kalk.

wäre dies ausgeschlossen wegen des dem Wasser anhaftenden ekelhaften Geschmacks und widrigen Geruchs.

Die Weichwässer enthalten neben Gummi und Zucker stickstoffhaltige Substanzen in Form von löslichem Legumin und Pflanzenfibrin; von den Alkalien am meisten Kali, ferner Kalk, Magnesia, Kieselsäure, Schwefelsäure und viel Phosphorsäure.

Über die Zusammensetzung der einzelnen Abwässer gibt Tabelle Seite 36 aus Weigelt (a. a. O. S. 71) Aufschluß.

Ferner gibt Weigelt an derselben Stelle noch einige Analysen gereinigter Abwässer und über den Zustand des Sunderholzbaches (S. 72), in welchen mehr als 40 Dortmunder Brauereien ihre Abwässer entlassen. (Siehe Tabelle S. 37.)

Aus der letztgenannten Tabelle ersieht man, wie ungenügend die Behandlung der Abwässer mit Ätzkalk ist.

Endlich gibt nachstehende Tabelle — wie bereits erwähnt — Auskunft über den Einfluß den Brauereiabwässer auf einen Vorfluter ausüben können. 1 und 2 nach A. Müller, 3 nach König.

Der Sunderholzbach enthielt mg im Liter:

	Vor		
	Nach		
	Aufnahme der Abwässer		
	1	2	3
Gesamtrückstand	1095	1711	1424
Glührückstand	962	1271	991
Glühverlust	133	440	433
organischer Stickstoff	2	8	3
Ammoniakstickstoff	3	5	5,9
Schwefelwasserstoff	—	—	9,4

Die in der 3. Spalte angegebene Zusammensetzung des Bachwassers ist das Mittel aus drei Analysen. In einem Falle wurden außerdem noch 110 mg organische Substanzen mit 13,5 Stickstoff in suspensierter Form gefunden.

Die Abwässer der chemischen Großindustrie, d. h. vorwiegend der Schwefelsäurefabriken, der Soda- und Superphosphatfabriken.

Das Abwasser der Schwefelsäurefabriken kann enthalten, lösliche Eisensalze, lösliche Kupfer- und Zinksalze, Arsenverbindungen. Arsen finden wir ferner in der Salzsäure, dem Glaubersalz und in der Rohsoda.

Bei der Herstellung der Salzsäure fällt Manganolauge und freier Chlor ab.

Der auf den Halden der Sodaindustrie sich bildende Schwefelwasserstoff wird meist wieder verwendet und gelangt daher nicht in den Vorfluter. Beim Ammoniakverfahren (Solvay) kann Chlorkalzium und freier Ätzkalk zum Abfluß gelangen. König fand in einem Liter 71 g Chlornatrium, 38 g Chlorkalzium und 4 g Ätzkalk, also ganz bedeutende Mengen. Die Superphosphatfabriken werfen hauptsächlich Chlorkalzium, manchmal auch noch freie Mineralsäuren aus.

Im allgemeinen sind die Abwässer der chemischen Industrie besser als man gewöhnlich meint, da die Fabriken bestrebt sind aus dem Ablaufwasser alles nur irgendwie verwertbare — und was ist für diese in Deutschland hoch entwickelte Industrie heute nicht verwertbar und sagen wir auch getrost nicht ausfällbar — herauszufischen und wieder zu verwenden. Die Fabriken haben daher ein sehr persönliches Interesse daran, das Abwasser, noch ehe es die Fabrik verläßt, gründlich zu reinigen, so daß der Vorfluter und damit die Allgemeinheit, gewöhnlich keine unliebsamen Folgen von der Einleitung dieser Abwässer verspüren.

Die Abwässer der Farbwerke sind sehr verschieden zusammengesetzt und gilt von ihnen dasselbe, was von dem persönlichen Interesse der chemischen Fabriken an der Verhinderung des Ablaufs ungereinigter Abwässer in den Vorfluter gesagt ist. Das Abwasser kann die verschiedensten Salze und freien Säuren, Alkalien, giftige Gase usw. enthalten und wird meist in großen Mengen erzeugt.

Die Abwässer aus Färbereien und Druckereien treten gewöhnlich auch in sehr großen Mengen auf und können je nach der Zahl der verwendeten Farbstoffe sehr verschieden zusammengesetzt sein. Außer den eigentlichen Farbstoffen enthalten diese Wässer oft große Mengen organischer und suspendierter gelöster Stoffe, wie Reste von Farbhölzern, Pflanzen, Gewebsfasern, Kuhdung usw. Die Gefährlichkeit der Abwässer liegt in ihrem großen Gehalt von arseniger Säure und Arsensäure, sowie von Chromsäure und Zink-, Zinn-, Blei- und Kupfer-Oxyd.

Nicht immer wirken die Abwässer auf den Vorfluter schädlich, mitunter sogar günstig. Enthält ein Flußlauf z. B. städtische Abwässer und werden ihm Abwässer zugeführt, welche Eisen-, Kupfer-, Zink- und Zinnsalze enthalten, so zersetzen diese das von der städtischen Jauche herrührende Schwefelammonium, d. h. es bilden sich schlammartig absetzende Schwefelverbindungen.

Über den Einfluß dieser Abwässer auf das Fischleben wird auf die auf Seite 50 u. f. befindliche Tabelle verwiesen, während über ihre Schädlichkeit auf die Pflanzenwelt Haefcke*), wörtlich folgendes schreibt:

„Von hervorragender Bedeutung ist natürlich der Gehalt an Arsenverbindungen, deren Schädlich-

*) Haefcke, Städtische und Fabrikabwässer. A. Hartlebens Verlag, Leipzig 1901. S. 437.

keit bezüglich der arsenigen Säure auch für die Pflanzen von Nobbe, Baeßler und Will nachgewiesen ist.

Diese Versuche wurden nach dem Verfahren der Wasserkultur ausgeführt, und zwar mit Erbsen, Pferdezahnmais, Erlen und Ahorn. Die Ergebnisse dieser Versuche sind von den Versuchsanstellern in folgende Sätze zusammengefaßt:

1. Das Arsen ist ein äußerst heftig wirkendes Gift für die Pflanze; schon eine Beigabe von $\frac{1}{1000000}$ zur Nährstofflösung bringt meßbare Wachstumsstörungen hervor.

2. Das Element tritt nur in sehr geringen Mengen in die Pflanze ein; es ist nicht möglich in die letztere irgend erhebliche Mengen einzuführen.

3. Die Wirkung des Arsens geht von den Wurzeln aus, deren Protoplasma desorganisiert und in seinen osmotischen Aktionen gehindert wird; die Wurzel stirbt schließlich ohne Zuwachs ab.

4. Die oberirdischen Organe erfahren die Wirkung des Arsens zunächst durch intensives, von Erholungsperioden unterbrochenes Welken, dem das völlige Absterben folgt.

5. Durch Verhinderung der Transpiration (Verdunkelung, Einstellung in feuchte Räume usw.) wird es möglich, Pflanzen in Arsenlösung eine Zeit lang turgeszent zu erhalten, ohne daß hierdurch die spätere Giftwirkung aufgehoben würde.

6. Wird die Pflanze nur kurze Zeit (länger als 10 Minuten) der Einwirkung des Arsens auf die Wurzeln ausgesetzt und hierauf in normale Ernährungsverhältnisse zurückgeführt, so läßt sich die Wirkung des Giftes etwas verzögern; späterhin tritt gleichwohl Wachstumsverzögerung oder gänzlichliches Absterben ein.“

Die Arsenverbindungen sind also für die Pflanzen außerordentlich giftig.

Ein Liter enthält

Abwasser	Schwebestoffe		Gelöste	
	Organische Stoffe	Unorganische Stoffe	Gesamt	Organischer Kohlenstoff
1. Aus Farbeküpen zum Wolle färben	779,2	240,8	1076	489,7
2. Aus einer Färberei und Bleicherei	354,2	146,2	434	48,22
3. Aus einer Färberei, Druckerei, Bleicherei (Durchschnitt aus 5 Fabriken)	189,7	70,2	505	42,26
4. Kanalwasser einer Druckerei	113,0	34,2	369	27,11
5. Kanalwasser einer anderen Druckerei	9,7	9,2	397	10,51
6. Aus einer Färberei nach dem Absitzenlassen	36,4	36,4	705	42,83
7. Purpurflüssigkeit einer Anilinfabrik	—	—	3489	23,30
8. Aus einer Zeugfärberei	352,2	179,4	2365	96,19

Die vorstehende Tabelle (aus König, Bd. II, S. 331 und 332) gibt verschiedene Zusammensetzungen des Abwassers aus Färbereien und Druckereien.

*Die Abwässer der Textilindustrie.**) Von den heimischen Rohstoffen, welche die Textilindustrie

*) Weigelt, Vorschriften für die Entnahme und Untersuchung von Abwässern und Fischwässern usw. Verlag des deutschen Fischerei-Vereins. Berlin 1900. S. 101 u. f.

Milligramm:

Stoffe						Bemerkungen
Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitraten und Nitriten	Gesamter Stickstoff	Chlor	Arsen	
33,21	4,52	0	37,26	—	—	
2,38	0,40	0	2,71	45,0	0,50	
2,99	1,25	0	3,99	48,6	—	
2,81	0,35	0	3,10	—	0,20	
1,19	0,21	0	1,36	42,8	1,60	Nach 16 täg. Absitzen
3,44	2,83	0,58	6,35	66,0	0	
9,69	34,30	—	41,63	—	0,40	
5,99	—	—	—	428,0	—	

verarbeitet, sind als in unserem Sinne wichtig Wolle, Flachs und Hanf zu nennen.

Die Abwässer der Flachs- und Hanfrotten sind für das Fischleben in unseren Gewässern besonders gefährlich, denn bekanntlich wird der Flachs zur Freilegung seiner Faser unter Wasser der freiwilligen Fäulnis überlassen, welche man manchmal noch durch Beigabe fäulnisfähiger Substanzen (aufgeschwemmte Bierhefe, Blut, abgerahmte Milch)

befördert. „Die Fäulnisprodukte erweisen sich als sehr energische Sauerstoffverzehrer; stinkende organische Säuren, wie Buttersäure u. ä., entstehen neben allerlei Stickstoffverbindungen.

In einem Liter von der Pelzwäsche der Schafe herrührenden Abwasser fand eine englische Kommission eine Zunahme an Gesamttrockensubstanz von 2667 und neben 5,19 mg organischen Schwebestoffen 1810 gelöste Stoffe mit 258 mg organischen Kohlenstoff mit 55 mg Gesamtstickstoff.

Die Abwässer der Baumwollen-, Leinen- und Seidenindustrie sind wenig bedenklich, anders die der Tuchfabriken. Die ungewaschenen Rohwollen enthalten im Mittel nur etwa 10% Wasser, während der Rest Schmutz, Fette und Wollschweiß sind. Außerdem enthalten aber die Wollwaschwässer noch die Reinigungsmittel bzw. die Hilfsmittel zur Herstellung der Garne und Tuche, wie z. B. Soda und Seife, Urin, Oele, Blut und Schweinekot, Walkerde, Alaun, Weinstein, Farbwaren usw.

Nach J. König enthielt ein Liter englisches Wollwaschwasser I und flossen im Mittel aus 15 englischen Wollenfabriken II und einer Wollgarnspinnerei III:

	I	II	III
organische suspendierte Stoffe	26116	3724	640 mg
mineralische suspendierte Stoffe	8710	1024	190 „
insgesamt gelöste Stoffe	10994	3370	1966 „
darunter organische Stoffe	1325	648	776 „
bzw. stickstoffhaltige	548	200	45 „

Das letztere verhältnismäßig reine Abwasser sah blauschwarz (wie Tinte) aus und hatte, in verschlossenen Flaschen aufbewahrt, nach einigen Tagen einen stark fauligen Geruch. Weigelt sah in einer deutschen Tuchmachergegend das Wasser des die Abwässer erhaltenden Fließchens ebenfalls

blauschwarz, schaubedeckt, in stinkender, fauliger Gährung.

„Außer den Fäulnisstoffen und den Resten der Rohprodukte haben wir es also in diesen Wässern mit Seife und ätzenden Alkalien zu tun“ und können ähnliche Abwässer aus den Walkmühlen, Filzfabriken, Hutfabriken und Federreinigungsanstalten erwarten.

Die Abwässer der Holzstoff- und Papierfabriken. Die Zubereitung des Holzes zur Pappen- und Papierfabrikation kann auf dreierlei Weise vor sich gehen. Das Holz wird entweder geschliffen und dieser Holzschliff unmittelbar zur Herstellung gröberer Papiere und Pappen verwandt oder aus dem Holzschliff werden durch Kochen in Laugen Holzfasern hergestellt oder endlich astfreies, mäßig starkes Nadelholz wird entrindet, in kleine Stücke geschnitten und durch Kochen in Lösungen von saurem, schwefligsaurem Kalk in eine schwammige Masse verwandelt, welche unter einem Pochwerk zerkleinert, den Holzstoff liefert, welcher jetzt allgemein zur Herstellung von Zeitungs- und Druckpapier, sowie mitunter für bessere Schreibpapiere benutzt wird.

Die drei Verfahren liefern verschiedene Abwässer.

Durch Wasser wird der Holzschliff ausgelaugt und kann dieses Laugenwasser durch Oxydation der ausgelaugten Holzbestandteile und durch Fäulnisprozesse für den Vorfluter bedenklich werden. *) Die mit Ätzlaugen arbeitenden Fabriken werfen neben Faserresten Anteile dieser Laugen mit den Waschwässern in die Gewässer, behaftet mit leicht oxydierbaren Auslaugungsprodukten des Holzes, unter denen auch stickstoffhaltige, fäulnisfähige

*) Weigelt, a. a. O. S. 99 u. 100.

Substanzen vorkommen. Die Sulfitzellulosefabriken (Mitscherlich-Verfahren) bringen wiederum nebst feinsten Faserresten, Kocherlaugenreste und Waschwässer in die Flüsse, welche zu den fischereilich schlimmsten Abwässern zu zählen sind, wegen ihres Gehalts an freier schwefliger Säure.

Die Kocherlaugen des Sulfitverfahrens enthielten nach			
	H. Wichelhaus: A. Frank:		
Organische Stoffe bis	81272 mg	60000 mg	
Schweflige Säure	{ frei	2940 "	14740 "
	{ gebunden	5842 "	
Schwefelsäure	4434 "	1200 "	
Kalk	8432 "	7400 "	

Bei 688 mg gelösten Substanzen in einem Liter Abwasser aus Holzpapierfabriken fand J. König 257 mg organische Stoffe neben 192 mg suspendierten organischen Substanzen. Weitere zur Papierfabrikation verwandte Faserstoffe sind Stroh und — namentlich in England — Espartogras. Ersteres wird durch Kochen in Laugen zu Strohstoff verarbeitet, deren Abwässer im Liter bis zu 8378 mg Rückstand — darunter etwa die Hälfte organisch, mit 90 mg Stickstoff — enthielt, während in dem ähnlich verarbeiteten Espartogras bis 40000 mg Gesamtrückstand, darunter 9000 mg organische Substanzen mit 780 mg Stickstoff gefunden wurden.

Die aus vorstehend genannten Halbfabrikaten hergestellten Pappen und Papiere werden mit Chlorkalk gebleicht und erhalten als Zusatz, neben anderen Faserstoffen Tonerdesalze, zum Beschweren und Leim usw. zum Glatt- und Glänzendmachen der Papiere.

In einem Liter des Abwassers solcher Papiere fand C. Karmrod: Freie Salzsäure 51—58, Chlor bis 21, Eisenchlorid 38—46 und Manganchlorid 77—142 g.

Zur Herstellung farbiger Papiere werden

Mineralfarben verwandt, deren Reste den Gewässern ebenfalls schädlich werden können.

Sind die Abwässer aus Pappfabriken schon schlimm für den Vorfluter, so sind es in ganz besonderem Maße solche aus Dachpappfabriken, weil diese die ordinärsten Lumpen verarbeiten. Und zwar sind diese Abwässer nicht nur im fischereilichen, sondern auch ganz besonders im hygienischen Sinne gefährlich, da durch sie Krankheitskeime in den Vorfluter gelangen und zur Erzeugung und Verbreitung gefährlicher Seuchen die Ursache bilden können. Nach Weigelt (a. a. O. S. 100) enthielten die fertigen Pappen 2,73 % Stickstoff im Liter:

Gesamtrockensubstanz	537 mg
Asche	309 "
Glühverlust	228 "
darin Gesamtstickstoff	94 "
mit Ammoniak	0,3 "
Sinkstoffe	214 "
darunter organischer Natur	138 "

Die umstehende Weigelt (S. 100) entnommene Tabelle zeigt, wie sehr die Gewässer, welche die Abläufe aus Papierfabriken aufzunehmen haben, darunter leiden, bzw. in welchem Maße dadurch die Zusammensetzung ihres Wassers verändert wird.

Hier wären, nach Weigelt, noch anzuführen Fabriken, welche Schießbaumwolle oder Celluloidpapier, bzw. allgemein Nitrozellulose herstellen, auch die Arbeitsstätten für die Herstellung von prismatischem Pulver, Dynamit und Nitroglyzerin. Bei der Herstellung von Pergamentpapier dürfte Schwefelsäure in den Waschwässern abfließen.

Die Abwässer von Gasanstalten. In den bei der Leuchtgasbereitung entstehenden Gas- und Sperrwässern findet sich Ammoniumkarbonat, Schwefelammonium, Ammoniumhyposulfit, Chlorammonium, Rhodanammonium — dieses auch für

mg im Liter	Schwebestoffe		Gelöste Stoffe				
	organisch	unorganisch	organisch	unorganisch	Kalk	Schwefelsäure	Stickstoff
Forellenbach bei Hillegossen:							
oberhalb	0	0	35	342	147	96	—
unterhalb							
der Papierfabrik, welche nur Lumpen und Holz-zellulose verarbeitet.							
oberhalb	70	95	178	375	152	119	—
unterhalb							
Aa bei Münster:							
oberhalb	6	16	102	377	137	77	5
unterhalb							
der Strohpapierfabrik							
oberhalb	72	70	237	434	201	129	11
unterhalb							

Pflanzen sehr giftig —, Ferrocyanammonium, gelegentlich auch Cyanverbindungen, Teerreste, Karbolsäure usw., von denen die überwiegende Menge der Ammoniakverbindungen, behufs Verwertung, sorgsam ausgeschieden werden. Bieten demnach diese Wässer nur bei Betriebsstörungen eine Gefahr, so muß doch hervorgehoben werden, daß die Destillationsrückstände nach der Ammoniakgewinnung, wegen der giftigen Teerderivate, Cyan- und Schwefelverbindungen, sowie der schwefligsauren und unterschwefligsauren Salze besondere Aufmerksamkeit verdienen. Wie Weigelt angibt, ermittelte J. König in einem Liter solcher Destillationsrückstände u. a.: Abdampfrückstand 20,4,

Rhodankalzium 2,3, Schwefelkalzium 2,6; unterschwefliges Kalzium 1,0; Phenole 0,6 und Kalk 6,4 g.

Die rohen Abwässer enthalten vor der Destillation bis gegen 30 g Ammoniak zu etwa 60 bis 70% an Kohlensäure gebunden und bis zu 242 g Gesamtstickstoff.

Aus dem zur Reinigung benutzten Gaskalk und den sonstigen Reinigungsmassen, „auch aus Fettgas-, Holzgas-, Teergas- und Rohpetroleumgasfabriken können Schwefelmetalle, lösliche Eisensalze und anderes mehr neben den schädlichen Ammoniakverbindungen abfließen, Rhodanverbindungen, Phenole usw., die bei undichtem Gasometer den Boden und damit das Grundwasser bzw. dessen Abflüsse infizieren“.

Aus der nachfolgenden, dem Werke „Schmidt, Der heutige Stand der Abwässerklärungsfrage und die Reinhaltung unserer Vorfluter, Verlag F. Leineweber in Leipzig, S. 18 u. f.“ entnommenen Tabelle, ersehen wir noch einmal zusammenhängend die Natur der schädlichen Verunreinigungen der Abwässer und welches Reinigungsverfahren am besten den in dem zu reinigenden Wasser enthaltenen Verunreinigungen entspricht. Wir sehen aber noch weiter aus der Tabelle, daß die überwiegende Mehrzahl der im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe der Lebenstätigkeit der Menschen und Fische nachteilig ist.

Die letzte Rubrik zeigt uns, daß es verschiedene Arten der Reinigung von Abwässern gibt, nämlich das mechanische, das chemische oder richtiger mechanisch-chemische und das biologische oder Oxydationsverfahren.

Lfd. Nr.	Der Abwässer Herkunft	Natur der schädlichen Verunreinigungen	Die den verschiedenen Verunreinigungen entsprechenden Reinigungsverfahren
1	<i>Städte.</i> Vielartiges Gemenge von Haus- und gewerblichen Abwässern.	Organisch.	Oxydation.
2	<i>Schlachthäuser.</i> Blut, Haare, Wollschmutz und kleine Fleischabgänge.	Organisch.	Oxydation.
3	<i>Molkereien.</i> Aus dem Milchablieferungs-, dem Separatorenraum und der Käseerei.	Organisch.	Oxydation.
4	<i>Gerbereien und Lederfabriken.</i> Aus den Einweichfässern, den Kalkgruben, den Kleien-, Hundekot- und ausgenutzten Lohbädern, den arsenhaltigen Abfallwässern der Weißgerbereien und den Beizen der Färbereien.	Organisch. Kalk und Arsen giftig. Die Metallsalze aus den Beizen der Färbereien teils giftig, teils mechanisch wirkend. Bei Verwendung von Gaskalk, siehe diesen.	Oxydation. Arsen durch Kalk und Eisenchlorid ausfällen. Die Beizen der Färbereien, soweit sie nicht dem Oxydationsverfahren allein oder in Mischung mit den organischen Verunreinigungen zugänglich sind, durch gebrauchte Lohe filtrieren.
5	<i>Brauereien, Brennereien und Hefefabriken.</i> Einweichwässer der Gerste, Spülwässer, Kochwässer der Kartoffeln.	Organisch.	Oxydation.
6	<i>Stärkefabriken.</i> Alle im Wasser löslichen Bestandteile der Rohstoffe.	Organisch.	Oxydation.

Lfd. Nr.	Der Abwässer Herkunft	Natur der schädlichen Verunreinigungen	Die den verschiedenen Verunreinigungen entsprechenden Reinigungsverfahren
7	<i>Zuckerfabriken.</i> Auf 1000 L. Rüben: Rübenwaschwasser 25 cbm Saftgewinnung 111 „ Kondensation 511 „ Knochenkohlehaus 25 „ Reinigung 12,5 „ <hr/> 684,5 cbm	Organisch. Die Kondensationswässer enthalten nur geringe Fettmengen der Schmiermittel.	Oxydation.
8	<i>Papierfabriken.</i> Alkalilaugen, Kalk und Chlorkalk. Saures, schweflig-saures Kalzium usw. Färbemittel und Beschwerungsmittel. Teile der Rohstoffe.	Giftig. Giftig. Teils giftig, teils mechanisch wirkend. Organisch.	Fällung, Verdünnung oder Neutralisation. Oxydation nach Entfernung der unlöslichen Stoffe mittels Stofffänger.
9	<i>Flachsrotten.</i>	Organisch.	Oxydation.
10	<i>Ölindustrie.</i> Waschwässer von der Entfernung der Schwefelsäure.	Giftig und organisch.	Schwefelsäure neutralisiert, alsdann Oxydation.
11	<i>Leimsiedereien und Düngerfabriken.</i> Kalk und organische Abgänge.	Giftig und organisch.	Fällung der Kalkwässer, Oxydation.
12	<i>Federreinigungsanstalten.</i> Waschwässer.	Organisch.	Oxydation.

Lfd. Nr.	Der Abwässer Herkunft	Natur der schädlichen Verunreinigungen	Die den verschiedenen Verunreinigungen entsprechenden Reinigungsverfahren
13	<i>Schafwäschen.</i> Wollwäschereien, Tuch-, Baumwolle- und Seidenfabriken.	Organisch (Wollschweiß usw.). Reinigungsmittel u. Farben, teils giftig, teils mechanisch wirkend.	Teils der Oxydation zuzuweisen, teils chemisch zu behandeln oder zu fällen.
14	<i>Farbenfabriken u. Färbereien.</i>	Teils giftig, teils mechanisch wirkend.	Oxydation u. chem.-mechanische Behandlung. Auch Filtration durch eisenschüssigen Lehm.
15	<i>Vanilin-, Heliotropin- und Kumarinfabriken.</i>	Giftig (Salzsäure).	Behandlung durch Kalk.
16	<i>Leuchtgasfabriken.</i> Gaskalk und Gaswasser.	Giftig.	Gaskalk aufschütten, ruhen lassen. Das durchrieselnde Regenwasser darf nicht in das Grundwasser gelangen. Gaswasser zur Gewinnung von Ammoniak benutzt. Das abgekochte Wasser verdünnen odervon Sägespänen aufsaugen lassen. Diese trocknen und verbrennen.
17	<i>Acetylenfabrik.</i> Kalziumhydroxyd nebst Verunreinigungen des Karbids.	Giftig (Kalk).	Entschlammung. Filtration und Trocknung.
18	<i>Braunkohlen- gruben.</i>	Mechanisch wirkend.	Fällung auf mechanischem Wege.
19	<i>Braunkohlenschwefelereien.</i>	Giftig. Ähnlich wie bei Gasfabriken.	Saures, schwefligsaures Kalzium zersetzen nebst etwas

Lfd. Nr.	Der Abwässer Herkunft	Natur der schädlichen Verunreinigungen	Die den verschiedenen Verunreinigungen entsprechenden Reinigungsverfahren
20	<i>Steinkohlengruben, Salinen usw. mit hohem Gehalt an Chlornatrium. Abwasser von der Entwässerung der Gruben.</i>	Der Salzgehalt macht das Wasser zu vielen Arten der Verwendung ungeeignet.	Kalkmilch und durch Knochenkohle filtrieren. Bleibt trüb und braun. Reinigung nur dann möglich, wenn der Gehalt ein so hoher ist, daß Verarbeitung des Abwassers zur Gewinnung des Salzes möglich ist.
21	<i>Chlorkaliumfabriken, Salzsiedereien usw. mit hohem Gehalt an Chlorkalium und Chlormagnesium.</i>	Dieses Abwasser macht das Flußwasser für viele Zwecke ungeeignet.	Nur bei direkter technischer Verwendung durchführbar. Verschiedene Verfahren.
22	<i>Abwasser mit Gehalt an Chlorbarium.</i>	Giftig.	Geht mit den Sulfaten des Wassers Verbindungen ein, welche das Chlorbarium unschädlich machen.
23	<i>Abwasser mit Gehalt an Chlorstrontium und Abwasser aus Cölestin- und Strontianitgruben.</i>	Meist schlammig, durch aufgeschlemmten Ton und kohlen-sauren Kalk. Bei sehr hohen Gaben giftig.	Die Reinigung ist noch nicht erforderlich gewesen.
24	<i>Abwasser aus Zinkblendegruben und Zinkblendepochwerken mit Gehalt an Zinksulfat.</i>	Schädlich für den Boden, die Pflanzen, die Fischerei.	Chemisch.
25	<i>Abwasser aus Schwefelkiesgruben, Schwefelkieswäscherien, Steinkohlen-</i>	Schwefelsäure und Ferrosulfat giftig für die Pflanzen. Eisenhydroxyd als unan-	Lüftung, Kalkzusatz und Fällung.

Lfd. Nr.	Der Abwässer Herkunft	Natur der schädlichen Verunreinigungen	Die den verschiedenen Verunreinigungen entsprechenden Reinigungsverfahren
	gruben und -Halden und Berlinerblaufabriken mit Gehalt an freier Schwefelsäure und Ferrosulfat.	genehmer Schlamm- bildner.	
26	<i>Abwasser aus Drahtziehereien.</i>	Schwefelsäure und Kalk.	Wie vor.
27	<i>Abwasser von Kiesabbränden.</i>	Giftig.	Technische Verarbeitung.
28	<i>Silberfabriken, Messinggiessereien, Knopffabriken. Abwässer mit einem Gehalt an Kupfersulfat.</i>	Giftig.	Technische Verarbeitung.
29	<i>Nickelfabriken.</i>	Giftig.	Reinigung nicht durchgeführt.
30	<i>Verzinkereien.</i>	Giftig.	Technische Verarbeitung.
31	<i>Soda und Pottasche-Fabriken. Abwässer mit einem Gehalt an Schwefelkalzium und Schwefelnatrium.</i>	Giftig.	Technische Verarbeitung.
32	<i>Abwasser von Schlackenalden.</i>	Giftig für Pflanzen.	Reinigung nicht ausgeführt.
33	<i>Abwasser von der Steinkohlenwäsche.</i>	Teils giftig (Schwefelsäure), teils salzig, teils mechanisch wirkend durch den Schlamm.	Lüftung, Entschlammung und Abstumpfung der Säuren.
34	<i>Chlorkalkfabriken.</i>	Giftig.	Mit Kalk fällen und an der Luft oxydieren

Lfd. Nr.	Der Abwässer Herkunft	Natur der schädlichen Verunreinigungen	Die den verschiedenen Verunreinigungen entsprechenden Reinigungsverfahren
35	<i>Bleichereien.</i>	Giftig.	lassen, sonst technische Verarbeitung. Abgänge der Laugen und des Säurebades neutralisieren sich gegenseitig. Erforderlichen Falls Kalkzusatz.
36	<i>Abgänge von der Fabrikation des Blutlaugensalzes.</i>	Giftig.	Technische Verarbeitung.
37	<i>Abwasser aus Galvanisieranstalten.</i>	Giftig.	Reinigung unbekannt.
38	<i>Abwasser aus Dynamitfabriken.</i>	Giftig.	Abstumpfung der Säuren.

Wir wissen also nun aus vorstehender Tabelle, welches Verfahren bei gewissen Verunreinigungen der Abwässer im Interesse der Reinerhaltung unserer Vorfluter anzuwenden ist und ersehen ferner, daß häufig mehrere Reinigungsarten zusammenwirken müssen, um den beabsichtigten Reinigungseffekt zu erzielen.

Die Kenntnis, nach der besten Art Abwässer zu reinigen, genügt aber nicht immer bei der Projektierung von Kläranlagen; die Wirtschaftlichkeit der Anlage, der Unterhaltung und des Betriebes werden häufig die ausschlaggebende Rolle bei der engeren Auswahl unter den verschiedenen Systemen ein und desselben Reinigungsverfahrens spielen. Zu berücksichtigen sind ferner die mehr oder weniger weitgehenden Ansprüche, welche an den Reinigkeitsgrad des Abwassers gestellt werden und welcher

meistens abhängig ist von dem Ursprung des Wassers und von der Beschaffenheit des Vorfluters.

Entnahme und Untersuchung von Abwasserproben.

(Mit freundlicher Erlaubnis des Herrn Professor Dr. Weigelt-Berlin benutze ich in diesem Abschnitt vorwiegend das gleiche Kapitel seines bereits mehrfach erwähnten Buches „Vorschriften für die Entnahme und Untersuchung von Abwässern und Fischwässern, aufgestellt von einer wissenschaftlichen Kommission des Deutschen Fischerei-Vereins, nebst Beiträgen zur Beurteilung unserer natürlichen Fischgewässer. Verlag des Deutschen Fischerei-Vereins Berlin W. 1900“.)

Zur Beurteilung der Beschaffenheit eines Wassers ist eine Untersuchung desselben in physikalischer, chemischer und bakteriologischer Hinsicht vorzunehmen, deren richtiger Ausfall zunächst von einer korrekten Probenahme abhängig ist.

Es ist entscheidend für den Befund, in welcher Art, zu welcher Zeit, mit welchen Gefäßen, in welcher Menge, an welchen Stellen des Baches, Flusses, Teiches usw. das Wasser entnommen wird, insbesondere, ob aus der Mitte oder am Rande und in welcher Entfernung vom Ufer.

Die Entnahme der Wasserproben hat möglichst durch einen Sachverständigen oder unter dessen Aufsicht zu erfolgen und zwar in zureichender Menge, in vorschriftsmäßig gereinigten Gefäßen, an bestimmten maßgebenden und eventuell verschiedenen Stellen, häufig während einiger Stunden in gewissen Pausen und unter Umständen wiederholt in ver-

schiedenen Zeiten während eines längeren Zeitraumes.

Die einmalige Entnahme von Wasserproben an einer beliebigen Stelle der Gewässer ist meist keine maßgebende Grundlage für die Beurteilung des Wassers, da das Resultat, weil abhängig von den obwaltenden Witterungsverhältnissen, von dem jeweiligen Wasserstande, von den augenblicklichen Betriebsverhältnissen einer als Quelle der Verunreinigung verdächtigen Anlage u. dgl. mehr, stets einseitig sein wird.

Über **Art und Zeit der Probenahme von Abwässern** empfiehlt Weigelt (S. 6) folgendes:

1. *Das Abwasser fließt beständig mit derselben Beschaffenheit ab.* In diesem Falle kann die Probe zu einer beliebigen Zeit des Tages oder der Nacht entnommen werden.

2. *Das Abwasser fließt zwar beständig, aber mit ungleicher Beschaffenheit ab.* Dann hat der Sachverständige, den Umständen entsprechend, zu verschiedenen Zeiten des Tages bzw. der Nacht Proben zu entnehmen.

3. *Das Abwasser fließt nur während einer gewissen Zeit des Tages oder der Nacht gewissermaßen stoffweise ab.* In diesem Falle ist die Probe während der Zeit zu entnehmen, wo das Abwasser abgelaßen wird.

4. *Wenn es sich darum handelt, gleichzeitig eine Abwasserreinigungsanlage zu kontrollieren,* bzw. die Wirkung eines Reinigungsverfahrens, sei es mechanische Abklärung oder chemische Fällung oder Berieselung, festzustellen, so ist für die Entnahme der Durchschnittsprobe, wenn irgend möglich, die Zeitdauer zu berücksichtigen, welche das Wasser braucht, um die Anlage zu passieren, damit die Probe des gereinigten derjenigen des in die Anlage einfließenden Wassers entspricht.

Bei der **Ausführung der Probenahme** haben wir zu unterscheiden:

Probenahme für die chemische	Untersuchung
„ „ „ biologische	„
„ „ „ bakteriologische	„

a) *Probenahme für die chemische Untersuchung.*
 Als Gefäße für die Probenahme sind sorgfältig gereinigte, am besten neue Glasflaschen mit Glasstopfen oder gut gereinigte Mineralwasserflaschen mit Patentverschluß zu empfehlen.

Die Probemenge soll wenigstens 1 Liter, besser jedoch 2 bis 4 Liter betragen.

Bei der Probenahme ist die Flasche mindestens dreimal mit dem Wasser auszuspülen, von dem nachher eingefüllt werden soll. Das Spülicht darf nicht in das Wasser an der Schöpfstelle zurückgegossen werden. Die Flasche ist beim Schöpfen am Halse anzufassen; ebenso der Glasstopfen nur am Griff, damit das einzufüllende Wasser nicht mit der Hand in Berührung kommt.

Zum Schöpfen und Einfüllen des Wassers in die Flaschen bedient man sich am besten eines anderen, an einer entsprechend langen Schnur oder Draht hängenden, gut gereinigten Glasgefäßes.

Wünschenswert ist, die verschiedenen Proben einer Untersuchungsreihe möglichst gleichzeitig zu entnehmen.

Auf jeder Flasche soll in dauerhafter Weise die Art des Wassers, sowie Ort, Tag und Stunde der Entnahme angegeben sein.

Glasflaschen und Glasstopfen sind mit Pergamentpapier gut zu verbinden.

Unter Umständen, namentlich bei Verunreinigungen durch Metallverbindungen, empfiehlt sich auch die Entnahme von Schlammproben.

b) Für die *Probenahme für die biologische Untersuchung* sind außer vorstehenden Bestimmungen

noch folgende zu beachten: Für jede Untersuchung sind mindestens zwei Proben erforderlich; nämlich eine Wasserprobe mit den im Wasser lebenden kleinen Tieren und Pflanzen und eine Bodenprobe, indem man den am Ufer gesammelten Schlamm oder Sand in ein $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Liter fassendes Glas bringt, welches zu $\frac{3}{4}$ mit Wasser angefüllt ist. Für die Wasserprobe ist ein etwa 1 Liter fassendes Glas mit weiter Mündung und gutem Kork- oder Schraubenverschluss (Einmachglas) am Ufer zu $\frac{3}{4}$ mit Wasser zu füllen und in demselben 10 bis 20 Exemplare von den im Wasser vorhandenen Pflanzen mehrfach abzuspülen und abzustreifen, um die darin befindlichen Organismen zu sammeln. Einige Pflanzen werden in das Glas geworfen, ebenso die verschiedenartig gefärbten Überzüge, Anflüge, usw., welche sich auf den im Wasser liegenden Steinen, Holzteilen und Pflanzen vorfinden, abgekratzt und mit ihrer Unterlage, falls diese nicht zu groß und schwer ist, dem Sammelgefäß einverleibt. Dasselbe geschieht mit den auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Flocken, Watten, Fladen, Schnecken, Muscheln, Insektenlarven u. dgl. mehr. Gelangt die Probe nicht innerhalb 24 Stunden in die Hände des Untersuchenden, so ist sie zu konservieren, d. h. in ein doppelt so großes Glas überzufüllen, in welchem sich ungefähr $\frac{3}{4}$ Liter einer Lösung von 1% Formalin oder von konzentrierter Pikrinsäure mit 2% Essigsäure befindet.

Aus größeren Gewässern wird zweckmäßig noch eine dritte Probe entnommen, indem man ein Plankton- oder feinmaschiges Gazenetz 5 bis 10 mal langsam durch das Wasser zieht und den Inhalt in ein Glas mit weiter Öffnung überspült.

c) Über die *Probenahme für die bakteriologische Untersuchung* sei hier nur folgendes, ebenfalls nach Weigelt, bemerkt:

Stöpselflaschen von etwa 100 ccm Inhalt werden mit einer Sublimatlösung von 1 ‰ ausgespült, ebenso der Stöpsel abgespült, zugestöpselt und mit einer Gummikappe verschlossen. Erst am Orte der Entnahme werden die Flaschen geöffnet; Flasche und Stöpsel sind darauf mehrmals gründlich mit Wasser von derselben Stelle aus- resp. abzuspülen, von welcher die Probe entnommen werden soll. Hierauf wird die Flasche vollständig gefüllt, zugestöpselt und mit der Gummikappe verschlossen. Dabei ist darauf zu achten, daß man bei der Füllung der Flasche nicht mit den Fingern in den Flaschenhals hineingelangt oder den in diesen passenden Teil des Stöpsels berührt, damit keine Bakterien in das Wasser gelangen, die demselben ursprünglich fremd sind. In jeder Apotheke wird übrigens die Herrichtung der Gefäße ausgeführt.

Als besonders geeignet empfiehlt Weigelt die Flüggeschen Glaskugeln und zur weiteren Verarbeitung der Probe gleich an Ort und Stelle, einen von Geheimrat Proskauer konstruierten transportablen Kasten, welcher 4 sterile Erlenmeyersche Kölbchen zur Wasserentnahme, 1 Thermometer, 1 Spirituslampe, 12 sterile Petri'sche Doppelschalen in 2 runden Blechbüchsen, 12 Reagensgläser mit Gelatine, 15 sterile Pipetten in 3 Röhren, 1 zusammenlegbaren Dreifuß, Handtuch u. dgl. enthält.

Die **Verpackung und Versendung der Proben** hat sofort nach ihrer Entnahme zu geschehen, unter Beifügung einer Schilderung über die näheren Umstände der Probenahme und der sonstigen Wahrnehmungen.

Um die Intensität der Verunreinigung eines Wasserlaufes durch Abwasser richtig beurteilen zu können, ist es ferner notwendig bei der Probenahme die Wassermenge des Gewässers, die Menge des zu- und abfließenden Wassers und den Grad

der Verdünnung, d. h. das Verhältnis des zufließenden Abwassers zu der im Vorfluter vorhandenen Wassermenge zu ermitteln.

Untersuchung der Proben.*)

a) *Die chemische Untersuchung* zerfällt in eine Vorprüfung an Ort und Stelle und in eine eingehende Analyse im Laboratorium.

Die Vorprüfung erstreckt sich auf:

1. Das Aussehen des Wassers, ob hell und klar, oder ob gefärbt, getrübt und wie?

Ein Wasser gilt als klar, wenn man durch eine 30 cm hohe Schicht desselben gewöhnliche Druckschrift noch deutlich lesen kann. Hierbei lassen sich auch schwache Färbungen leicht feststellen und durch Beigabe einiger Tropfen verdünnter Salzsäure vielfach auf die Natur der die Abwässer trübenden Sinkstoffe schließen.

2. Den Geruch, ob nach Schwefelwasserstoff, schwefliger Säure, freiem Chlor, Buttersäure, Ammoniak usw., oder ob charakteristisch für irgend ein gewerbliches Abwasser (z. B. Rübengeruch).

3. Die Reaktion, ob neutral, sauer oder alkalisch, was mittelst neutralen Lackmuspapieres oder durch Zusatz neutraler Lackmuslösung festgestellt werden kann.

4. Die Temperatur, welche an verschie-

*) Es würde den Rahmen dieses Buches weit überschreiten, wollte ich hier auch nur einigermaßen eingehend die verschiedenen Untersuchungsmethoden anführen. Ich verweise daher außer auf Weigelt noch auf: Fischer, Das Wasser. König, Die Verunreinigung der Gewässer. Ohlmüller, Die Untersuchung der Gewässer. Ferner auf die Einzelabhandlungen in den Mitteilungen der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung und auf Abhandlungen von Vogel und anderer Gelehrter in den Fachzeitschriften: Das Wasser, Zentralblatt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Gesundheitsingenieur, Gesundheit usw.

denen Stellen und Tiefen des Wassers zu ermitteln ist.

5. Die freien Gase und Säuren und zwar qualitativ: Schwefelwasserstoff mit Bleipapier;
 Kohlensäure mit Kalkwasser;
 freies Chlor mit Jodkaliumstärkekleister;
 Ammoniak bzw. Ammoniaksalze durch Nestlers Reagens;
 Salpetrige Säure mittels Metaphenylen-diamin;
 Salpetersäure mit Diphenylamin und Schwefelsäure;
 quantitativ: freies Chlor mittels arseniger Säure, Thiosulfat, Jodkalium und Jodlösung;
 Sauerstoff und Stickstoff mit dem Tenax-apparate.

Stark faulende Abwässer sollen mit Chloroform konserviert werden, auch kann man, um einem Ammoniakverluste vorzubeugen, Sonderproben mit verdünnter Schwefelsäure versetzen.

Die chemische Untersuchung im Laboratorium muß tunlichst bald nach der Probenahme beginnen, damit eine Zersetzung des Wassers nicht eintritt. Ist aber eine Aufbewahrung unvermeidlich, so sind die Wasserproben wie vor angegeben zu konservieren oder im Eisschrank bzw. bei niedriger Temperatur aufzubewahren.

Erwärmung des Abwassers auf 40 bis 50° C oder Umschwenken einer Probe läßt meist den Geruch deutlicher hervortreten.

Die Farbe des filtrierten Wassers und deren Veränderlichkeit ist zu beachten, ebenso ob das Wasser überhaupt klar filtrierbar ist und ob, sowie in welcher Zeit die Schwebestoffe sich absetzen.

Die weitere Untersuchung wird sich je nach der Natur der Abwässer zu erstrecken haben auf:

1. Die Schwebestoffe,

2. Gesamtrückstand, Glührückstand und Glühverlust,
3. organische Substanzen a) Permanganatmethode,
b) Oxydation mittelst Chromsäure,
4. Alkalität und Azidität,
5. freie Säuren,
6. schweflige Säure und ihre Salze,
7. Chlor a) freies bzw. unterchlorige Säure (Hypochlorite),
b) gebundenes (Chloride),
8. Schwefelwasserstoff und Sulfide,
9. Mineralstoffe, giftige Metallverbindungen, einschließlich Tonerde und Eisenverbindungen,
10. Ammoniak,
11. Gesamtstickstoff ausschließlich Nitrite und Nitrate. Albuminoid-Ammoniak, bzw. nicht flüchtige organische Stickstoffverbindungen,
12. salpetrige Säure,
13. Salpetersäure,
14. Kohlensäure a) Gesamtkohlensäure,
b) freie Kohlensäure,
c) festgebundene Kohlensäure,
d) freie und halbgebundene Kohlensäure,
15. Sauerstoff und Stickstoff,
16. Zucker, Stärke,
17. unzersetzte Eiweißverbindungen,
18. Harnstoff,
19. Fäkalien und Verwesungsprodukte,
20. Haltbarkeit der Abwässer und Gärversuche.

Von den vorstehenden Beobachtungen und Untersuchungen müssen unter allen Umständen die nachfolgenden vorgenommen werden:

1. Äußere Beschaffenheit (Farbe, Klarheit, Geruch),
2. Reaktion (sauer, alkalisch),
3. Gesamt- und Glührückstand, bzw. Glühverlust,
4. Organische Substanz (Permanganat),
5. Giftige Gase (Chlor, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, Ammoniak),
6. Giftige Metallsalze (Schwermetalle, einschl. Eisen- und Tonerdesalze, lösliche Schwefelmetalle).

Außerdem ist mitunter die quantitative Bestimmung von Sauerstoff und Kohlensäure unerlässlich, ebenso bei Abwässer, welche fäulnisfähige organische Substanzen enthalten, im hygienischen Interesse die Berücksichtigung der unter Nr. 10 bis 13 und 17 bis 20 aufgeführten Stickstoffverbindungen.

b) *Die biologische Untersuchung.* Die in jedem natürlichen Gewässer vorhandenen Tiere und Pflanzen werden durch Verunreinigung des Wassers in ihren Existenzbedingungen gestört und zwar in doppelter Richtung.

1. Bei hochgradiger Verunreinigung durch Stoffe, welche dem organischen Leben absolut schädlich sind, wie z. B. Metallgifte, kann alles tierische und pflanzliche Leben vernichtet werden, trotzdem das Wasser häufig rein und klar erscheinen wird.

2. Bei weniger starker Verunreinigung oder wenn dieselbe durch Stoffe erfolgt, welche dem organischen Leben an sich nicht schädlich sind, wie z. B. viele organische Abfälle der Städtereinigung, aus Brauereien, Brennereien, Holzschleifereien, Mühlen, Stärkefabriken, Zuckerfabriken, Gerbereien, usw., wird die Tier- und Pflanzenwelt nicht immer vollständig vernichtet werden, sondern nur ihren ursprünglichen Charakter verändern.

Man kann daher unter Umständen aus dem Studium der Flora und Fauna einen Rückschluß auf eine etwa vorhandene Wasserverunreinigung ziehen.

Eine solche ist als erwiesen zu betrachten: wenn die in dem Wasser vorhandenen Fische von Krankheiten ergriffen werden, resp. daran eingehen, welche nachweisbar unter natürlichen Verhältnissen nicht entstanden wären. (Blutungen der Kiemen, Atemnot und Anämie, Trübungen der Hornhaut, Erblindungen, Zerstörung großer Flächen der Oberhaut und der Schuppen, sowie Ecchymosen im Mund und Schlund).

Doch ist, wie Weigelt (S 39) des näheren ausführt, hierbei große Vorsicht geboten, da die angedeuteten Erkrankungen auch andere Ursachen haben können und große Epidemien unter den Fischen nicht selten auftreten.

Eine Wasserverunreinigung ist ferner als erwiesen zu betrachten, wenn die niedere Tierwelt entweder vollständig ausgestorben ist, resp. nur noch in vereinzelt Exemplaren hier und da vorkommt,

oder ihren ursprünglichen Charakter auffällig geändert hat,

wobei jedoch vorausgesetzt wird, daß nicht durch umfangreiche Dammbauten, Uferanschüttungen usw. der Charakter der betr. Wasserstrecke geändert worden ist.

Die Untersuchung geschieht in beiden Fällen durch Vergleichung mit einer benachbarten, möglichst gleichartigen, aber von einer Verunreinigung nicht betroffenen Strecke desselben Gewässers.

Endlich ist eine Wasserverunreinigung als erwiesen zu betrachten:

wenn die Flora des Gewässers, und zwar sowohl die höheren wie die niederen Pflanzen,

abstirbt, oder einen schnellen und auffälligen Rückgang zeigt und wenn unter den niederen Pflanzen die grünen, reines Wasser liebenden Algen zurücktreten oder verschwinden, und andere organische Verbindungen zu ihrer Ernährung bedürftige Algen und Pilze überhand nehmen.

Die Untersuchung geschieht wie bereits bei der Tierwelt angegeben.

Ist die Verunreinigung des Gewässers erst vor kurzer Zeit eingetreten, so ist zwar die normale niedrige Vegetation noch vorhanden, aber in abgestorbenem oder kränkendem Zustande.

Weiter ist es ein Beweis für die Anwesenheit organischer Verunreinigungen, wenn sich in dem Wasser größere Mengen von Bakterien, gewisse Fadenpilze, sowie zahlreiche Algen aus der Abteilung der Cyanophyceen vorfinden.

c. *Die bakteriologische Untersuchung.* Dieselben Grundsätze, welche bei der biologischen Untersuchung der Abwässer maßgebend sind, sind es auch fast durchweg bei der bakteriologischen.

Stoffe, welche dem organischen Leben absolut schädlich sind, vermindern auch die Zahl der Bakterien, während Verunreinigungen durch organische Stoffe meist die Zahl der Bakterien außerordentlich vermehren, und zwar geschieht diese Vermehrung lange bevor eine biologische Veränderung des Wassers wahrnehmbar ist. Man kann deshalb aus dem Gehalt eines Wassers an Bakterien meist auf die Menge des in ihm enthaltenen organischen Stoffes schließen und namentlich annehmen, daß das Wasser reich an zersetzungsfähigen organischen Stoffen ist, weil diese den besten Nährboden für die Bakterien bilden.

Die bakteriologische Untersuchung hat also zunächst die Menge der im Wasser vorhandenen Bakterien festzustellen. In gutem, nicht übermäßig

verunreinigten Wasser finden sich nur wenige Bakterien in einem Kubikzentimeter vor, während bei stärkeren Verunreinigungen diese Menge sehr schnell auf Tausende von Keimen im ccm. Wasser anwächst.

Die bakteriologische Untersuchung muß tunlichst *sofort* nach der Probeentnahme stattfinden, um eine Vermehrung der Bakterien in der Wasserprobe zu verhindern. Ist eine sofortige Untersuchung nicht möglich, so muß das Wasser kalt, d. h. unter 5° C, gehalten werden, weil man nur dann annehmen kann, daß sich die Bakterienmenge im Wasser in der Zwischenzeit nicht wesentlich vermehrt haben wird.

Das Wachstum der Bakterien hindernde Mittel dürfen zur Konservierung des Wassers nicht verwandt werden.

Die Bestimmung der Anzahl der Bakterien geschieht in folgender Weise: In einem Becherglase, in welchem sich Wasser von etwa 30° C befindet, wird die Nährgelatine, (Fleischsaftgelatine, saure Gelatine, alkalische Gelatine usw.) verflüssigt. Die sterilisierte Gelatine wird in einer Menge von je 10 ccm in Reagensröhrchen, die mit einem Baumwollbausch verschlossen sind, aufbewahrt. Den einzelnen Röhrchen werden dann mit steriler Pipette abgestufte Mengen des zu untersuchenden Wassers zugesetzt und das Wasser durch Hin- und Herneigen des Röhrchens möglichst gleichmäßig mit der Gelatine vermischt, wobei das Auftreten von Luftblasen durch zu starkes Schütteln tunlichst vermieden werden soll. Darauf wird der Inhalt jedes Röhrchens auf den Boden einer sterilen Doppelschale, einer sogenannten Petrischen Schale, ausgegossen. Die Schale muß dabei horizontal stehen, damit sich die Gelatine über der ganzen Bodenfläche verteilt.

Man kann auch das zu untersuchende Wasser

in abgemessener Menge in die untere Petri-Schale bringen, dann die Gelatine darauf ausgießen und nach Bedecken mit der oberen Schale Wasser und Nährboden durch Hin- und Herbewegen der Schalen mischen.

Die so hergestellten Gelatineplatten bleiben ruhig stehen, bis die Gelatine erstarrt ist und sind dann bei etwa 20—22° C im Dunkeln aufzubewahren. In etwa 48 Stunden sind die einzelnen Keime zu mikroskopisch sichtbaren Kolonien ausgewachsen und können dann mittelst einer Lupe oder bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop gezählt werden. Wann die Zählung mit Erfolg vorgenommen werden kann, richtet sich nach dem mehr oder minder schnellen Wachstum der im Wasser vorkommenden Bakterien.

An Stelle des Gelatinenährbodens ist in neuerer Zeit ein anderer Nährboden empfohlen worden, welcher aus 12,5 g Agar-Agar und 7,5 g Albumose Heyden in einem Liter destillierten Wassers besteht.

Um nicht alle Kolonien zählen zu müssen, empfiehlt sich die Anwendung einer Zählplatte. Dieselbe besteht aus einer Glasplatte, welche in Felder von je 1 qcm geteilt ist und über die Petrische Schale gelegt wird. Man zählt nun eine Anzahl Felder aus, berechnet das Mittel der gefundenen Zahlen und multipliziert mit dem Flächeninhalt (ebenfalls in qcm) der Petrischen Schale.

Ausführliches über die bakteriologische Untersuchung findet sich in jedem Lehrbuch der Bakteriologie.

Die Selbstreinigung der Flüsse.

Man versteht hierunter den Vorgang, welcher eine Verminderung der in dem dem Gewässer zugeführten Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe herbeiführt, so zwar, daß die Zusammensetzung des Flußwassers an einer gewissen Stelle unterhalb des Schmutzwassereinlaufs wieder etwa dieselbe Zusammensetzung hat wie oberhalb desselben.

Die Selbstreinigung setzt sich nun aus einer Reihe verschiedener Einzelvorgänge zusammen, welche zusammengefaßt das vorerwähnte Gesamtergebnis ergeben.

Einen Hauptfaktor bildet hierbei wohl die Verdünnung, denn je geringer die Menge des Zuflusses und je größer die Wasserführung eines Wasserlaufes ist, um so schneller wird das Abwasser vom Flußwasser durchsetzt und verdünnt. Ich möchte den Verdünnungsprozeß mit einer mechanischen Klärung des Abwassers vergleichen und zwar umsomehr, als die Aufsichtsbehörden in neuerer Zeit sich mehrfach damit einverstanden erklärt haben, daß das Abwasser ohne weiteres in den Vorfluter entlassen wird, nachdem durch eine Rechen- oder sonstige Anlage die grübsten Sinkstoffe zurückgehalten sind.

Außer der Wassermenge ist die Stromgeschwindigkeit für die Selbstreinigung von großer Wichtigkeit. In langsam dahin fließendem Wasser werden sich die Schmutzstoffe sehr bald auf der Flußsohle lagern, hier Schmutzbänke bilden, welche in stinkende Fäulnis übergehend für die Anwohner und das Fischleben gefährlich werden können, während in schnell dahinfließendem Wasser die Schmutzstoffe lange Zeit in der Schwebe erhalten, zerrieben und durch die Einwirkung der Luft und der im Wasser enthaltenen Kleinlebewesen zerstört

werden. Es soll aber auch hervorgehoben werden, daß es Fälle gibt, in denen man großen Wert auf möglichst schnelle Sedimentierung legt.

Außer dem rein mechanischen Absetzen vorhandener Sinkstoffe kommt noch eine natürliche chemische Reinigung in Betracht: Eine Sedimentbildung unter Mithilfe der im Wasser vorhandenen und der etwa aus der Luft in das Wasser gelangenden Gase.

Ein weiterer Faktor für die Selbstreinigung ist der Temperaturwechsel im Wasser, da bei niedriger Temperatur die Löslichkeit gehemmt, mit steigender Temperatur vermehrt wird. Andererseits können wir annehmen, daß unter dem Einfluß der Kohlensäure der Luft bei niedriger Temperatur Bikarbonatbildungen eintreten, welche unter der Wirkung höherer Temperaturen wieder zum Zerfall führen können unter Abspaltungen unlöslicher Anteile. In demselben Sinne können sich unter dem Einfluß der Temperatur Reduktions- und Oxydationsvorgänge gestalten, welche ebenfalls eine Sedimentierung herbeiführen. Endlich aber werden unter dem Einfluß des Lichts die färbenden, gelösten Humussubstanzen unlöslich und dadurch absatzbereit.

Den Vorrang bei der Selbstreinigung der Flüsse besitzen aber wohl die im Wasser enthaltenen Kleinlebewesen, durch deren Tätigkeit nicht nur eine mechanische Beseitigung der Schmutzstoffe herbeigeführt wird, sondern auch eine Oxydation derselben. Wir müssen uns den Vorgang der Lebenstätigkeit dieser Mikroorganismen genau so vorstellen, wie bei den später noch zu beschreibenden biologischen Reinigungsverfahren. Außer den Bakterien beteiligen sich auch die Algen, namentlich als Vertilger zerfallener Eiweißkörper an der Reinigungsarbeit, ebenso die höhere Wasserflora und die Fische.

Als Beispiel der Selbstreinigung diene folgende, dem mehrfach erwähnten Werke von Weigelt (S. 225) entnommene Tabelle, welche die Ergebnisse darstellt, wie sie W. Prausnitz an der Isar ermittelt hat.

Die mittlere Geschwindigkeit der Isar betrug zur Zeit der Untersuchung 1,48 m und ihre Wasserführung 35,57 cbm in der Sekunde:

Entnahmestelle in der Isar	km von München	Rück- stand	Chlor	Chamäleon- Verbrauch	Keim- zahl im ccm
		mg im Liter			
Oberhalb München	—	209	3,3	3,02	134
Bogenhauser Brücke	1,0	250	4,4		10420
Hinter der Einmün- dung des Eisbaches	3,1	260	5,1	12,64	14850
Ismanning	13,0	257	4,5	10,99	9396
Erching	22,0	252	4,5	5,66	4863
Freysing	30,0	—	3,9	5,82	3221

Die Verdünnung übte einen hervorragenden Einfluß, denn nur am Eisbach bzw. im Ismanning waren salpetrige Säure bzw. Ammoniak nachweisbar.

Weiter führt Weigelt (a. a. O. S. 226) die Elbe bei Dresden als Beispiel dafür an, welche ungeheuren Schmutzwassermengen einem Flusse mit großer Wasserführung zugeführt werden können, ohne daß seine Zusammensetzung sich wesentlich ändert:

Dresden schickt in die Elbe täglich 16000 cbm Kanalwasser; dazu kommen die Abwässer von 4 Spritfabriken, 16 Brauereien, 37 chemischen Fabriken, 26 Färbereien, 6 Gerbereien, 24 Seifensiedereien, Schlachthof und dgl. Das Elbewasser enthält

nun dort bei 1,0 m unter Null Wasserstand mg im Liter

	aufwärts	abwärts
	Dresden	
Suspendierte Stoffe	7,2	7,3
Gelöste Stoffe	136,5	136,8
Organische Stoffe	17,6	18,4
Chlor	8,7	8,9
Salpetersäure	2,5	3,8
Ammoniak	0,3	0,3

Da bei der kurzen Entfernung von einer eigentlichen Selbstreinigung keine Rede sein kann, so haben wir den günstigen Erfolg allein dem Verdünnungsfaktor zuzurechnen und können weiter sagen, dass bei allen Abwasserreinigungsprojekten für solche Städte und Fabriken, denen ein genügend Wasser führender Vorfluter zur Verfügung steht, zunächst untersucht werden sollte, ob Wasserführung und Geschwindigkeit desselben im Verhältnis zur Schmutzwassermenge so günstig liegen, daß eine Zuleitung des letzteren ohne weiteres d. h. nach nur oberflächlicher Klärung zulässig ist. Allerdings sollte aber stets eine Desinfektionsvorrichtung verlangt werden, um zuzeiten von Epidemien das Abwasser vor seinem Eintritt in den Vorfluter desinfizieren zu können.

Die verschiedenen Reinigungsverfahren.

Die Befreiung des Abwassers von seinen Schmutzstoffen kann entweder auf mechanischem Wege durch Absetzen derselben (Sedimentierung) in langgestreckten Becken oder in Brunnen vor sich gehen, häufig unterstützt durch Beimischung von Fällmitteln, d. h. Chemikalien, welche das Absetzen der Schmutzstoffe vermehren sollen, oder auf

biologischem Wege, indem man das Abwasser über vorbereiteten Boden rieseln oder durch Filter fließen läßt, oder endlich auf elektrischem Wege.

Wir unterscheiden demnach:

1. Abwasserklärung auf mechanischem Wege,
2. Abwasserklärung auf chemisch - mechanischem Wege,
3. Das Rieselfverfahren und die Bodenfiltration,
4. Das biologische Verfahren,
5. Das elektrische Verfahren.

Die ersten beiden Verfahren werden deswegen mit „Klärverfahren“ bezeichnet, weil sie das Wasser nur klären, d. h. es von seinen ihm mechanisch beigemischten Stoffen, nicht aber von den chemisch mit ihm verbundenen und von etwaigen pathogenen Keimen befreien. Dasselbe gilt nach den bisherigen Versuchen auch von dem elektrischen Verfahren.

Das Rieselfverfahren ist das einzige Verfahren, welches in vorstehendem Sinne eine „Reinigung“ des Wassers vornimmt, während dies bei den meisten biologischen Verfahren nur zum Teil der Fall ist; trotzdem rechnet man die biologischen Verfahren meist zur Abwasserreinigung und nicht zur Abwasserklärung.

Da also, mit Ausnahme des Rieselbetriebes, kein Reinigungsverfahren — womit ich für die Folge der Einfachheit wegen auch die sog. Klärverfahren bezeichnen will — die absolut sichere Gewähr für eine Beseitigung etwa vorhandener pathogener Keime bietet, ist es unbedingt erforderlich, jede Reinigungsanlage mit einer Desinfektions-einrichtung und zwar so zu verbinden, daß das gereinigte und nicht schon das ungereinigte Wasser desinfiziert wird. Wählt man, wie jetzt meist, als Desinfektionsmittel Chlor, so muß das desinfizierte Wasser, ehe es in den Vorfluter ent-

lassen wird, wieder von seinem Chlorgehalt befreit werden, um eine Schädigung des Fischlebens im Vorfluter zu verhindern. Dies geschieht durch Nachschaltung eines Absitzbeckens oder -Brunnens oder besser durch einen Filter.

Selbstverständlich tritt die Desinfektionseinrichtung nur zu Epidemiezeiten in Tätigkeit, während sonst das gereinigte Abwasser direkt von der Reinigungsanlage in den Vorfluter gelangt.

Erwähnen will ich noch, daß von einigen Seiten die Zweckmäßigkeit der Desinfektion der Gesamt-abwässer an zentraler Stelle bestritten und die Einzeldesinfektion am Krankenbett empfohlen wird. Nach meiner Erfahrung erzielt man mit der Desinfektion gereinigter Abwässer sehr gute Erfolge, während ich die Desinfizierung ungereinigter Abwässer, d. h. also solcher, welche die Reinigungsanlage noch nicht passiert haben, ebenfalls nicht für zweckmässig halte.

Beim Riesel- und bei den biologischen Verfahren sollte stets eine möglichst weitgehende Vorreinigung des Abwassers, d. h. eine Befreiung desselben von seinen größten Schmutzstoffen, in einem Sandfange oder dgl. vorgenommen werden. Hieraus ergibt sich aber auch der weitere Umstand, daß die einzelnen Reinigungsverfahren nicht getrennt zur Anwendung gelangen müssen, daß vielmehr, wo die Umstände dies erheischen, auch mehrere Reinigungsverfahren miteinander verbunden werden können, z. B. Klärung in Becken mit nachfolgender Berieselung, oder mechanische Vorklärung mit darauf folgender biologischer Reinigung oder Bodenfiltration.

Die Reinigung auf mechanischem und mechanisch-chemischem Wege.

Handelt es sich nur darum, das Abwasser von seinen ungelösten Schmutzstoffen zu befreien, so geschieht dies dadurch, daß man das Wasser lang-

sam durch langgestreckte Becken oder durch Brunnen fließen läßt (Absitzbecken und Absitzbrunnen).

Die Geschwindigkeit des Durchflusses hängt von dem Verschmutzungsgrad des Wassers ab, manchmal auch noch von dem Maße der gewünschten Reinheit des Wassers, und beträgt in Becken meist 2 bis 4 mm, in Brunnen den Bruchteil eines Millimeters in der Sekunde. Nach der Geschwindigkeit bestimmt sich die Länge des Beckens, bzw. die Tiefe des Brunnens, doch wird man selten größere Beckenlängen als 45 bis 50 m und größere Brunnentiefen als 8,0 m wählen.

Zu- und Ablauf sollen bei den Becken einander gegenüber liegen und ersterer, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Wassers über die ganze Beckenbreite zu erreichen, tunlichst breit sein. Um den Zu- und Abfluß des Wassers regulieren zu können, werden Zu- und Ablauf zweckmäßig als Schützenwehre ausgebildet, oder durch Schieber geschlossen und geöffnet. Eine Hauptschwierigkeit liegt beim Beckenbetriebe darin, die Bildung eines sogenannten Stromstriches zu verhindern.

Außer dem vorstehend angegebenen Mittel hingegen, den Einlauf möglichst breit anzulegen, hat sich auch als erfolgreich die Anbringung einer etwa 30 cm hohen Eintauchbohle im Becken, dicht hinter dem Einlauf bewährt.

Die Sohle des Beckens soll nach dem Ablauf hin ansteigen, um das Ausfällen auch der leichteren Schwebestoffe zu erleichtern.

Ferner soll die Sohle auch in der Querrichtung geneigt angelegt werden, damit der Schlamm von allen Seiten nach einem in der Mitte der Sohle oder an der Zuflußseite anzuordnenden Pumpensumpf rutschen kann.

Die Becken bleiben entweder offen, oder sie

werden mit Bohlen oder einem Gewölbe überdeckt. Der Geruchsbelästigung und der Fliegenplage wegen empfiehlt sich in jedem Fall die Überdeckung der Becken und natürlich auch der Brunnen.

In Fig. 1 ist im Längen- und Querschnitt ein der Baukunde des Ingenieurs entnommenes Flachbecken von rechteckiger Form für intermittierenden, d. h. unterbrochenen Betrieb dargestellt. Die Ausmündung liegt etwas höher als die Sohle und 1,2 bis 2,0 m tiefer als der Einlauf. Zum Ablassen des geklärten Wassers dient ein Heber oder drehbares

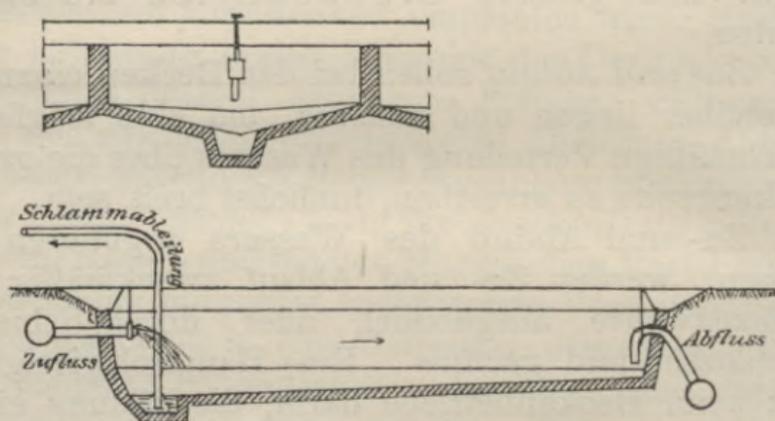


Fig. 1.

Rohr. Die Absaugung des Schlammes geschieht durch einen Saugschlauch, doch kann der Schlamm auch durch eine fahrbare Pumpe oder eine dauernde Pumpenanlage oder einen pneumatischen Apparat entfernt werden.

Da der Betrieb der Becken und Brunnen ein intermittierender ist, so sind stets mehrere derselben erforderlich. Ihre Anzahl bestimmt sich nach der täglich zu bewältigenden Abwassermenge und deren Aufenthalt im Becken.

Als Anhaltspunkt für die Berechnung der Beckengröße mögen folgende Angaben dienen: Gewöhnlich nimmt man an, daß die Aufenthalts-

dauer des Wassers im Becken 6 Stunden und die — natürlich in jedem einzelnen Falle durch Versuche zu bestimmende — Durchflußgeschwindigkeit nicht über 4 mm in der Sekunde betrug. Ferner gibt man den Becken nicht gern eine größere Breite als 8,0 m, weil man befürchtet, durch größere Breite eine ungleichmäßige Durchflußgeschwindigkeit (Stromstrich) zu erhalten. Die durchschnittliche Tiefe des Wasserstandes ist meist 1,50 bis 2,0 m, und das Sohlengefälle in der Längsrichtung 0,5 bis 1,0 m.

Häufig werden auch in die Becken Zwischenwände, ähnlich Fig. 10, eingezogen, um für das Wasser einen längeren Durchflußweg zu erhalten. Hierbei kann dann, wie auch in Fig. 10 angegeben, das Wasser seitlich von einer Durchlaufkammer in die andere gelangen, oder die Wände schließen die ganze Breite des Beckens ab und haben abwechselnd an der Sohle eine Öffnung bzw. am oberen Rande einen Überfall, welche das Wasser zu passieren hat um von einer Kammer in die andere zu gelangen. Die letztere Anordnung ist jedoch nicht so empfehlenswert wie die erstere.

Als Beispiel einer großen mechanischen Reinigungsanlage sei die in Fig. 2 im Grundriß und in Fig. 3 (im vergrößerten) Querschnitt dargestellte neue mechanische Abwasserreinigungsanlage in Frankfurt a. M. erwähnt.

Es sind 14 Kammern*) von je 41 m Länge und 6 m Breite vorhanden, welche das Wasser mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 mm durchfließt. Den Becken ist ein Sandfang vorgelagert, welcher 8,80 m Breite und 2,85 m Wassertiefe besitzt. Die unteren 75 cm der Wassertiefe dienen als Sandablagerng. Anschließend an den Sandfang ist eine

*) Beschreibung und Figuren sind entnommen aus: Die Reinigung der Abwässer in Frankfurt a. M. Herausgegeben vom städtischen Tiefbauamt. Preis 1,50 Mark.

aus drei je 2 m breiten beweglichen Rechen bestehende Rechanlage eingebaut, welche so angeordnet ist, daß die Rechen den Sand selbsttätig herausheben und zur Weiterbeförderung auf ein Transportband werfen. (Da die Rechen sich ausgezeichnet bewährt haben und jetzt vielfach bei Abwasserreinigungsanlagen Verwendung finden, sollen sie am Schluß dieser Besprechung eingehend besprochen werden.)

Vom Sandfang gelangt das Wasser in eine Einlaufgalerie, deren Breite nur 2,0 m beträgt, wodurch die Geschwindigkeit des Abwassers erhöht und die Ablagerung von Sinkstoffen in der Galerie verhindert wird.

Das Sohlengefälle der Kammern beträgt, bei einem entsprechenden Seitengefälle, 1 : 10. Der Schlamm sammelt sich in den in jeder Kammer vorhandenen zwei Pumpensümpfen und wird aus diesen von Zeit zu Zeit abgesaugt, ohne daß es nötig ist, den Klärbetrieb zu unterbrechen. Die beiden an den Schmalseiten angebrachten Auslaufgalerien sind 3,0 m breit, der Ablaufkanal selbst aus den vorstehend angegebenen Gründen nur 2,0 m. Zur vollständigen Entleerung der Kammern, zwecks Reinigung derselben, dient eine 30 cm weite Rohrleitung, welche auch gleichzeitig als Spülleitung für die Kammern dient.

Bei Epidemien findet eine Desinfektion des Wassers im Auslaufkanal mittels Chlorkalk statt. Jedoch wird das desinfizierte Wasser dann erst über Filter geschickt, um den für das Fischleben schädlichen Chlorkalk wieder zu entfernen, ehe es dem Main zugeführt wird. Die Regulierung des Wasserzu- und -Ablaufes erfolgt mittels Schützen und Schieber.

Um eine Ableitung des Wassers zu ermöglichen, wenn der Main Hochwasser führt, ist eine besondere Hochwasserleitung angeordnet.

Der Betrieb auf der Anlage ist ein vorwiegend maschineller, so daß die beim Handbetrieb entstehenden bedeutenden Kosten vermieden werden.

Der vorerwähnte, unter dem Namen Frankfurter Klärrechen bekannte Rechen, eine Erfindung des Stadtbauinspektors Uhlfelder in Frank-

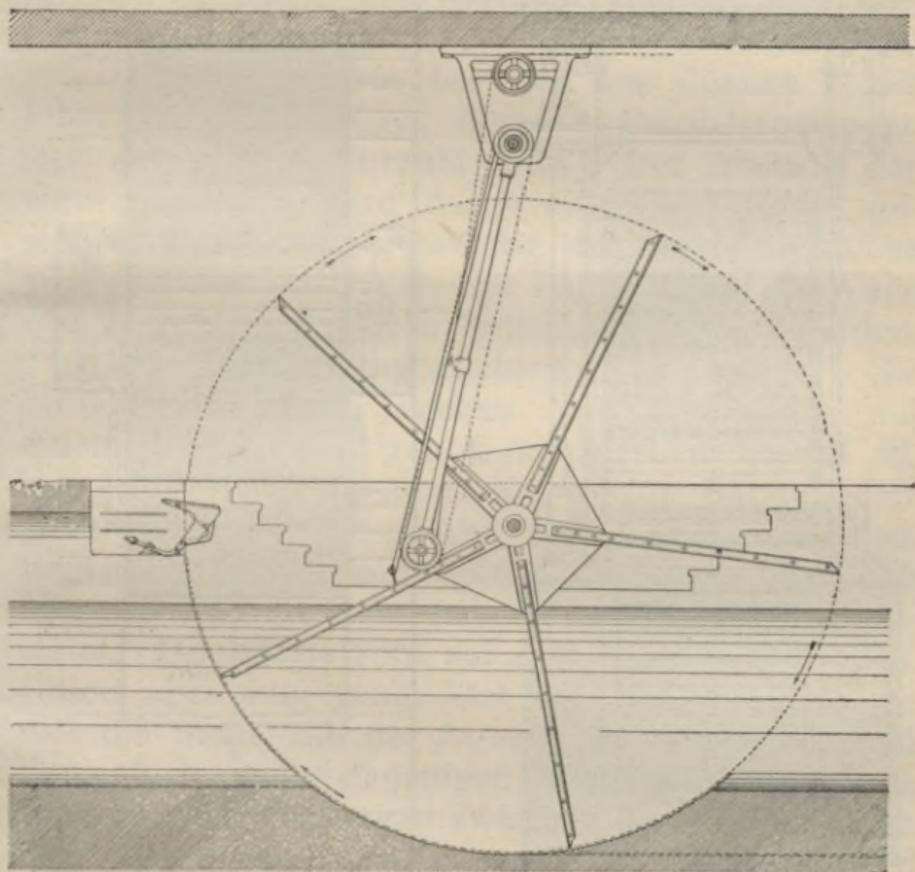


Fig. 4.

furt a. M., wird von der Geigerschen Fabrik für Straßen- und Hausentwässerungsartikel in Karlsruhe in Baden gebaut.

Fig. 4 stellt den Querschnitt durch das Rechenrad, Fig. 5 die Vorderansicht und Fig. 6 die Aufsicht dar.

Der Frankfurter Klärrechen ist ein Radrechen

mit fünf einzelnen Rechentafeln, der gleichförmig dem Wasserstrom entgegen rotiert. Die im Wasser enthaltenen größeren Schwimm- und Schwebestoffe werden durch die einzelnen gitterartigen Tafeln — Entfernung der Gitterstäbe auf der Frankfurter

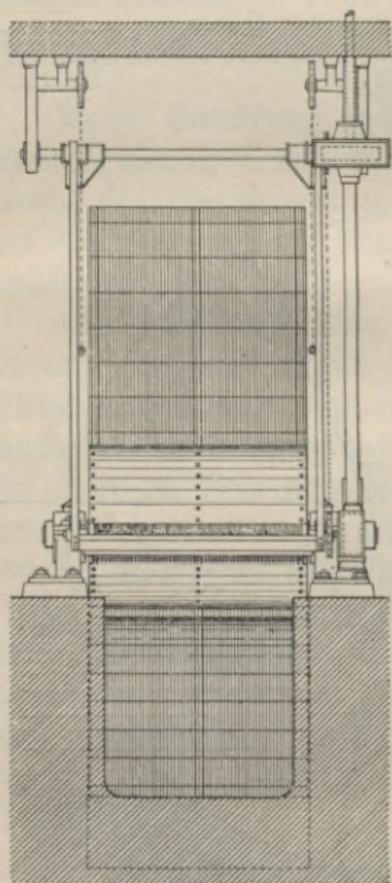


Fig. 5.

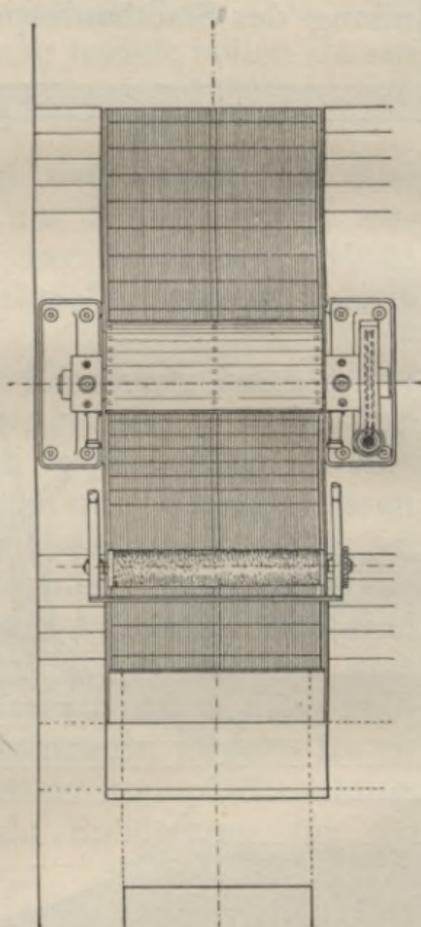


Fig. 6.

Rechananlage 10 mm im Lichten — aufgefangan und von dieser aus dem Wasser gehoben. Eine Abstreifvorrichtung mit nachfolgender Bürste, die durch den Rechen vorgedrückt werden, streift sie nach vorne an die Spitze der Tafel und wirft sie dort auf die darunter liegende Auffangplatte. Diese wird durch die Bewegung des Rechens umgekippt

und entleert den Inhalt auf ein Transportband, das die Stoffe aus dem Raume herausbefördert.

Der Rechen liegt derart in dem Abwasserkanal, bzw. in dem Sandfange, daß stets eine der fünf Tafeln den Querschnitt vollständig abschließt. Der Zuführungskanal ist etwas schmaler als die Rechenbreite, damit die Stoffe sich nicht an den Rändern des Rechens anlegen und dort herumfallen können.

Die Rechentafeln bestehen aus dünnen hohen Stäben aus Flacheisen, die mit Rundeisenstangen fest zusammengeschraubt sind. Der Abstand der einzelnen Stäbe wird durch eingelegte Ringe gewahrt. Durch Auswechslung der Ringe in solche von größerer oder kleinerer Länge kann die Weite der Durchflußöffnungen beliebig geändert werden.

Die Reinigungsvorrichtung ist geteilt. Sie besteht aus einem flachen Abstreicher, der mit einem kurzen kräftigen Gummistreifen besetzt ist, und einer nachfolgenden rotierenden Bürste. Der Abstreicher soll die groben und über dem Rechen liegenden Verunreinigungen mitnehmen. Er muß ein gewisses Gewicht haben, ist daher nicht entlastet. Die Bürste ruht auf zwei losen Außenrollen, rotiert aber entgegengesetzt der Rollbewegung, so daß die Stoffe, die der Abstreicher liegen läßt und namentlich auch diejenigen kleineren Stoffe, die innerhalb der Öffnungen zwischen den Rechenstäben sich festgesetzt haben, weggekehrt, vorgerollt und am Ende des Rechens zum Abwurf gebracht werden. Gleichzeitig reinigt die Bürste die Spitze des Rechens, an dem sich faserige Stoffe, wie Lumpen u. dgl. leicht festhängen. Das Gewicht des Bürstenreinigers ist durch Gegengewichte etwas entlastet.

Sobald der Abstreicher die Spitze des Rechens erreicht, wird er, um sich nicht auf die nachfolgende Bürste zu legen, durch eine an dieser Stelle ein-

greifende Falle, von der Bürste entfernt gehalten, bis diese über die Rechenspitze weggerollt ist, worauf beide in die Anfangsstellung zurückfallen. Eine Bremsvorrichtung mäßigt das Zurückfallen.

Die Auffangplatte liegt ein wenig rückwärts nach dem Rechen zu geneigt, damit das Tropfwasser nicht auf das Transportband gelangt.

Der Rechen wird durch einen Motor ganz langsam gedreht, kann aber auch von Hand aus betrieben werden.

Nach dem Zuflusse und dem Verunreinigungsgrade des Wassers kann die Bewegung des Rechenrades reguliert werden.

Der Frankfurter Klärrechen hat also folgende Vorteile:

1. Er arbeitet stets über Wasser, da er nur unter Wasser auffängt, die Stoffe aber über Wasser hebt und erst hier abstreift. Die aufgefundenen Sedimente sind daher in ihrer Art und Menge jederzeit erkennbar, auch ist stets eine Kontrolle möglich, wie der Rechen arbeitet, und ob er die aufgefundenen Stoffe vollständig beseitigt.

2. Das Abstreifen erfolgt derart, daß die Stoffe sich nirgends festklemmen oder zerreißen.

3. Die Weite der Rechenöffnungen kann durch Einsetzen anderer Ringe zwischen den Stäben auf einfache Weise verändert werden.

4. Der Rechen kann jederzeit auch mit Hand bedient werden und bietet daher eine große Betriebsicherheit.

5. Die Geschwindigkeit ist regulierbar, so daß dadurch seine Leistungsfähigkeit dem Bedürfnisse entsprechend, verändert werden kann.

6. Kein Teil des Rechens ist ständig unter Wasser; alle Teile liegen über Wasser bzw. kommen im Laufe des Rotierens aus dem Wasser heraus. Der Zustand des Rechens ist daher stets zu

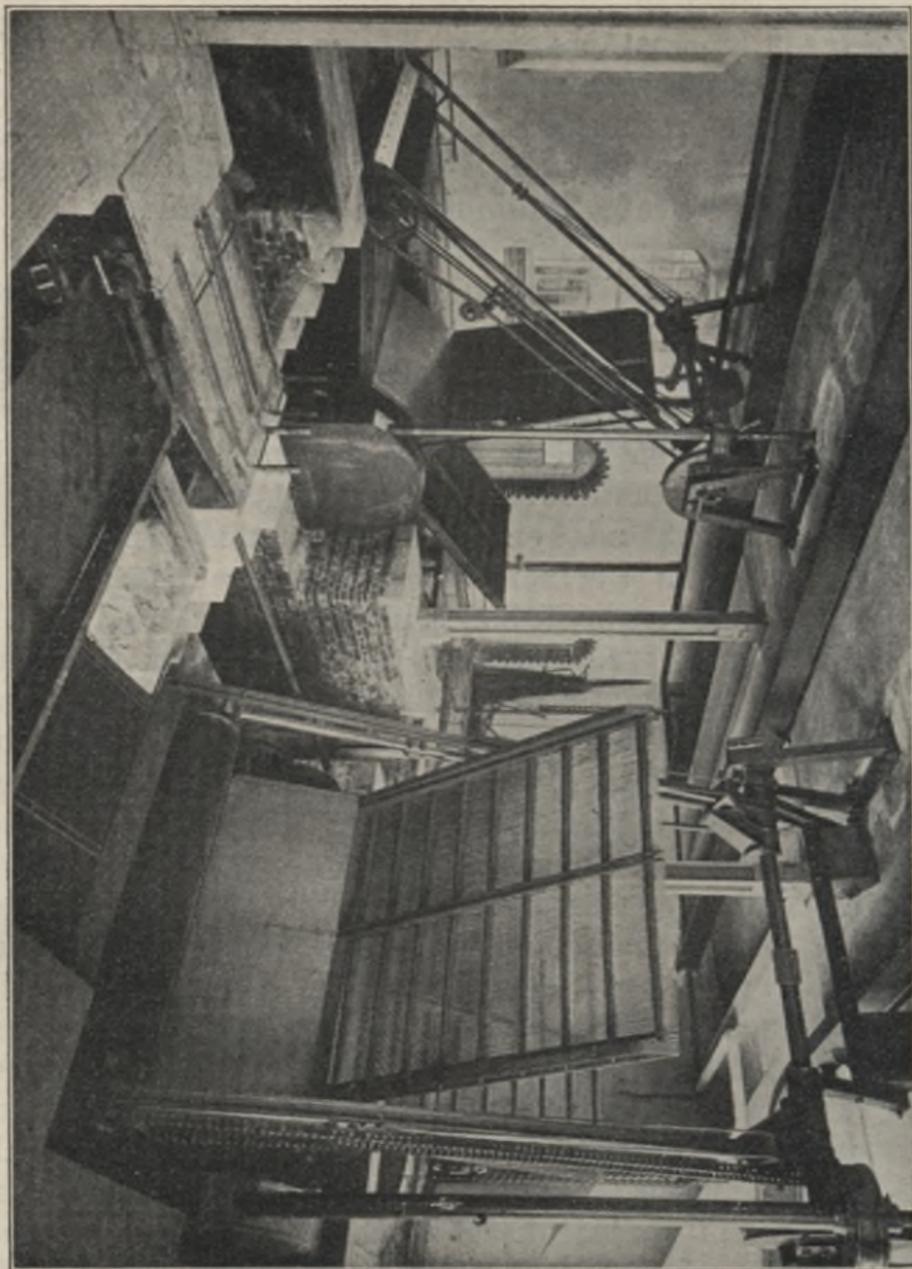
übersehen, Reparaturen und Auswechselungen einzelner Teile sind ohne Abstellung des Zuflusses leicht und in kurzer Zeit auszuführen.

Fig. 7 ist das Schaubild der mit dem Frankfurter Rechen ausgerüsteten Klärrechen-Anlage in Elberfeld.

Die Reinigung der Abwässer in Klärbecken ist mit verschiedenen Beschwerlichkeiten verbunden, wie das große Raumbedürfnis, der Schutz gegen Frost ist schwierig oder nur durch kostspielige Überdeckung möglich. Die große Flächenausdehnung einer Beckenanlage erschwert nicht nur die Betriebsführung, sondern befördert auch die Entwicklung von übelriechenden Gasen und Dünsten, welche der Wind in die Umgebung verbreitet; die Entfernung der Schlammablagerungen ist meist nur in Verbindung mit einer Betriebsunterbrechung des betreffenden Beckens möglich und mühsam.

Dagegen bedürfen Klärbrunnen und Klärtürme nur wenig Raum, sie sind frostsicher und die Schlammfernung kann von ihrer Sohle, weil von einem Punkte ausgehend, stetig ohne Betriebsunterbrechung, d. h. im Gegensatz zu den intermittierend betriebenen Becken — kontinuierlicher Betrieb — erfolgen.

Das Wasser soll in möglichst gleichmäßiger Verteilung über der Sohle des Brunnens eintreten und muß, weil der Ablauf im oberen Teile des Brunnens oder Turmes liegt senkrecht aufsteigen; der Ablauf muß dabei ebenfalls gleichmäßig durch den ganzen Querschnitt erfolgen. Die Stromrichtung des Wassers ist also hier der Fallrichtung der Sinkstoffe gerade entgegengesetzt. Dies bewirkt, daß sich beim Fallen die Sinkstoffe im Wasser immer mehr verdichten, schwerer werden und dadurch die Fallgeschwindigkeit beschleunigen. Auch ist in einem Brunnen, wenn man das Wasser in gewisser Höhe über der Sohle einlaufen läßt, die untere



Klärrechenanlage in Elberfeld.

Wasserschicht nicht in aufsteigender Bewegung, wirkt hier demnach nicht dem Absetzen entgegen.

Wie bereits erwähnt, beträgt die Durchflußgeschwindigkeit meist nur einen Bruchteil eines Millimeters, kann aber auch bis zu 3 mm angenommen werden. Doch sind genaue Versuche erforderlich. Die Lichtweite der Brunnen schwankt zwischen 2 bis 8 m, bei einer nutzbaren Durchflußhöhe von 3,0 bis 10 m. Zu dieser Durchflußhöhe kommt noch die Tiefe des unter dem Wassereinlaufe liegenden Teiles des Brunnens mit dem Schlammsumpf. Der Schlammsumpf ist gewöhnlich trichterförmig gebildet und hat eine Tiefe von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Durchflußhöhe. Die Durchflußdauer beträgt meist nur 1 bis 2 Stunden. Über die Art der Entfernung des Schlammes gilt das bei dem Becken hierüber gesagte.

Um den Weg, den das Abwasser im Brunnen zurückzulegen hat, zu verlängern, kann man den Brunnen durch eine senkrechte, bis dicht über den Schlammsumpf reichende Wand in zwei Kammern teilen. Zu- und Ablauf liegen dann einander gegenüber am oberen Rande des Brunnens. Das Wasser tritt in den Brunnen ein, sinkt nach unten, fließt unter die Wand hindurch und steigt in der zweiten Kammer wieder nach oben, wo es durch den Ablauf abfließt. Daß hierdurch ein wesentlich höherer Reinigungseffekt erzielt wird, ist ohne weiteres einleuchtend.

Zu den einfachsten Brunnenanlagen gehören die Sandfänge. Dieselben haben den Zweck, das Abwasser von seinen größten Schmutzstoffen zu befreien und kommen sowohl als selbständige Abwasserreinigungsanlagen, wie auch als Vorreiniger bei allen anderen Verfahren zur Anwendung. Namentlich muß das Abwasser dann zunächst durch einen Sandfang geleitet werden, wenn es durch Pumpen auf die Reinigungsanlage oder in den Vorfluter gehoben werden muß.

Fig. 8 stellt einen Sandfang im Grundriß dar, aus dem das Wasser mittelst Saugrohre auf eine Reinigungsanlage gehoben wird. Ein Gitter, dessen

Stäbe etwa 10 mm von einander entfernt sind, teilt den Sandfang in zwei Teile. Das Gitter kann fest oder beweglich sein. Vor dem Gitter sammeln sich die größeren festen Stoffe, wie Lumpen, Papier usw., während andere, wie z. B. Kotballen zertrümmert werden

und zwischen den Gitterstäben dann hindurchfließen. Die am Gitter sich sammelnden, nicht zertrümmerten Stoffe werden von Zeit zu Zeit von diesem entfernt und das Gitter durch Ausspritzen mit Spül- oder Wasserleitungswasser gereinigt.

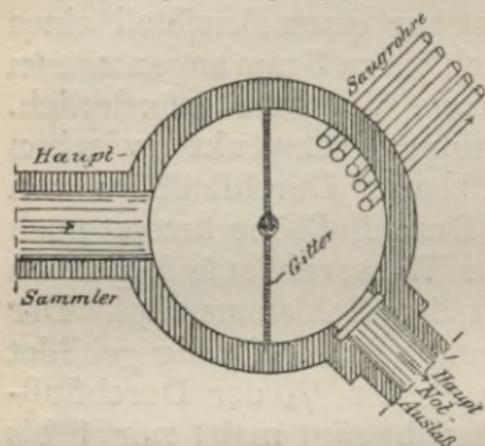


Fig. 8.

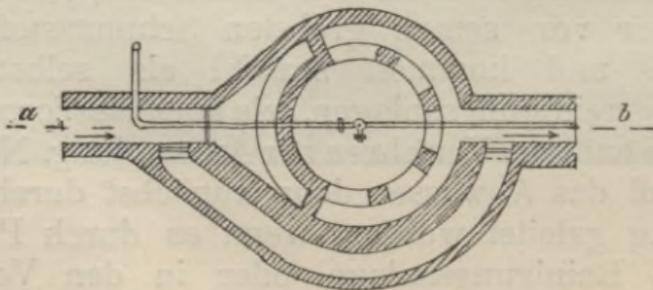
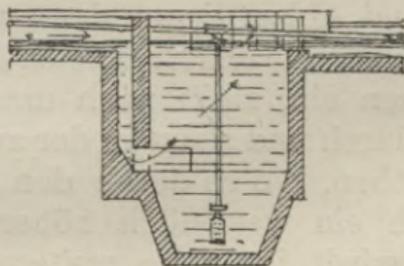


Fig. 9.

Statt der kreisrunden Grundrißform kommen auch solche von quadratischer, rechteckiger oder — selten — beliebig vieleckiger Form vor.

Sandfänge, aus welchen das Wasser den Pumpen zugeführt werden soll, müssen mit einem Notauslaß (Hauptnotauslaß) versehen sein, durch welchen diejenigen Wassermengen abgeführt werden, die den Pumpen oder der Reinigungsanlage nicht zugeführt werden können, was z. B. bei starken Regengüssen, falls das Regenwasser mit in die Entwässerungskanäle gelangt, der Fall ist.

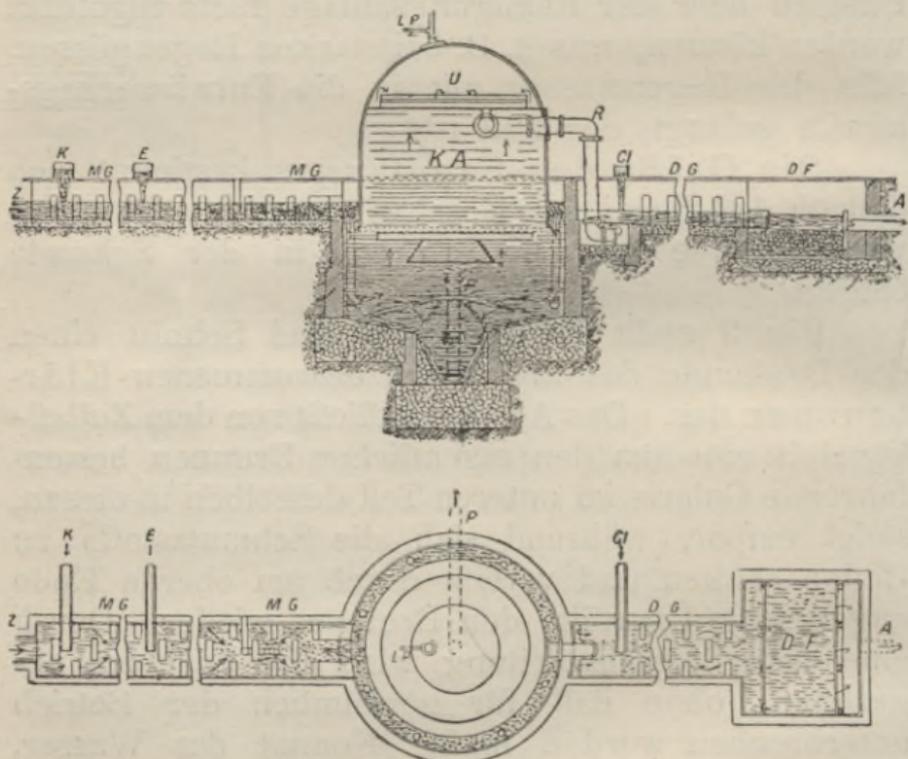
Die Größe des Sandfanges bestimmt sich danach, daß die mittlere Geschwindigkeit des Trockenwetterabflusses 10 bis 15 cm in der Sekunde beträgt.

Fig. 9 stellt im Grundriß und Schnitt einen der Baukunde des Ingenieurs entnommenen Klärbrunnen dar. Das Abwasser fließt von dem Zuflußkanal in eine um den eigentlichen Brunnen herumführende Galerie im unteren Teil desselben in diesen, steigt empor, während sich die Schmutzstoffe zu Boden senken und verläßt durch am oberen Ende angebrachte Überfälle den Brunnen wieder. Durch eine feste Schlammleitung wird der Schlamm abgesogen, ohne daß für gewöhnlich der Betrieb unterbrochen werden muß. Kommt das Wasser, infolge starker Regengüsse bereits stark verdünnt am Klärbrunnen an, so umfließt es, ohne den Brunnen zu durchfließen, diesen mittels einer Umlaufleitung und gelangt direkt in den Abflußkanal.

Eines der bekanntesten mechanischen, bzw. mechanisch-chemischen Verfahren ist das von Rothe-Röckner.

Der Wasserreinigungsapparat (Fig. 10) besteht aus einem unten offenen, oben geschlossenen glockenähnlichen eisernen Heberzylinder mit Tiefbrunnen-

Unterbau, in welchem die Schmutzwässer unter Vakuum in aufsteigender Stromrichtung von den Schmutz- und Schwebestoffen befreit werden. Die niedersinkenden Schmutz und Schlammstoffe bilden für die von unten nach oben strömenden Wässer einen selbsttätigen Filter, so daß neben der Wirkung der Schwere auch vornehmlich die Filtration zur



Z = Zulauf des Schmutzwassers, MG = Mischgerinne, K = Kohlenzusatz, E = Eisensalzzusatz LP = zur Luftpumpe, U = Überlauf des geklärten Wassers, A = Ablaufrohr, KA = Klärapparat, P = zum Schlammabwässerungsapparat, Cl = Chlorkalkzusatz, DG = Desinfektionsgerinne, DF = Desinfektionsfilter, A = Ablauf des geklärten Wassers.

Fig. 10.

Geltung kommt. Die Anordnung ist derart, daß der Wasserspiegel im Zuflußkanal und Brunnen, in welchem das untere offene Ende des Apparates eintaucht, höher liegt als der des Ablaufkanals, in welchem das Abflußrohr des Apparates einmündet,

wodurch ein selbsttätiger Heber gebildet wird. Die Wässer fließen in den Brunnen, passieren hier einen Stromverteiler und steigen in dem Heberzylinder, infolge der Verdünnung der Luft im Innern desselben, aufwärts, bis sie den oberen Stromverteiler (Überlauf) erreichen und fließen von hier gereinigt durch das Abflußrohr in den Ablaufkanal bzw. in die Vorflut ab.

Der Schlamm wird von Zeit zu Zeit durch Pumpen aus dem Brunnen entfernt.

Die Anlagen nehmen einen sehr geringen Raum ein und sind ohne belästigenden Geruch, da die Reinigung im geschlossenen luftverdünnten Raume vor sich geht; die abgesogenen Gase werden unter dem Betriebskessel verbrannt.

Die Luftverdünnung in dem Apparat wird durch eine kleine Luftpumpe bewirkt, welche täglich nur früh und abends ganz kurze Zeit zu arbeiten braucht, um genügendes Vakuum zu halten.

Das Rothe-Röcknersche Verfahren wird sehr häufig mit dem Kohlebreiverfahren (von dem † Privatdozenten Dr. Degener erfunden) verbunden, bei welchem dem Schmutzwasser als Fällungsmittel fein vermahlener Kohlebrei oder Moorbrei und darauf folgend, je nach der Eigenart des Schmutzwassers, die löslichen Salze des Eisens, Aluminiums und Magnesiums zugesetzt werden. Nach inniger Vermischung der Fällungsmittel mit dem Schmutzwasser, bewirken diese Zusätze eine weitgehende Ausscheidung der Schmutzstoffe.

Das abfließende, gereinigte Wasser ist neutral, geruchlos, klar und farblos.

Die Schlammrückstände können zur Beheizung von Kesseln und Öfen verwendet oder vergast werden, worüber später noch bei der Schlammverwertung gesprochen werden soll.

Unsere Fig. 10 stellt eine Anlage nach dem Kohlebreiverfahren — mitunter auch Rothe-Degnersches Verfahren genannt — dar.

Die bekannte gesundheitstechnische Fabrik von M. Friedrich & Co. in Leipzig, baut eine ganze Reihe verschiedener Verfahren zur mechanischen und chemischen Reinigung von Abwässern aus Städten, Einzelhäusern, gewerblichen und industriellen Etablissements, von denen nachstehend die wichtigeren beschrieben seien.

Friedrichsches Abwasserreinigungs-Verfahren mittels geschweelter Schlammkohle (D. R. P.). Aus der in Fig. 11 schematisch dargestellten Anlage ist ersichtlich, daß das Verfahren aus zwei Abteilungen bei Zwischenschaltung eines Oxydationsfeldes gebildet ist.

In der ersten Abteilung der Vorklärung, siehe Fig. 11, kommt die Schlammkohle frischgeglüht zur direkten Verwendung, indem die aus dem Schweelofen H kommende Kohle (Koks), welche aus Klar- und Grobkohle besteht, durch das zufließende Abwasser in der Sortiertrommel abgelöscht wird. Dies geschieht in der Vorgrube und findet gleichzeitig die Sortierung durch Auswaschen der Klarkohle statt, welche sich mit dem Abwasser innig mischt, wodurch Gase gebunden und Beimengungen sedimentiert werden, während die zurückgehaltene Grobkohle abgeführt wird und als Filtriermaterial dient.

In der zweiten Abteilung, woselbst die Filtration des aus der ersten Abteilung zufließenden Abwassers erfolgt, findet die zurückgehaltene grobe Schlammkohle (Koks) zum Aufbau der intermittierenden Filteranlagen seine Verwendung. Von hier fließt das Abwasser gereinigt ab.

Zwischen diese beiden Abteilungen ist das Oxydationsfeld eingeschaltet. Dies ist eine gerauhte schwachgeneigte Fläche, über welche das aus der

Schematische Darstellung.

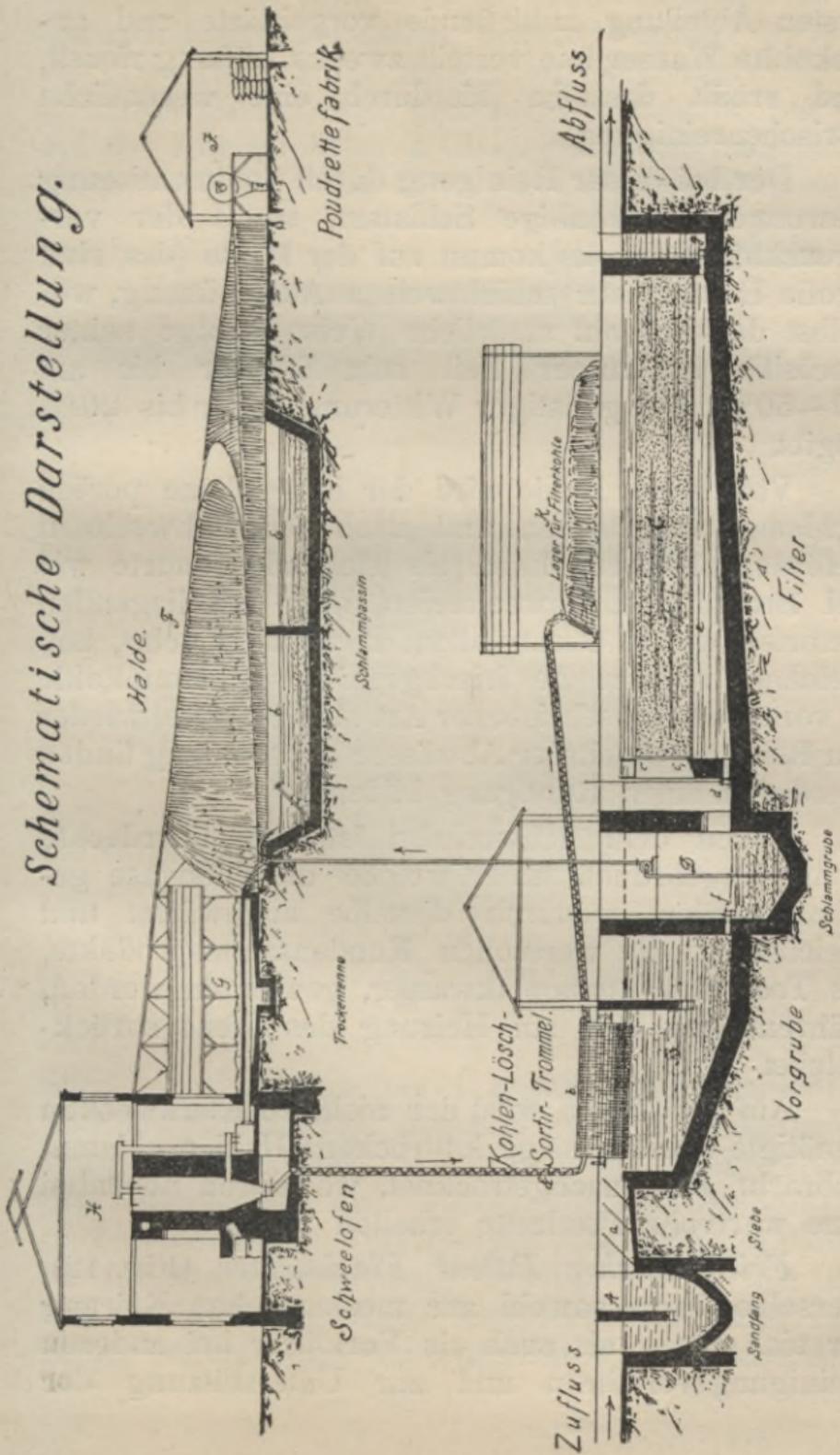


Fig. 11.

ersten Abteilung zufließende vorgeklärte und angekohlte Wasser fein verteilt zwecks Lüftung rieselt, und erhält dasselbe hierdurch eine wesentliche Zwischenreinigung.

Der bei dieser Reinigung durch Sedimentierung gewonnene kokhaltige Schlamm, sowie der verbrauchte Filterkoks kommt auf der Halde (das sind große Haufen) zur schichtweisen Aufschüttung, woselbst derselbe auf natürliche Weise infolge seiner Porosität in kurzer Zeit sein Wasser bis auf 30—50%, bei günstiger Witterung sogar bis 20% abgibt.

Von dieser Halde wird der lufttrockene poröse Schlamm abgestochen und nach dem Schweißofen befördert (letzterer kann als stehende Retorte wie bei Braunkohlenschweißereien, oder mit liegenden Retorten wie in Gasanstalten, konstruiert sein), aus welchem sodann die frischgeglühte Schlammkohle in vorstehend beschriebener Art als Klärmittel wieder zur Reinigung weiterer Abwässer Verwendung findet, hierdurch einen Rundgang bildend.

Neben dem Schweißofen ist eine überdeckte Tenne angeordnet, unter welche die Ofengase geleitet werden, wodurch dieselbe angewärmt und gleichzeitig die wertvollen Kondensationsprodukte, als Teer und Ammoniakwasser, gewonnen werden, während das Gas zur Heizung des Ofens zurückgeleitet wird.

Auf der Tenne wird der nicht zu Klärzwecken benötigte überschüssige lufttrockene Haldenschlamm gebracht und nachgetrocknet, wo durch nebenbei eine wertvolle Poudrette erhalten wird.

Friedrichscher Patent Flachsichter (Fig. 12). Derselbe kann sowohl zur mechanischen Klärung für sich allein, als auch als Vorklärer bei anderen Reinigungsverfahren und zur Unterstützung der

Kläranlage, um dünnflüssigen Schlamm sofort stichtransportfähig zu machen, benutzt werden

Der Betrieb der Anlage ist folgender:

Der Zulauf des Abwassers geschieht bei a, auf das Rundgrobsieb b, dasselbe ist mit Laufrollen versehen, hat in der Mitte einen Drehzapfen g und

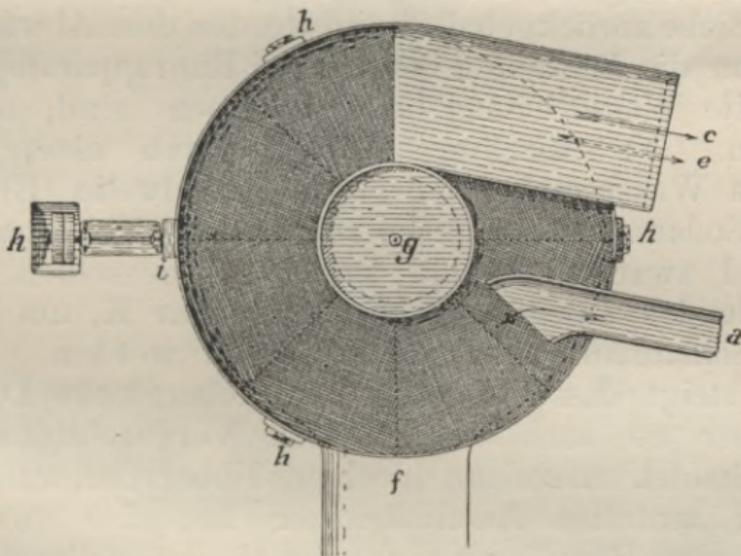
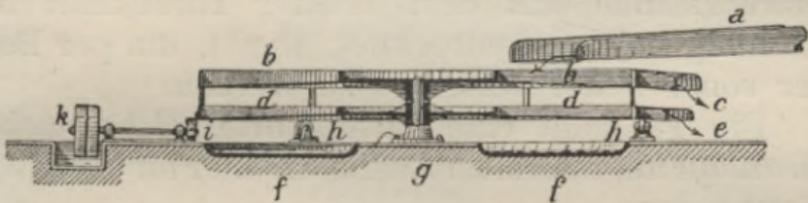


Fig. 12.

wird am Umfange bei i durch einen Vierschlag vorbewegt, worauf dasselbe durch Federdruck wieder zurückstösst, wodurch eine Erschütterung des Rundsiebes und gleichzeitig ein Auflockern und selbsttätiges Fortbewegen der Siebrückstände in der Anstoßvorrichtung bewirkt wird. Das auf das Grobsieb zugeführte Abwasser durchfließt dasselbe, dabei die Grobrückstände zurücklassend,

welche nun Stoß für Stoß im Kreise fortwandern, immer Wasser abgeben und bei c das Sieb verlassen.

Das abgegebene Wasser kommt auf das unten liegende Feinsieb d, welches in gleicher Weise arbeitet wie das darüber liegende Sieb und die Feinrückstände aus dem Wasser zurückhält und selbsttätig bei e, angetrocknet, abgibt, um per Bahn oder sonst weiter befördert zu werden.

Fig 13 stellt eine ausgeführte *Heberglockenkläranlage* mit zentralem Ausflußtrichter für chemische Klärung dar.

Die Grobverunreinigungen werden im Schlamm- und Fettfang A und durch Fangkorb, sowie durch drei Siebe zurückgehalten und werden dem Abwasser sodann die Klärmittel durch zwei Rührapparate, die an die Wasserleitung angeschlossen sind, zugegeben. Die Mischung erfolgt durch eine, von einem Wassermotor getriebene Flügelwelle (B).

Sodann gelangt das Wasser in den Klärbrunnen C und zwar durch ein am Boden desselben einmündendes Zuleitungsrohr mit Trichter K, um hier der Schlammfiltration ausgesetzt zu werden. Von hier steigt dasselbe nach der Heberglocke D, in welcher es auch die feineren Verunreinigungen ausscheidet, um sodann durch das Heberrohr, welches einen zentralen Ausflußtrichter hat, der zwecks Strömungs-Regulierung angebracht ist, fallend abzufließen.

Brunnen und Heberglocke sind durch ein Haus überbaut, welches zugleich als Betriebsgebäude dient.

Die Heberglocke wird durch einen Wasserstrahlapparat luftleer gemacht. Der Grobschlamm aus der Schlammgrube wird mittelst Pumpe, der Feinschlamm aus dem Klärbrunnen durch einen Wasserstrahlapparat nach einem Schlammreservoir

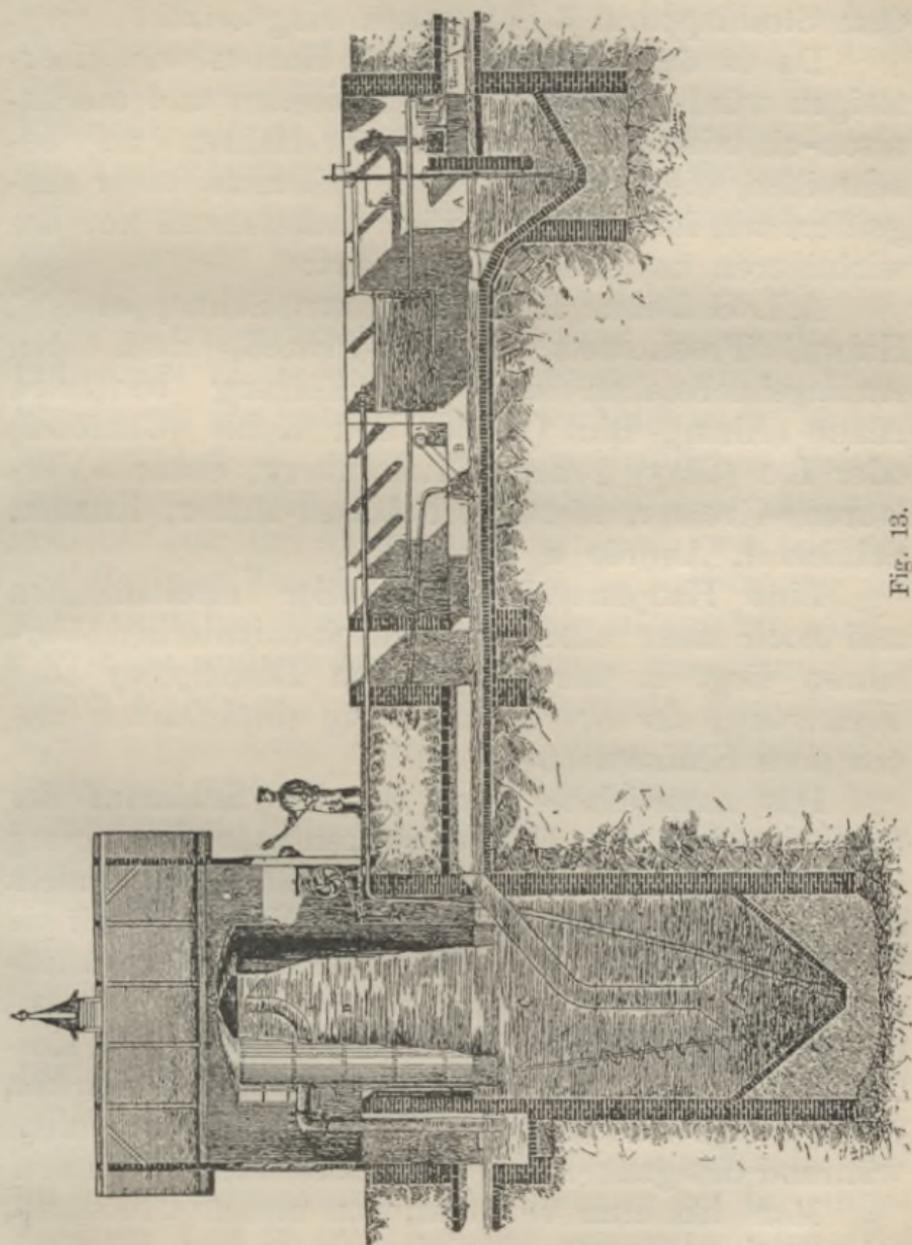


Fig. 13.

gehoben, aus welcher das überschüssige Wasser nach der Anlage zurückgelassen wird. Im Klärbrunnen sind zur Zuführung des Schlammes nach dem Strahlapparat 3 Schnecken eingesetzt.

Da es den Rahmen dieses Buches weit übersteigen würde, sämtliche mechanischen und mechanisch-chemischen Abwasserklärverfahren zu beschreiben, dieselben auch zum Teil nicht mehr ausgeführt werden, so seien hier nachstehend nur die wichtigeren namentlich aufgeführt:

A. L. G. Dehne, Riensch, Reisert, Schneppendahl, Hulwa, Proskowetz, A-B-C-Prozeß, nach den Anfangsbuchstaben des zur Klärung benutzten Alaun (Alum), Blut (Blood) und Kohle (Charcoal) oder Ton (Clay) genannt, Liesenberg, Securin-Verfahren, Kremer, Mertens, Nahnsen-Müller, Knauer, Schlichter, Andréé u. n. v. A.

Eine Hauptschwierigkeit aller mechanischen und noch mehr aller mechanisch-chemischen Verfahren liegt in der endgültigen *Beseitigung und Verwertung der bei der Klärung anfallenden ungeheuren Schlamm Massen*.

Das natürlichste wäre es, den Schlamm der Landwirtschaft zu Düngezwecken zur Verfügung zu stellen, doch ist dies in den meisten Fällen nicht möglich. Der Schlamm hat einen Wassergehalt bis zu 90 Prozent, ist also ohne weiteres nicht transportfähig; ferner ist sein Düngewert nicht so bedeutend, daß die durch den Transport auf weitere Entfernungen entstehenden Kosten sich bezahlt machen würden und endlich kann die Landwirtschaft nicht während des ganzen Jahres den Schlamm abnehmen.

Man hat nun versucht, den ersten Übelstand, seine geringe Transportfähigkeit dadurch zu beheben, daß man den Schlamm trocknet, zu Briketts formt und diese dann an die Landwirtschaft abgibt. Dieses Verfahren ist aber in den meisten Fällen unwirt-

schaftlich, weil der erzielte Erlös gewöhnlich weit unter den Herstellungskosten bleibt, hauptsächlich aber, weil die Landwirtschaft die Abnahme wegen des geringen Dungwerts überhaupt ablehnt. Auch die Kompostierung des Schlammes mit Straßenkehricht, wie es in einigen Städten geschieht, oder die Verbrennung der oben genannten Briketts unter den Kesseln von Dampfmaschinen hat nicht immer befriedigende Resultate ergeben.

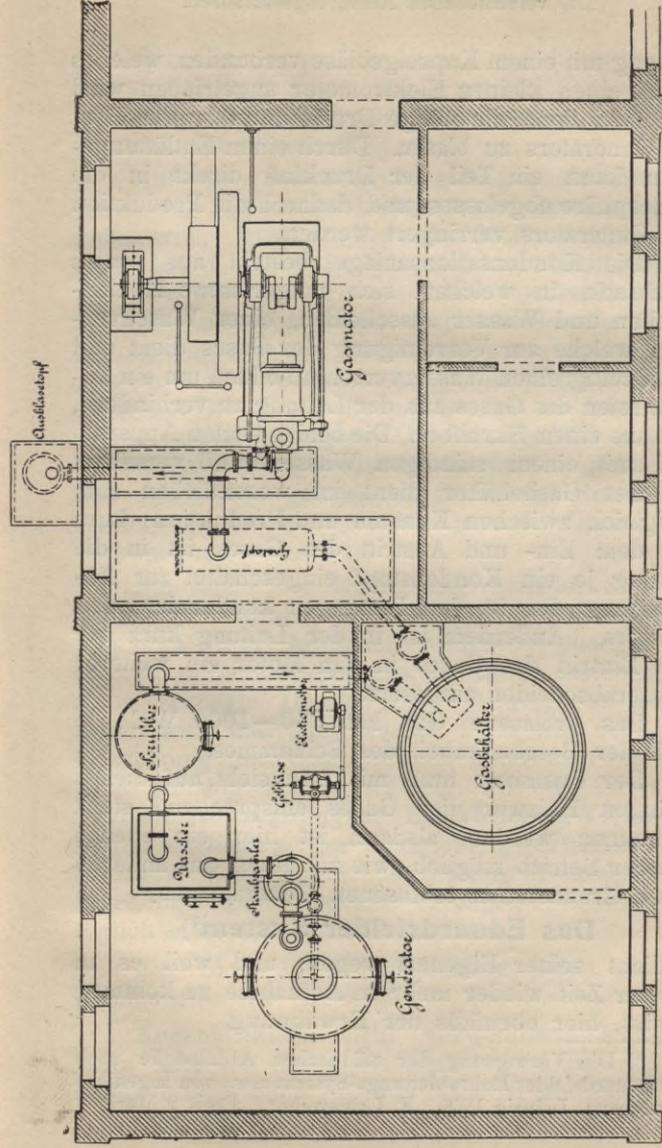
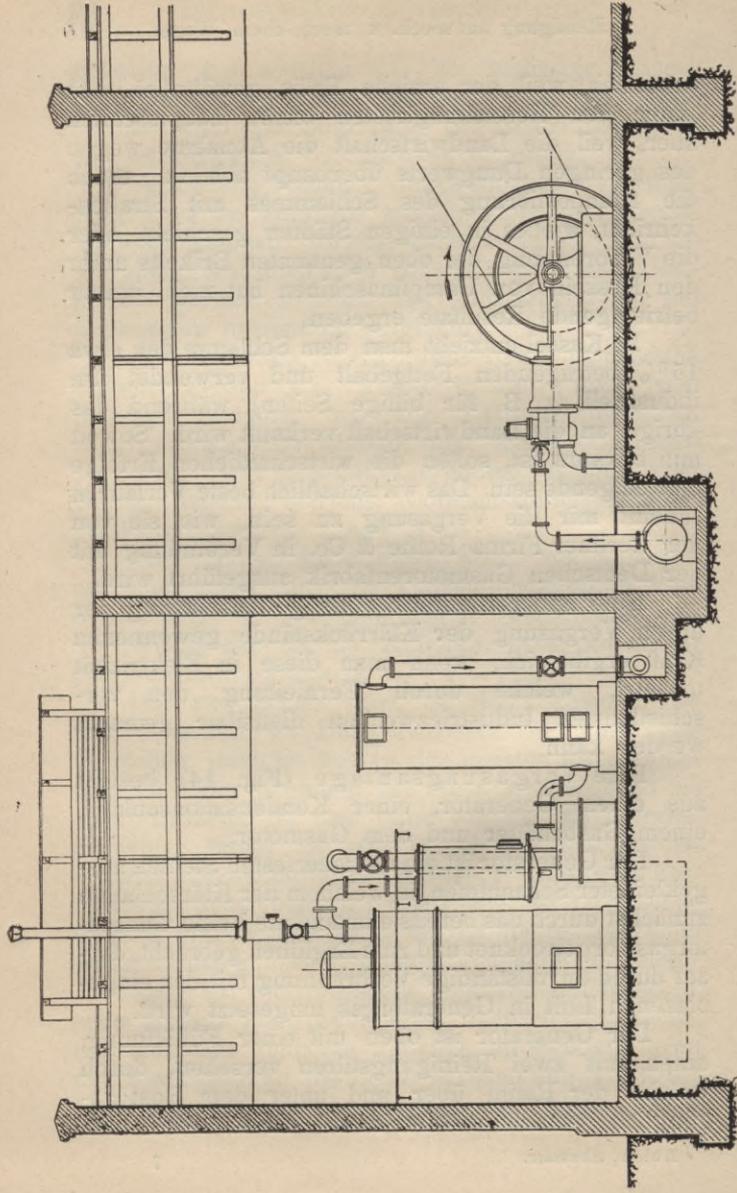
In Kassel entzieht man dem Schlamm den etwa 15% betragenden Fettgehalt und verwendet ihn industriell (z. B. für billige Seifen), während das übrige an die Landwirtschaft verkauft wird. Soweit mir bekannt ist, sollen die wirtschaftlichen Erfolge befriedigende sein. Das wirtschaftlich beste Verfahren scheint mir die Vergasung zu sein, wie sie von der Berliner Firma Rothe & Co. in Verbindung mit der Deutschen Gasmotorenfabrik ausgeführt wird.

Eine außerordentlich günstige Ausnützung der durch Vergasung der Klärrückstände gewonnenen Kraft ergibt sich, wenn man diese in Elektrizität umsetzt, welche durch Fernleitung den verschiedensten Industriezwecken dienstbar gemacht werden kann.

Eine Vergasungsanlage (Fig. 14) besteht aus einem Generator, einer Kondensationsanlage, einem Gasbehälter und dem Gasmotor.

Der Generator ist ein mit feuerfesten Steinen ausgekleideter Schachtofen, in welchem der Klärschlamm zunächst durch das bereits entstandene heiße Generatorgas vorgetrocknet und zum Erglühen gebracht, darauf durch unvollständige Verbrennung mit der eingeblasenen Luft in Generatorgas umgesetzt wird.

Der Generator ist oben mit einer Füllöffnung, unten mit zwei Reinigungstüren versehen, durch welche der Raum über und unter dem Rost zugänglich gemacht werden kann. Er ist durch eine



Aufstellungsplan der 60 pferdigen Klärschlamm - Vergasungsanlage auf der Städteausstellung in Dresden.
Fig. 14.

Leitung mit einem Kapselgebläse verbunden, welches durch einen kleinen Elektromotor angetrieben wird und dazu dient, die nötige Druckluft unter den Rost des Generators zu blasen. Durch einen Entlüftungshahn kann ein Teil der Druckluft direkt in die Atmosphäre abgelassen und dadurch die Produktion des Generators verringert werden.

Die Kondensationsanlage besteht aus einem Staubsack, in welchem sich mitgerissene Kohlentelchen und Wasser ausscheiden, einer Waschkvorange, welche zur Vorreinigung des Gases dient und gleichzeitig einen Wasserverschluß bildet, um ein Zurücktreten des Gases aus der Leitung zu verhindern, und aus einem Skrubber. Die beiden letzten Apparate sind mit einem ständigen Wasserzufluß versehen.

Der Gasbehälter dient im wesentlichen zum Ausgleich zwischen Konsum und Produktion; kurz vor dem Ein- und Austritt des Gases ist in die Leitung je ein Kondenstopf eingeschaltet zur Ansammlung des in den Leitungen kondensierenden Wassers. Außerdem ist in der Leitung kurz vor dem Eintritt des Gases in den Motor ein weiterer Wasserabscheider eingesetzt.

Das erblasene Gas hat 850—1000 WE., je nach der Beschaffenheit des Schlammes.

Der Gasmotor muß mit Rücksicht auf diesen geringen Heizwert des Gases entsprechend stark genommen werden, alsdann ist hier ein ebenso sicherer Betrieb möglich, wie mit einem aus anderen festen Brennstoffen erblasenen Generatorgas.

Das Eduardsfelder System*)

verdient seiner Eigenart wegen, und weil es in neuerer Zeit wieder mehr in Aufnahme zu kommen scheint, hier ebenfalls der Erwähnung.

*) Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe nach dem Eduardsfelder Rohrableitungs-System usw., von Ingenieur Rautenberg, Leipzig 1900. F. Leineweber. Preis 2 Mark.

Der Gutsbesitzer R. Noebel auf Eduardsfelde nimmt der Stadt Posen alle Wasserspülfäkalien bis 25 000 cbm jährlich ab und verwendet sie zu Dungzwecken auf seinem Gute.

Aus einer Sammelgrube gelangen die Fäkalien durch eine 150 mm im Lichten weite, 3000 m lange, gußeiserne, frostfrei liegende Muffendruckleitung nach dem Gutshofe in Eduardsfelde. Hier schließt sich eine 3000 m lange, gleichfalls frostfrei liegende, die Gutsländereien längs durchschneidende Rohrleitung von 100 mm Durchmesser an, in welcher „sich eine größere Anzahl Anschlußstellen mit Standrohr und Schieber befinden, so daß an jeder derselben eine leicht tragbare Querleitung (600 m lang, 52 mm patentgeschweißte Blechrohre) eingebunden und damit jede gewünschte Stelle des Gutsackers erreicht werden kann, indem man die Querleitung verkürzt und verschiebt.

Am Ende der Querleitung befindet sich ein Schlauch mit Strahlrohr; damit läßt sich eine Fläche von etwa 70 m Durchmesser oder ein Quadrat von etwa 50 m Seite besprengen, da der an der Sammelstelle erzeugte Druck einen etwa 15 m weiten Strahl wirft und der Schlauch 25 m lang ist. Die Querleitung und den Schlauch kann man offenbar auch beliebig länger wählen, falls die örtlichen Verhältnisse es bedingen. Das Verlegen, Verkürzen und Verschieben der Querleitung erfordert nur geringen Zeitaufwand und keine Betriebsunterbrechung. Drei Arbeiter sprengen solchergestalt täglich etwa 130 bis 150 cbm aus.“

Ein 18 pferdiger Benzinmotor liefert an der Sammelstelle die Druckluft für den Betrieb.

Augenblicklich nicht verwendbare Fäkalien kann man auf Komposthaufen oder Düngerstätten laufen lassen, oder sie dem Nachbar abtreten.

3. Die Berieselung und Bodenfiltration.

a) *Das Rieselfverfahren*

ist in bezug auf Reinigung der Abwässer das beste und einwandfreieste Verfahren, besitzt aber den Nachteil, nicht überall anwendbar und in den meisten Fällen unwirtschaftlich zu sein. Es vereinigt die mechanische und chemische Klärung mit der biologischen Reinigung.

Durch die filtrierenden Wirkungen des Ackerbodens sollen die ungelösten Schwimmstoffe mechanisch zurückgehalten werden, während chemische Umsetzungen mit Bestandteilen der Ackerkrume verbessernd auf die Jauchen einwirken und endlich wird das Reinigungswerk durch die Tätigkeit der Milliarden im Erdboden und in der Jauche vorhandenen Mikroben vollendet, während die auf den Rieselfeldern wachsenden Pflanzen sich das Übermaß von Nährstoffen aneignen. Hieraus ergibt sich auch, daß zu Rieselzwecken nur leicht durchlässige Bodenarten verwendbar sind.

Um eine Verschlammung des Bodens zu verhindern, muß das Abwasser, bevor es auf die Rieselfelder geleitet wird, in einem Sandfang oder in Absatzbecken von seinen größten Schwimmstoffen befreit werden.

Um die gereinigten Abwässer abzuleiten muß der Boden drainiert werden. Außerdem aber haben die Drains den Zweck, den Boden zu durchlüften, was unbedingt notwendig ist, um die Kleinlebewesen zu neuer Lebenstätigkeit anzuregen. Der Durchmesser der Drains beträgt meist 4 bis 5 cm, ihre Entfernung von einander etwa 8 bis 10 m und ihre Tiefenlage 1,20 bis 1,80 m. Diese Zahlen sollen natürlich nur als Anhaltspunkte dienen, da die Abmessungen von den örtlichen

Verhältnissen abhängig sind. Um eine bessere Durchlüftung des Bodens zu ermöglichen, legt man die Drainerausmündungen über den Wasserspiegel ihres Vorfluters.

Das Rieseln darf nur mit Unterbrechungen erfolgen, damit in den Ruhepausen die in den Erdboden eindringende Luft Gelegenheit findet, die erforderlichen Oxydationsprozesse einzugehen und die Mikroben wieder mit Sauerstoff zu versorgen, dessen sie zu weiterer reger Lebensfähigkeit bedürfen.

Die Oberfläche nur weniger Felder ist so gestaltet, daß sie ohne weiteres als Rieselfelder brauchbar sind, meist müssen sie erst durch mehr oder weniger umfangreiche Bodengestaltungen hierzu hergerichtet — aptiert — werden.

Diese Aptierung richtet sich nach der Art des Rieselns und für welche landwirtschaftlichen Pflanzen die Felder benutzt werden sollen. Es ist nicht Zweck dieses Buches, die verschiedenen Rieselfeldverfahren und die dazu erforderlichen Aptierungsarbeiten zu besprechen. Interessenten finden u. a. in meinem Buche: „Das Meliorationswesen“ (Leipzig 1905, Wilhelm Engelmann) die erforderlichen Angaben; hier sei nur erwähnt, daß man, unter Anpassung an die Oberflächengestaltung, sich vorwiegend des Hangbau*) (Fig. 15), des Rückenbau (Fig. 16) oder des Terrassenbau (Fig. 17) bedient.

Da im Winter bei gefrorenem Boden nicht gerieselt werden kann, so müssen Staubecken angelegt werden, in welche das Wasser hineingeleitet und 0,60 bis 1,0 m hoch aufgestaut wird. Diese Staubecken sind mit 8 bis 10 cm weiten Röhren

*) Die Figuren 15 bis 17 sind meinem vorgenannten Werke entnommen.

eng — 4 bis 5 m Entfernung — zu drainieren. Die Tiefenlage der Röhren beträgt hierbei 2,0 m.

Die Größe einer Rieselfeldanlage berechnet sich danach, daß auf einer Bodenfläche von 1 ha die Abwässer von wenigstens 250 Menschen gereinigt werden sollen, meist wird man aber auf 1 ha das Abwasser von 500 und noch mehr Menschen — bei guter Vorreinigung sogar bis 1000 Personen — verrieseln müssen. Durch diese übermäßige Inanspruchnahme tritt bald eine Übersättigung des Bodens ein, was zu immer neuen Landankäufen zwingt, der Hauptgrund für die Unwirtschaftlichkeit des Rieselfeldbetriebes.

Die Menge des auf einmal auf 1 ha zu gebenden Wassers richtet sich nach der Durch-



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.

lässigkeit des Bodens und der Jahreszeit und schwankt zwischen 20 und 100 cbm.

Wählt man als Verteilungsleitung statt geschlossener — meist eiserner — Röhren offene Gräben, so erhalten diese ein Gefälle von 1:1000 bis 1:1500. Das Gefälle der an die Verteilungsleitungen sich anschließenden Verteilungsgräben beträgt zwischen 1:100 und 1:300 und das der Rieselgräben 1:500.

Die Gesamtkosten einer Rieselfeldanlage, einschließlich Pumpenanlagen, betragen etwa

15 bis 20 Mark und darüber für den Kopf der Bevölkerung.

b) *Die Bodenfiltration.**)

Durch die intermittierende Filtration des Abwassers durch den Boden kann man auf weit kleinerer Grundfläche einen ebenso hohen Reinigungserfolg erzielen, wie bei dem Rieselfverfahren, und ist es daher um so auffallender, daß sich die deutschen Städte und die viel Abwasser produzierenden Fabriken, wie z. B. Zuckerfabriken, noch nicht mehr zur Reinigung ihrer Abwässer durch Bodenfiltration entschlossen haben. In Nordamerika ist die Bodenfiltration in sehr vielen Städten zur Anwendung gelangt und ist zu hoffen, daß man sich auch in Deutschland mehr und mehr für dieses Verfahren entschließen wird.

Als Vorkämpfer für die Einführung der Bodenfiltration in Deutschland sei an dieser Stelle besonders der Geheime Regierungsrat, Professor Dr. Dünkelberg, früher Direktor der landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf-Bonn, jetzt in Wiesbaden lebend, genannt.

Eine normale Filtration erfordert weite Flächen, sowie gleichmäßige Beschaffenheit und Tiefgründigkeit für die Filtration geeignete Bodenart.

Die erforderliche Landfläche ist, nach Dünkelberg (a. a. O. S. 99 u. f.), der Abwassermenge dahin anzupassen, daß die Filterbecken alle 24 Stunden gewechselt und zwei bis drei Tage trocken liegen können.

Für 10000 cbm Abwasser ist unter obiger An-

*) Die Technik der Reinigung städtischer und industrieller Abwässer durch Berieselung und Filtration, bearbeitet von Professor Dr. F. W. Dünkelberg. Braunschweig 1900. Friedrich Vieweg u. Sohn.

nahme 1 ha Filterfläche erforderlich, welche in 4 Filterbecken von je $\frac{1}{4}$ ha Größe zerlegt wird.

Die günstigste Form der Filterbecken ist ein Rechteck, dessen Länge gleich der doppelten Breite ist. Dünkelberg schlägt eine Breite von 37 m und eine Länge von 68 m, gleich 2516 qm vor.

Die Filterfläche soll so hoch über dem Vorfluter liegen, daß die gereinigten Wässer stets mit freiem Fall abfließen können.

Die Tiefenlage der Drains betrage mindestens 1,10 bis 1,20 m; die Entfernung derselben von einander 4 bis 5 m.

Für die Bodenfiltration geeignete Böden sind alle durchlassenden Böden, welche eine Mächtigkeit von wenigstens 1,50 m besitzen. Schwere Böden und feinkörniger Sandboden sind nicht zu verwenden.

Um eine zeitweise Überlastung der Filterbecken zu vermeiden, muß die Zuleitung des Abwassers gleichmäßig und nicht stoßweise erfolgen. Die Zuleitung kann in offenen Kanälen oder geschlossenen Leitungen mit einem Gefälle von nicht mehr als 1:1000 geschehen.

Quer zu den Saugdrains werden Luftdrains verlegt, deren Enden an den Grenzen der Filterbecken nach oben geführt sind. Sie sollen, sobald die Filter entwässert sind, den Zutritt des Sauerstoffs der Luft erleichtern und die Oxydation der organischen Reste beschleunigen.

3. Das biologische Verfahren

zur Reinigung von Abwässern beruht auf der reinigenden Wirkung, welche durch die Lebenstätigkeit gewisser in den Abwässern enthaltenen Mikroorganismen hervorgerufen wird.

Für die Reinigung der Abwässer durch Oxydation besitzen wir zwei Verfahren,
das Stauverfahren
und

das Tropfverfahren.

Bei dem Stauverfahren — auch Füllverfahren genannt — werden die Abwässer in Körper eingelassen, welche aus porösen eisenhaltigen Stoffen von feinem Korn aufgeschüttet sind. Dort läßt man die Abwässer eine Zeit hindurch stehen. Alsdann läßt man sie ab und setzt die Körper der Einwirkung des Sauerstoffes der Luft aus, um einmal die Oxydation der zurückgebliebenen Stoffe zu beschleunigen und andererseits die Mikroorganismen zu neuer Lebenstätigkeit anzuregen. Durch einmaliges oder zwei- bis dreimaliges Behandeln der Abwässer in solchen Körpern verlieren die Abwässer an Fäulnisfähigkeit und können bis zu vollständiger Fäulnisunfähigkeit gereinigt werden.

Da beim Stauverfahren Beschickung und Durchlüftung des Filters abwechseln, gehört dieses zu den intermittierend betriebenen Reinigungswerken.

Beim Tropfverfahren rieselt das Abwasser regenartig durch den aus grobkörnigem Material hergestellten Filter. Da bei dieser Betriebsart eine ständige Durchlüftung des Filter stattfindet, kann der Betrieb kontinuierlich, d. h. ununterbrochen, durchgeführt werden.

Professor Dunbar in Hamburg, wie überhaupt die deutschen Gelehrten, erklärt die Reinigungswirkung in den Filtern als eine Wirkung der Absorption, die von der dem Wasser durch das Füllmaterial dargebotenen Berührungsfläche ausgeübt wird, d. h. es werden die im Abwasser enthaltenen gelösten und ungelösten Stoffe zurückgehalten und dabei, bzw. bei

den Füllkörpern nach Ablauf des Wassers, unter dem Einfluß von Lebewesen bei Zutritt von Luftsauerstoff abgebaut.

Die Reinigungswirkung wird also um so größer sein, je feinkörniger das Füllmaterial ist, d. h. je mehr Berührungsflächen dem Abwasser geboten werden. Dies gilt namentlich für das Stauverfahren, während es beim Tropfverfahren hauptsächlich auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Wassers über die ganze Filteroberfläche ankommt, die Berührungsflächen aber durch größere Höhe des Körpers vermehrt werden.

Als Füllmaterial sind möglichst Stücke mit rauhen Flächen zu wählen, damit der Körper sich schnell einarbeitet, denn seine volle Leistungsfähigkeit entwickelt er erst, wenn er reif ist, d. h. die einzelnen Stücke mit einer schlammigen Haut überzogen sind.

Eine Vorreinigung der Abwässer ist bei beiden Verfahren, sei es in Absitz- oder in Faulräumen, unbedingt erforderlich. Der Faulbetrieb, welcher in Deutschland bevorzugt wird, bietet den großen Vorteil vor der Vorreinigung in Absitzbecken oder -Brunnen, daß durch die Vorfaulung ein großer Teil der ungelösten Stoffe vernichtet wird und die Entfernung des Schlammes daher nicht, wie bereits bei den mechanischen und mechanisch-chemischen Kläranlagen erwähnt, solche Schwierigkeiten verursacht, wie bei dem Absitzbetriebe.

Da ferner durch die Tätigkeit der in den Faulräumen sich entwickelnden Bakterien eine teilweise Umwandlung der ungelösten und gelösten, im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe vor sich geht, so wird die Reinigungswirkung der Filter eine bedeutend größere sein, als dies bei einer Vorbehandlung des Abwassers in Absitzbecken

der Fall ist. Allerdings muß bei stark fauligem Wasser für eine tüchtige Durchlüftung des Filterkörpers gesorgt werden.

Der wichtigste Nachteil des Faulbetriebes sind die Geruchsbelästigungen, doch kann man diesem Übelstand durch entsprechende Bauart der Faulräume, z. B. Überdeckung derselben, mit Erfolg begegnen.

Der Betrieb der Faulräume ist derselbe wie bei den Klärbecken beschrieben, d. h. das Abwasser durchfließt sie in langsamem Strome, wobei zu beachten ist, daß die Faulwirkung um so größer sein wird, je länger sich das Abwasser im Faulraum aufhält.

Die Größe der Faulräume ist so zu bemessen, daß auf 1 cbm Abwasser wenigstens $\frac{1}{3}$ cbm Faulraum kommt, besser ist es jedoch über dieses Mindestmaß wesentlich, sobald die örtlichen Verhältnisse dies gestatten, hinauszugehen.

Da der Schlamm in den Faulräumen zum großen Teil verzehrt wird — etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ seiner ursprünglichen Menge — so ist eine Beseitigung des Schlammes nur sehr selten notwendig. Bestimmte Angaben über die Zwischenräume, in welchen der Schlamm beseitigt werden muß, lassen sich jedoch nicht machen, dieselben schwanken nach den bisherigen Erfahrungen zwischen 3 Monaten und 2 Jahren.

Zu- und Ableitungen liegen zweckmäßig $\frac{1}{2}$ m unter dem Wasserspiegel im Faulraume.

Zweckmäßig ist es, dem Faulraum einen Sandfang vorzuschalten, um bei durch Regen stark verdünntem Abwasser nur die groben Sinkstoffe zurückzuhalten und dieses oberflächlich gereinigte Wasser, ohne Berührung des Faulraumes, entweder direkt oder nach weiterer mechanischer Klärung in den Vorfluter fließen zu lassen.

a) *Das Füllverfahren.*

Nach „Imhoff, Die biologische Abwasserreinigung in Deutschland“*) (S. 80 u. 81) besitzen die Füllkörper folgende Vorteile:

„1. Die Verteilung des Wassers auf die Körper ist sehr einfach.

2. Durch geeignete Bauart kann man üble Gerüche fast vollständig vermeiden.

3. Die Körper sind bei richtiger Bauart auch während der Winterkälte des deutschen Klimas durchaus betriebssicher.

4. Die Fliegenplage wird bei feinkörnigen Körpern vollständig und bei grobkörnigen nahezu vollständig vermieden.

5. Die Körperabflüsse enthalten wenig Schwebstoffe; es ist deshalb nur äußerst selten nötig, die Abflüsse noch nachzubehandeln.

6. Wenn gepumpt wird, ist es bisweilen von Vorteil, daß die Maschinen nur während der Füllungszeit zu arbeiten haben.“

Die Reinigung des Abwassers in Füllkörpern geschieht zweckmäßig in mehreren Stufen, deren Anzahl sich nach der Dicke und Zusammensetzung des Wassers richtet. Meist wird man mit zwei Stufen auskommen, d. h. das Abwasser wird nach Verlassen des einen Füllkörpers noch in einem zweiten aufgestaut; auch kommt es vor, daß der erste Körper als Tropf- und der zweite als Füllfilter betrieben wird, wie es z. B. bei dem

*) Veröffentlicht in den „Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung zu Berlin“. Herausgegeben von Geh. Ober-Medizinal- und vortragenden Rat, Prof. Dr. A. Schmidtman, Leiter der Anstalt, und Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Carl Günther, Vorsteher der Anstalt. Heft 7. Berlin 1906. Verlag von August Hirschwald.

später noch zu besprechenden System Dittler der Fall ist.

Die Sohle der Füllkörper soll wasserdicht aus Beton und Mauerwerk hergestellt, schwach geneigt angelegt und drainiert sein. Es empfiehlt sich, die Drainröhren in die Sohle einzubetten, um einen vollständigen Wasserabfluß zu ermöglichen.

Die Seitenwände werden entweder als senkrechte Mauern aus Beton oder Ziegelstein hergestellt oder mit Böschung angelegt, welche durch Beton oder Lehmschlag gedichtet wird.

Die Höhe der Füllkörper richtet sich nach der Korngröße des zu verwendenden Materials. Man nimmt beim Füllverfahren selten ein größeres Korn wie 10 mm und ein kleineres wie 1 mm. Bei einstufigen Körpern bilden Korngrößen von 3 bis 8 mm die Regel, während bei zweistufigen Filtern der erste Filter — Grobfilter — mit 10 bis 30 mm starkem und der zweite — Feinfilter — mit 5 bis 10 mm starkem Korn beschickt ist. Dementsprechend liegt die Höhe der Körper zwischen 2,0 m im ersteren und 0,50 m im letzteren Falle. Die früher vielfach beliebte Art, in denselben Körper Material verschiedener, gewöhnlich nach unten abnehmender Korngröße zu schütten, hat den erwarteten günstigeren Reinigungserfolg meist nicht gehabt.

Als Material empfiehlt sich in erster Reihe, ihrer rauhen Oberfläche wegen, Koks und Schlacke, dann Ziegelbrocken, Steine und Kies mit rauher Oberfläche und zackigen Kanten.

Über die untere Grenze für die Feinheit des Kornes schreibt Imhoff (a. a. O., S. 88):

„1. Feines Korn verlangt wegen der Lüftung eine geringe Höhe des Körpers und eine entsprechend größere Flächenausdehnung. Bei Platzmangel kann schon aus diesem Grunde eine Grenze geboten sein.

2. Feines Korn hält nach dem Entleeren viel Feuchtigkeit zurück. Solche Körper haben also trotz gleichen Porenvolumens eine geringere Aufnahmefähigkeit und damit eine geringere Leistung in bezug auf die Wassermenge.

3. Feinkörniges Material verwittert rascher, weil es mehr freie Oberfläche darbietet und weil infolge der schlechteren Lüftung mehr Kohlensäure im Körper bleibt, die zur Verwitterung beiträgt.“

Über die zum Aufbau erforderliche Materialmenge gibt Imhoff als Durchschnittswert 130 Liter Material auf 1 Einwohner an und Thumm rechnet auf 1 cbm tägliches Abwasser bei Verwendung von Koks und Schlacke 1,7 cbm bei einstufigen und 2,2 cbm Material bei zweistufigen Körpern. Vorausgesetzt ist dabei, daß die einstufigen Körper täglich 2 bis 3 mal und die zweistufigen 3 bis 4 mal gefüllt werden.

Bei Kies muß etwas mehr Material gerechnet werden.

Die Dunbarschen Versuche über den Einfluß der Korngröße des Materials ergeben, daß bei den zu den Versuchen benutzten Abwässern*)

1. grobes Material, Korngröße 10 bis 30 mm, eine Reinigungswirkung von nicht über 40%, gewöhnlich von 20 bis 30% Verlust der Oxydierbarkeit,
2. feines Material, Korngröße 3 bis 10 mm, ohne vorgeschalteten Körper aus größerem Material, eine Reinigungswirkung von etwa 65%,
3. feines Material mit vorgeschaltetem größerem Körper (Korngröße 10 bis 30 mm)

*) Nach „Schmidt, Der heutige Stand der Abwasserklärungsfrage usw.“, Leipzig 1903. F. Leineweber, S. 29.

- a) bei einer Korngröße von 5 bis 10 mm
60 bis 70%,
 - b) bei einer Korngröße von 3 bis 7 mm über
70% Reinigungswirkung besaß,
4. Ein Sandkörper, mit vorgeschaltetem feinem oder grobem und feinem Körper, eine Reinigung von 80% Abnahme der Oxydierbarkeit herbeiführte.

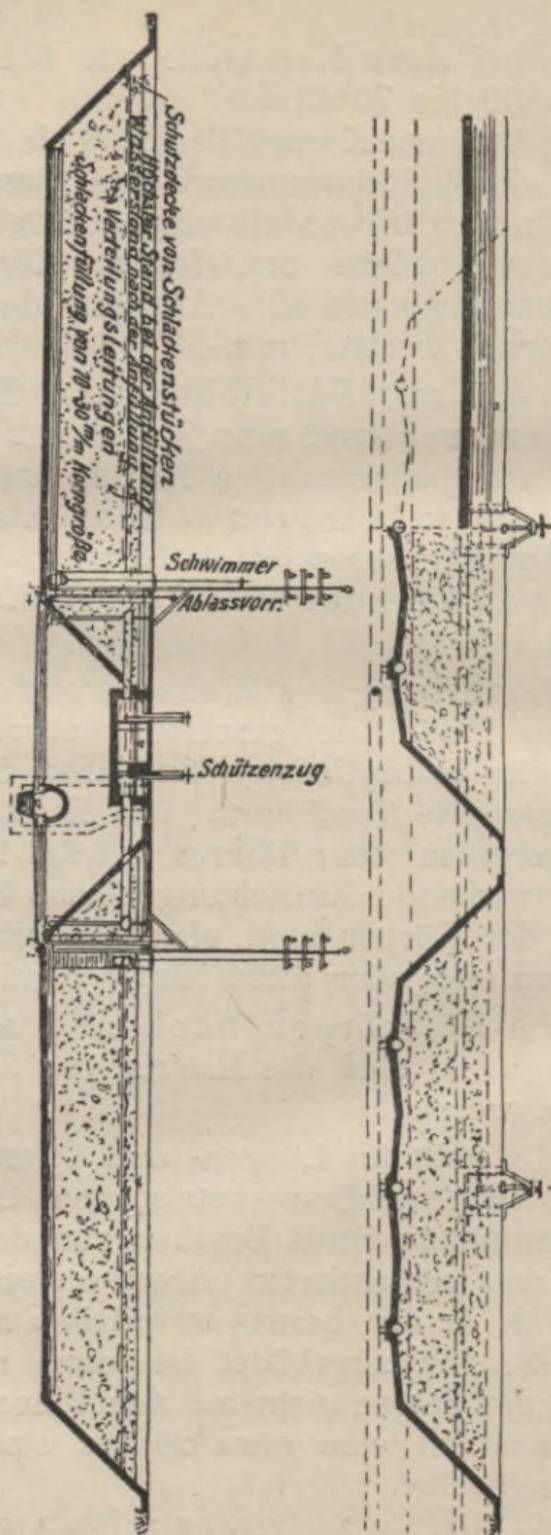
Zum Füllen, Vollstehen und Entleeren des Körpers rechnet man je $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden, während die jedesmalige Ruhepause wenigstens 2 Stunden betragen soll, auch empfiehlt es sich, den Körper wöchentlich ein- bis zweimal durch 24 Stunden ununterbrochen ruhen zu lassen.

Die Verteilung des Wassers auf der Oberfläche der Füllkörper geschieht entweder durch hölzerne oder halbzyllindrige Tonrinnen oder durch gelochte glasierte Tonröhren. Die Entfernung der Verteilungsrinnen oder Röhren beträgt 2 bis 5 m. Selbsttätig wirkende Einrichtungen zum Füllen und Entleeren der Körper sind ebenfalls schon ausgeführt, sollen sich aber nicht immer bewährt haben.

Da die Füllkörper nach und nach verschlammen, so muß das Material von Zeit zu Zeit gewaschen werden.

Fig. 18 stellt im Längen- und Querschnitt die nach dem Füllverfahren betriebenen Oxydationskörper, der für die Stadt Beuthen von dem † Ingenieur Mairich projektierten Abwasserreinigungsanlage, wie sie in der bereits erwähnten Schrift von Schmidt (S. 32) abgebildet ist, dar. Die Verteilungsleitungen liegen nicht auf der Filteroberfläche, sondern sind in eine etwa 20 cm starke Deckschicht eingebettet.

In Fig. 19 ist im Grundriß und Schnitt das



Dibdin-Schwedersche (Ingenieur Schweder in Groß-Lichterfelde) Oxydationsverfahren dargestellt.

Die mit a und b bezeichneten Räume sind luft- und lichtdicht überdeckt. a ist der Schlammfang und dient dazu, die vom Abwasser mitgeführten

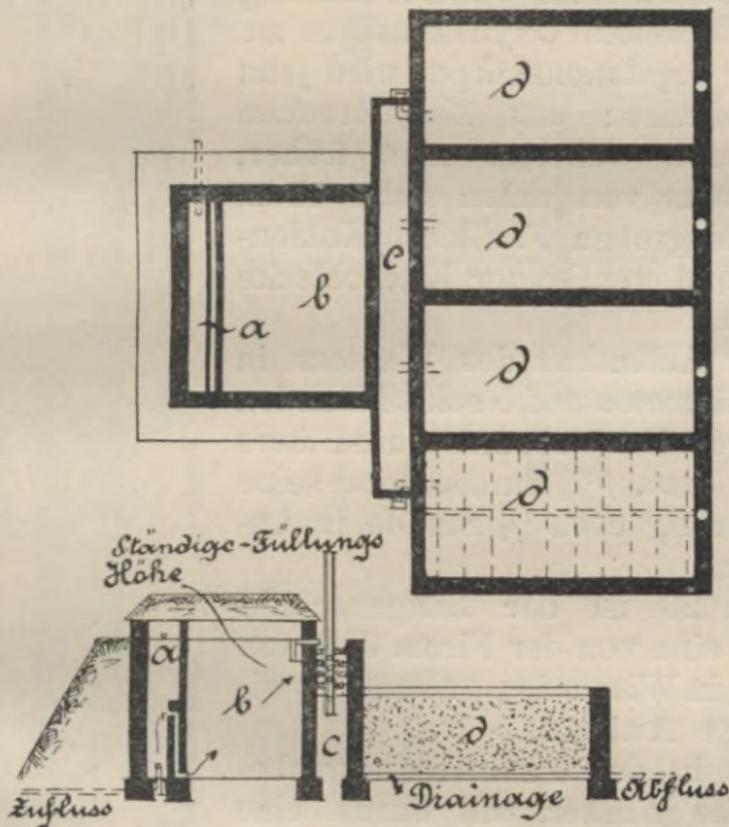


Fig. 19.

Schwimm- und Sinkstoffe auszusondern. b ist der Faulraum; in ihm vollzieht sich die faulige Gärung der Jauche. c nimmt die nunmehr ausgefaulte Jauche auf. Der Raum ist durch horizontal liegende Roste, auf welche Schotter und grober Sand geschüttet ist, in mehrere Geschosse geteilt. Eine Lüftungsvorrichtung belüftet diesen Raum und damit das durchrieselnde Wasser kräftig. Darauf tritt das Wasser

auf die offenen Oxydationsfilter, durchzieht dieselben und verläßt sie durch eine am Boden angeordnete, eng liegende Drainageleitung. Die Drainageleitung führt das Wasser entweder dem Vorfluter oder zwecks weiterer Klärung einem zweiten Oxydationsbeet zu.

Der Oxydationskörper wird jetzt ausschließlich aus Ziegelbrocken aufgebaut, während man früher, und zwar von unten nach oben, ihn aus groben Flußkies, Kohlengrus und gemischter Kiesschlacke bildete.

Der Aufenthalt des Wassers in den Räumen a und b soll 24 Stunden betragen. Das Vollaufen eines Filters nimmt etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden und seine Entleerung etwa $\frac{1}{2}$ Stunde in Anspruch.

Fig. 20 ist der Längenschnitt durch eine von der Firma J. Braun & Co. in Wiesbaden gebaute zwei-stufige Anlage.

Das in den Faulräumen vorbehandelte Wasser, tritt durch eine verdeckt liegende Verteilungsleitung in den Oxydationskörper. Der Schieberschacht am Ende des zweiten Filters kann u. U. auch als Desinfektionsschacht (Chlor) benutzt werden. Die Ableitung des Wassers geschieht durch eng liegende halbierte Drain- oder Tonröhren.

Fig. 21 stellt eine von der All-

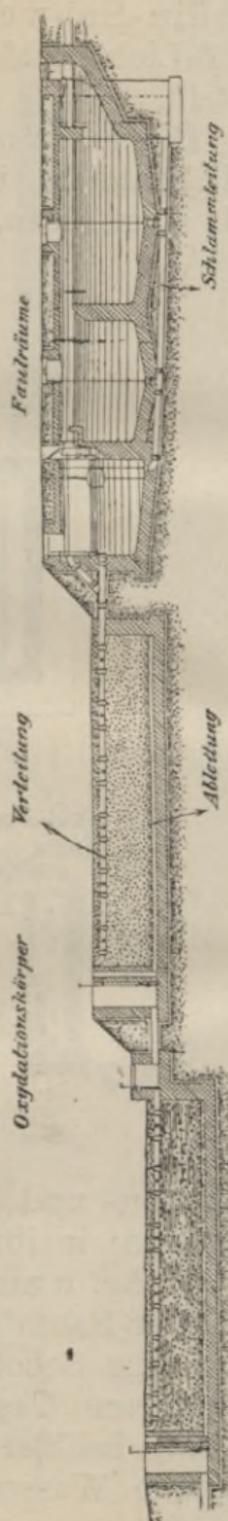
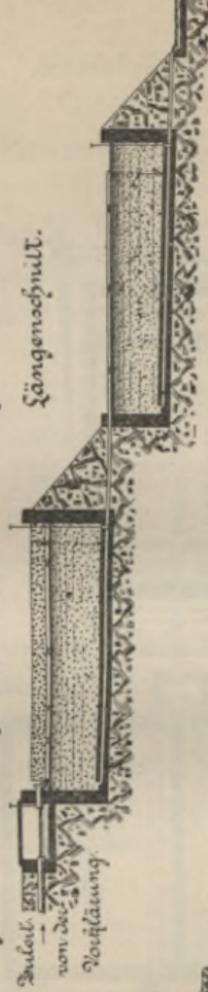
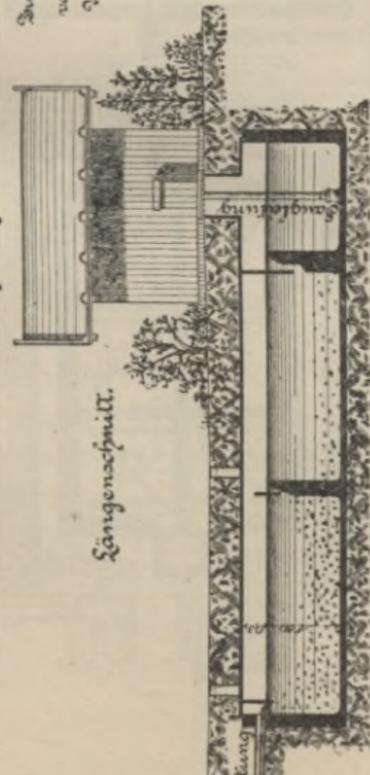


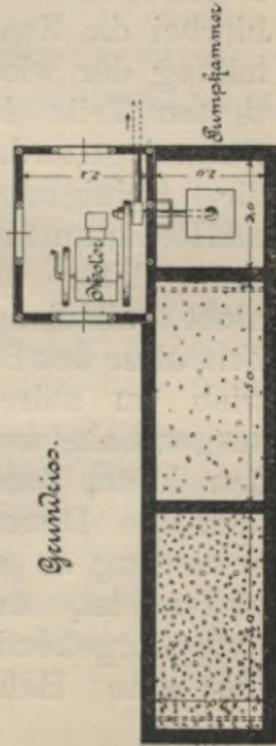
Fig. 20.

Allgemeine Stadtereinigungs-Gesellschaft m. b. H. Wiesbaden.

Biologische Klaranlage, Leistung 20 cbm pro Tag.

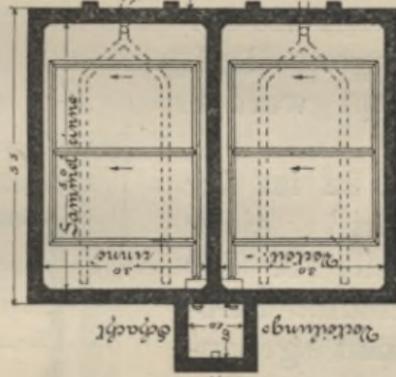


Vorflung.

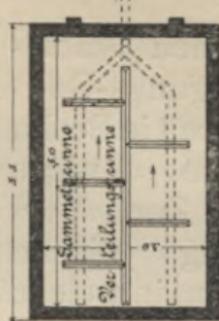


Grundriss.

Oxydationsfilter.



Grundriss.



Reifstat.

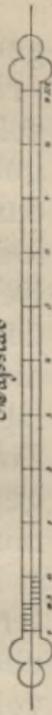


Fig. 21.

gemeinen Städte-
reinigung-Gesellschaft in Berlin
gebaute Anlage
dar. Zur Vor-
klärung dienen
Becken, in welche
das Wasser, da
die Reinigungs-
anlage höher wie der
Zubringer liegt,
gepumpt werden
muß.

Fig. 22 ist der
Grundriß einer
ebenfalls von der
vorgenannten Ge-
sellschaft gebau-
ten Anlage. Be-
merkenswert ist
hierbei die Zwei-
teilung der wich-
tigsten Teile der
Kläranlage, so daß
für Reinigungs-
und Reparaturfälle
eine Hälfte für
nicht allzulange
Zeit, ohne den Be-
trieb zu stören,
ausgeschaltet wer-
den kann, nach-
dem die Dimen-
sionierung so ge-
troffen ist, daß
vorübergehend
die eine Hälfte

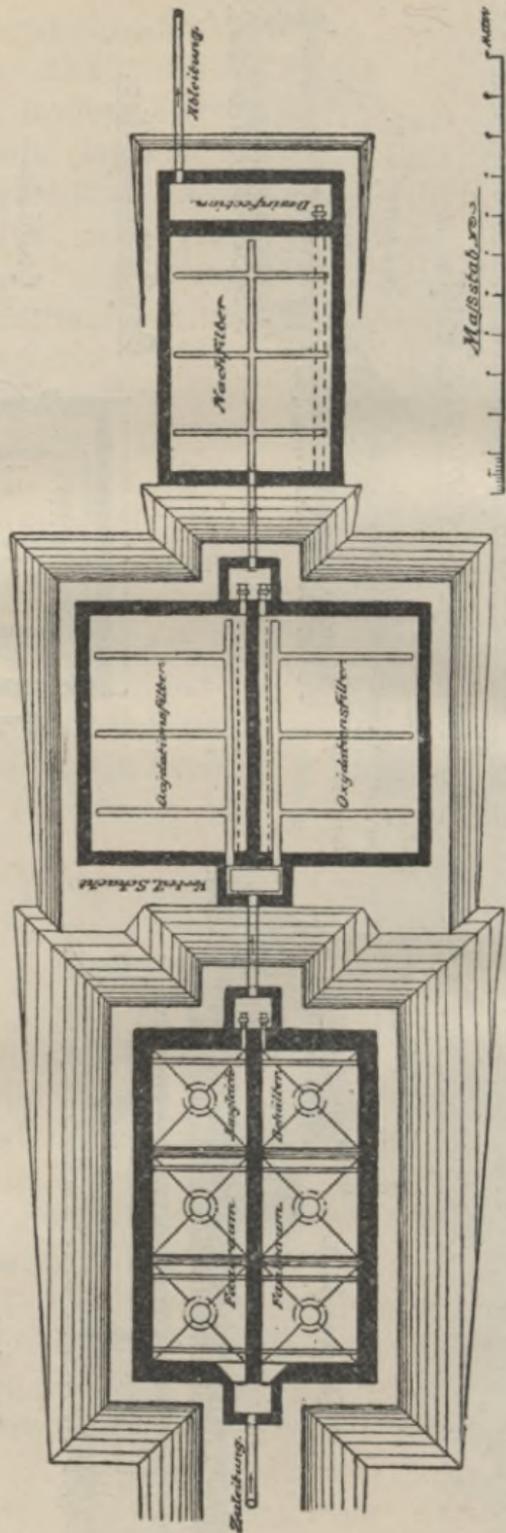


Fig. 22.

zu stärkerer Leistung herangezogen werden kann,

Durch einen Verteilungsschacht, in welchem sich zunächst die ganz schweren Sinkstoffe ablagern, wird das Schmutzwasser in den Faulraum geleitet. Vom Faulraum gelangt das vorgereinigte Abwasser in den Ausgleichs- und Vorratsbehälter, aus dem das Wasser nach den Oxydationsfiltern abgelassen wird. Dieses Ablassen geschieht, je nach Lage des Falls, sowohl selbsttätig, als nach einer bestimmten vorgeschriebenen Betriebsordnung durch einen Wärter im Nebenamt. In den Oxydationsfiltern verbleibt das Wasser 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ Stunden und wird alsdann auf das Nachfilter abgelassen, aus welchem es dann gereinigt austritt.

In der mit Desinfektion bezeichneten Abteilung ist eine Einrichtung vorhanden, durch welche dem Wasser, in Fällen von Epidemien, Chlorkalk zur sicheren Abtötung der pathogenen Keime zugesetzt werden kann.

b) *Das Tropfverfahren.*

Die Vorteile der Tropfkörper sind nach Imhoff (a. a. O. S. 81):

„1. Die Körper bewältigen bei gleicher Größe mehr Abwasser, sie leisten also mehr, besonders bei dünnem Wasser.

2. Man kann die Körper, ohne der Lüftung zu schaden, sehr hoch aufbauen und damit an Platz sparen.

3. Man kann zum Aufbau grobes Korn verwenden und hat damit den Vorteil, daß das Material weniger verwittert und einfacher herzustellen ist.

4. Die Umfassungswände der Tropfkörper brauchen keinen Wasserdruck auszuhalten und können deshalb einfacher hergestellt oder ganz entbehrt werden.

5. Die Baukosten von Tropfkörperanlagen sind aus den bisher genannten vier Gründen geringer.

6. Die Körper brauchen meist weniger Bedienung.

7. Die Körper verschlammen — wenigstens wenn sie grobkörnig sind — nicht oder nur sehr langsam. Man erspart also einen großen Teil der Betriebskosten, die bei Füllkörpern durch das Auswaschen und den damit verbundenen Materialverlust entstehen.

8. Die Körperabflüsse enthalten reichlich Sauerstoff. Dies ist unter Umständen in der Vorflut von Wichtigkeit.“

Da die Höhe*) der Tropfkörper nur durch Konstruktionsrücksichten beschränkt ist, wird das Tropfverfahren nur einstufig betrieben, denn man hat es in der Hand, den Tropfkörper so hoch zu machen, wie es der geforderte Reinheitsgrad des Wassers verlangt. Werden demnach zwei Filter angelegt, so dient der zweite gewöhnlich zur Entfernung eines zugesetzten Desinfektionsmittels oder aber, wenn die Verteilungsrinnen des ersten Filters mit einer Deckschicht überdeckt sind, zur Beseitigung der aus dieser entstehenden und durch den ersten Filter mitgeschleppten Schlammmenge oder endlich als nach dem Stauverfahren zu betreibender.

Zu Tropfkörpern muß die Luft dauernd zutreten können, weshalb man die Umfassungswände entweder zum Teil mit Lochsteinen mauert oder Öffnungen im Mauerwerk anlegt, oder die Seitenmauern überhaupt fortläßt und das Körpermaterial mit Böschung packt. Im letzteren Falle empfiehlt es sich, den Körper, um ihn vor den Einwirkungen der Kälte zu schützen, ganz oder

*) Die Kokstürme (System Dittler) in Naumburg, sind 6 m hoch, während sonst die Höhe meist zwischen 1 und 3 m beträgt.

teilweise in den Boden einzubauen. Die Grube muß dann aber so groß angelegt werden, daß die Luft von allen Seiten ungehindert in den Körper eindringen kann.

Um die Durchlüftung des Körperinnern zu verstärken, durchziehen denselben wagerecht liegende Drainröhren. Bei großen Anlagen sind auch im Innern aus durchbrochenem Mauerwerk hergestellte Lüftungsschornsteine angeordnet. Mitunter liegt auch auf der stets wasserdicht aus Beton oder Mauerwerk herzustellenden Sohle, ein Rost, um die Luft von unten, dem Tropfwasser entgegen, durch den Körper ziehen zu lassen. Eine künstliche Durchlüftung von unten, dem Wasser entgegen, wie sie in Deutschland versuchsweise ausgeführt wurde, ist als unzweckmäßig wieder fallen gelassen worden.

Die Drainage zur Abführung des Wassers, wird ebenso wie bei den Füllkörpern ausgeführt, doch können die Röhren kleinere Abmessungen erhalten, da das Wasser ständig, also in geringen Mengen, dieselben durchfließt, während beim Stauverfahren bekanntlich innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Zeit die gesamte gestaute Wassermenge zum Abfluß gelangt.

Als Material für den Aufbau der Körper soll besonders rauhes und zackiges Material gewählt werden. Schlacke, Koks und Ziegelbrocken haben sich gleichgut bewährt. Das Material soll möglichst großkörnig und auf keinen Fall kleiner als 50 mm sein. Sehr gut bewährt haben sich Korngrößen, welche etwa der Größe des auf den Gasfabriken erhältlichen Koks entsprechen.

Als Materialmenge empfiehlt Thumm als Mittelwert 1,4 cbm auf jedes cbm täglich zu reinigendes Abwasser. Und zwar gilt auch

hier diese Angabe nur für Koks und Schlacken, während für Ziegelbrocken etwas mehr genommen werden sollte.

Bezieht man die Materialmenge auf die Bevölkerungszahl der betr. Stadt, so rechnet man zweckmäßig mit dem gleichen Wert, wie beim Füllverfahren, also 130 l Material auf einen Einwohner.

Vollständig ungelöst ist bisher die für das Tropfverfahren wichtigste Frage der zweckentsprechendsten Verteilung der Abwässer auf die Filteroberfläche. Die Schwierigkeit liegt hauptsächlich darin, das Wasser gleichmäßig über die ganze Oberfläche und so zu verteilen, daß ein durchrieseln des ganzen Körpers stattfindet und nicht ein Durchfließen in geraden senkrechten, die Umgebung des Durchflußweges trocken lassenden Strahlen

Die wichtigsten Verteilungsarten sind in Heft 3 der „Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung“ beschrieben.*)

Es sei mir aus Anlaß vorstehenden Hinweises gleichzeitig gestattet auf die hervorragenden Leistungen dieses unter der ausgezeichneten Leitung des Herrn Geheimen Obermedizinalrat, Professor Dr. Schmidtman, einer Autorität auf dem Gebiete der Städtehygiene, stehenden Anstalt hinzuweisen. Nur der Tätigkeit der Anstalt und ihrer Leitung ist es zu danken, wenn wir jetzt allmählich geordnete Verhältnisse in bezug auf die in jedem einzelnen Falle zu stellenden Anforderungen an die Reinheit des Wassers bekommen und Anregungen zu

*) Weitere Angaben finden sich u. a. auch in „Kröhnke, Über durchlaufend betriebene Oxydationsverfahren bei der Abwasserreinigung“, Leipzig. F. Leineweber, sowie in dem bereits mehrfach erwähnten Buche von Schmidt. Diesen beiden Schriften sind auch die folgenden Figuren entnommen.

zweckentsprechenden, einfachen Verfahren und Konstruktionen erhalten.

Die Verteilungseinrichtungen können feststehende oder bewegliche sein. Die unbeweglichen Verteilungseinrichtungen können entweder die bei den Füllkörpern beschriebenen durchlochten Tonröhren oder feststehende Sprengröhren (Sprinkler) oder gelochte Wellbleche u. a. m. sein, während die beweglichen Verteilungsanlagen meist Kipprinnen oder drehbare Sprinkler sind.

Wie bei den Füllkörpern, ist es auch bei den Tropfkörpern vielfach ausgeführt, die durchlochten Verteilungsröhren nicht auf die Filteroberfläche frei aufzulegen, sondern mit einer 20 cm starken Feinschicht zu bedecken. Ist dies nun auch beim Füllverfahren zulässig, so ist es beim Tropfverfahren, nach meinen Erfahrungen, unbedingt zu verwerfen.

Das durch die Löcher sickernde Abwasser tut einem nämlich meist nicht den Gefallen sich über den ganzen Filterkörper zu verteilen, sondern fließt, einem Rinnsal gleich, direkt der Abflußleitung zu. Alle außerhalb dieses Rinnsals befindlichen Körpermaterialien bleiben vollständig trocken und tragen zur Reinigung des Wassers auch nicht einen Pfifferling bei. Diesen Nachteil besitzen übrigens mehr oder weniger alle feststehenden Verteilungseinrichtungen, wobei auch ein Festwalzen der Decke das Resultat nicht verbessert. Früher nahm man nämlich an, daß die festgewalzte Decke das Wasser gleich einem Schwamm aufsaugen und dann gleichmäßig an den darunter liegenden Körper abgeben würde, die bisherigen Erfahrungen haben aber dieser Annahme nicht entsprochen.

Die besten Resultate sind noch erzielt worden, wenn man das Abwasser auf der festgewalzten Oberfläche einige cm hoch aufgestaut hat.

Auch der Aufbau der Körper mit Deckschicht

ist sehr schwierig, weil verhindert werden muß, daß die Hohlräume zwischen dem grobkörnigen Material von dem feinen der Deckschicht ausgefüllt werden.

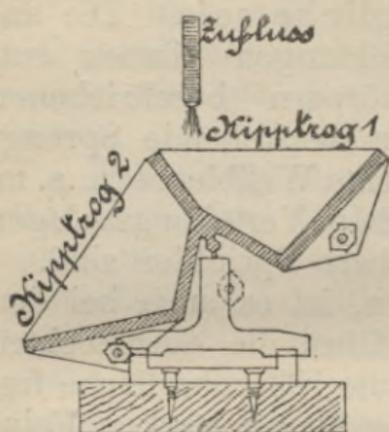


Fig. 23.

Fig. 23 zeigt eine automatisch arbeitende Kippvorrichtung. Dieselbe ist so gelagert, daß durch den Zufluß abwechselnd der Kipptrug 1 und 2 gekippt werden.

Fig. 24 ist Grundriß und Schnitt eines drehbaren Sprinklers, deren Wirkungsweise auf das Prinzip des Segnerschen Wasserrades beruht.

„Für alle Sprengröhren ist, so schreibt Imhöff, (a. a. O., S. 97) zu empfehlen, sie unterbrochen zu betreiben, also stets Kipp- und Hebergefäße vorzuschalten.

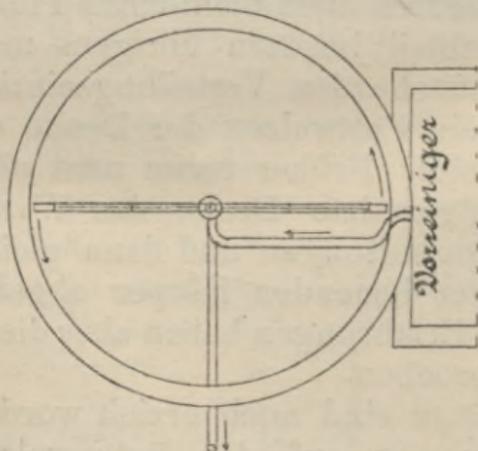
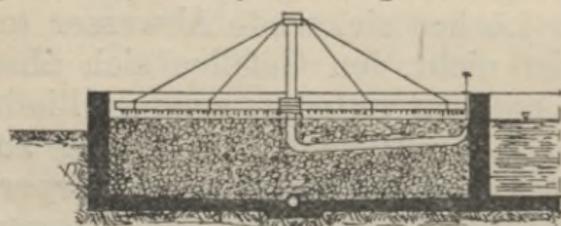


Fig. 24.

So werden die Löcher immer wieder von neuem gespült und man braucht sie nur selten zu reinigen. Ein kleiner Vorteil beim Bau ist, die Löcher nicht zu eng zu machen und sie im Wandblech von innen zu bohren, damit

man sie von innen ausbürsten kann.“

Der Hauptnacheil der Sprinkler beruht also hauptsächlich darin, daß sie nur unter Überdruck arbeiten, d. h. sich drehen, und daß sich ferner die Löcher sehr leicht verstopfen. Um diese Übelstände möglichst zu beseitigen, empfiehlt Imhoff mit Recht die von ihm vorstehend angegebenen Hilfsmittel.

Fig. 25 zeigt, wie das Wasser, nachdem es in einen Hochbehälter gepumpt ist, über dachartig gestellte Brettchen auf das Oxydationsbeet fällt. Eine

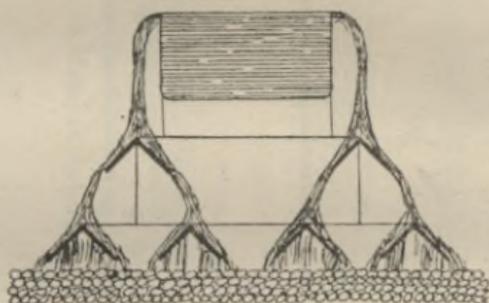


Fig. 25.

andere Konstruktion läßt das Wasser über gradierwerkartige

Konstruktionen rieseln, oder, wie Fig. 26 zeigt, von dem Zulaufrohr in horizontal

liegende, über das Filter verteilte Röhren

fließen. Die letztgenannten Röhren haben auf ihrer oberen Seite Öffnungen, über welche ein Blech befestigt ist (Fig. 27), gegen welches das Wasser spritzt, sich in kleine Tropfen auflöst und so auf die Filter fällt

Und so gibt es noch eine ganze Anzahl verschiedenartiger Vorrichtungen — meist patentiert — das Wasser aufzulösen und zu verteilen.

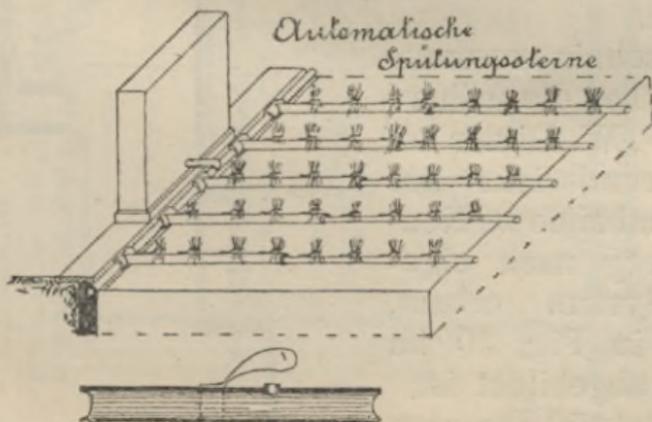


Fig. 26 u. 27.

Fig. 28 stellt im Grundriß und zwei Schnitten ein Oxydationsbeet dar. Aus der Richtung der Pfeile ergibt sich der Verlauf des Wassers und seine Verteilung auf dem Körper. Wird das Abwasser bei starkem Regen genügend verdünnt, kann es, ohne den Filter zu berühren, direkt dem Vorfluter zugeführt werden, nachdem es vorher einen Sandfang oder auch einen Faulraum oder auch beides passiert hat.

In Fig. 29 ist eine biologische Reinigungsanlage mit freistehendem Tropfkörper dargestellt, wie sie von der Firma J. Braun & Co in Wiesbaden gebaut werden. Die Verteilung des Abwassers auf dem Oxydationskörper kann hierbei außer durch drehbaren Sprenger, auch durch Röhren usw. erfolgen.

Eine sehr interessante Anlage hat die frühere Firma F. W. Dittler auf dem Grundstück des Invalidenheims zu Neubabelsberg nach eigenem System erbaut, welche in Fig. 30 im Schnitt abgebildet ist.

Die auf 100 Insassen

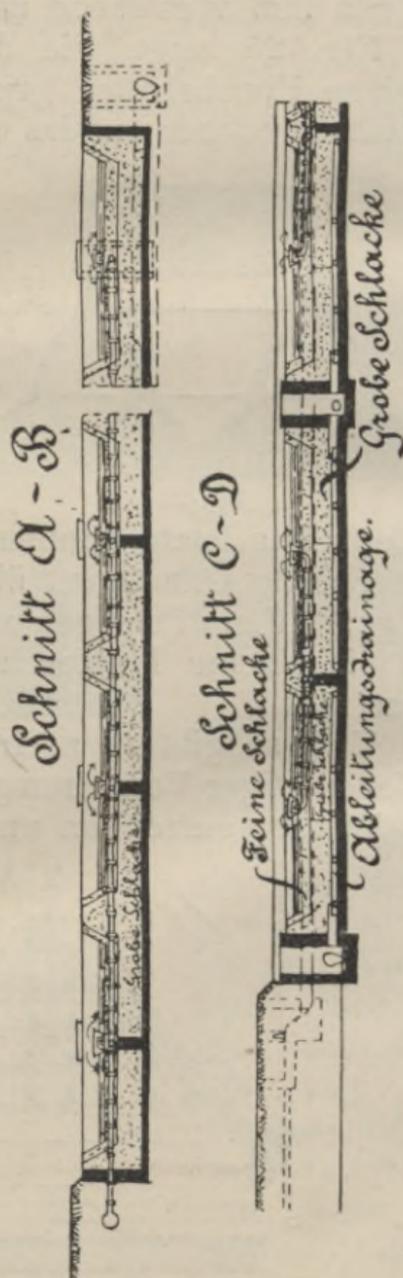


Fig. 28 a.

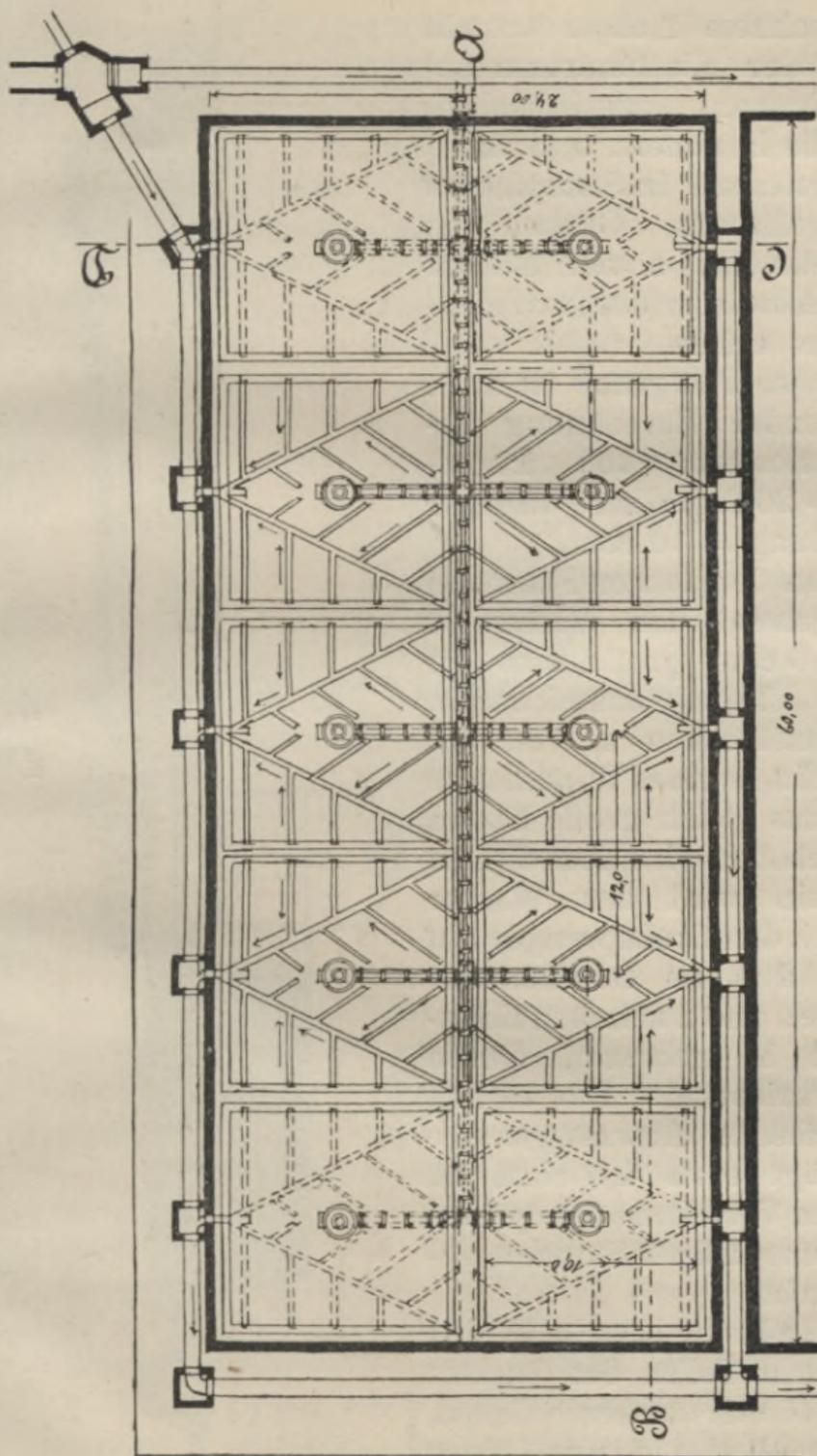


Fig. 28 b.

berechnete Anlage besteht aus der mit Faulraum bezeichneten, unterirdischen, in die Kammern o, p und q eingeteilten, in Stampfbeton ausgeführten Grube, in welche bei a der Einlauf der Abwässer des Invalidenheims erfolgt.

Diese Faulgrube ist nach folgender Berechnung dimensioniert: 100 Personen \cdot 20 Tagesliter \cdot 5tägiger Faulung = 10 cbm.

Aus dem letzten Faulraum q gelangt das Wasser in das 6 cbm große, also für drei Tage ausreichende, Sammelbecken s, von wo es mittels eines Windmotors auf das gleich große Bassin B gehoben wird. Aus diesem Bassin wird das Wasser durch den Drehsprenger auf den 2 m im Durchmesser weiten und 2 m hohen Koks-turm M gebracht, diesen durchrieselnd. Die täglich verrieselte Abwassermenge beträgt etwa 2,0 cbm, zu deren Verteilung der Sprinkler ungefähr 2 Stunden gebraucht.

Der Koks besteht in den unteren Teilen des Turmes aus 15 mm starken Stücken, nach oben hin aus immer

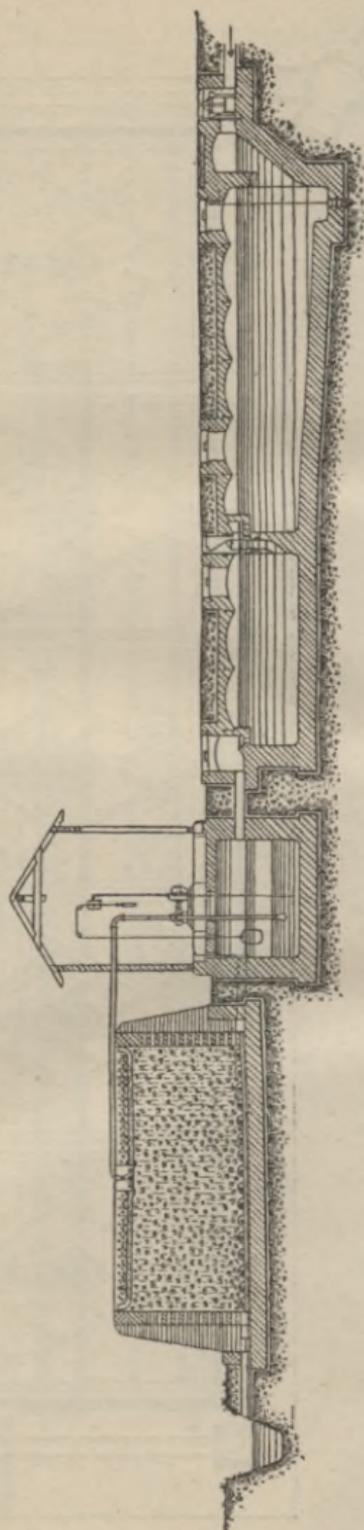


Fig. 29.

größerem Korn, bis schließlich oben eine Korngröße aufliegt, wie sie von den Gasanstalten zu erhalten ist.

Der Turm ist mit ringsum verteilten Luftscharten versehen, an welchen innerhalb des Kokses Drainrohre von 50 mm l. W. angelegt sind, so daß eine dauernde Lüftung des Koksturmes erzielt wird.

In der ersten Zeit wurde noch durch eine kleine Luftpumpe eine künstliche Durchlüftung ausgeführt, die aber bald, da Professor Vogel ihr einen wesentlichen Nutzen nicht zuschrieb, außer Betrieb gesetzt wurde.

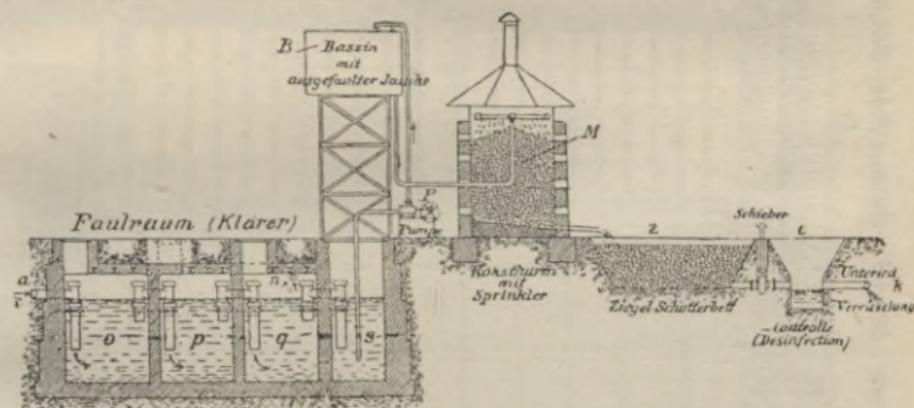


Fig. 30.

Ein vorhin nicht erwähnter Nachteil der Sprinkler ist auch der, daß sie nicht geruchlos arbeiten, weshalb der Koksturm da, wo er, wie z. B. in Neubabelsberg, in der Nähe menschlicher Behausungen liegt, mit einem Dach überdeckt werden muß.

Aus dem Koksturm gelangt das Wasser über einen — aus der Zeichnung nicht ersichtlichen — Kontrollschacht auf den nach dem Füllverfahren betriebenen Filter Z. Dieser ist so bemessen, daß er die vollen 2 cbm Tagesabwasser aufnehmen kann. Das Abwasser bleibt zwei Stunden im Filter stehen.

Der Inhalt des Oxydationskörpers besteht aus zweimal gesiebten 10 bis 20 mm großen Ziegel-

brocken. Nachdem das Wasser nunmehr noch einen, auch als Desinfektionsschacht zu benutzenden Kontrollschacht C durchflossen hat, gelangt es zur unterirdischen Verrieselung K.

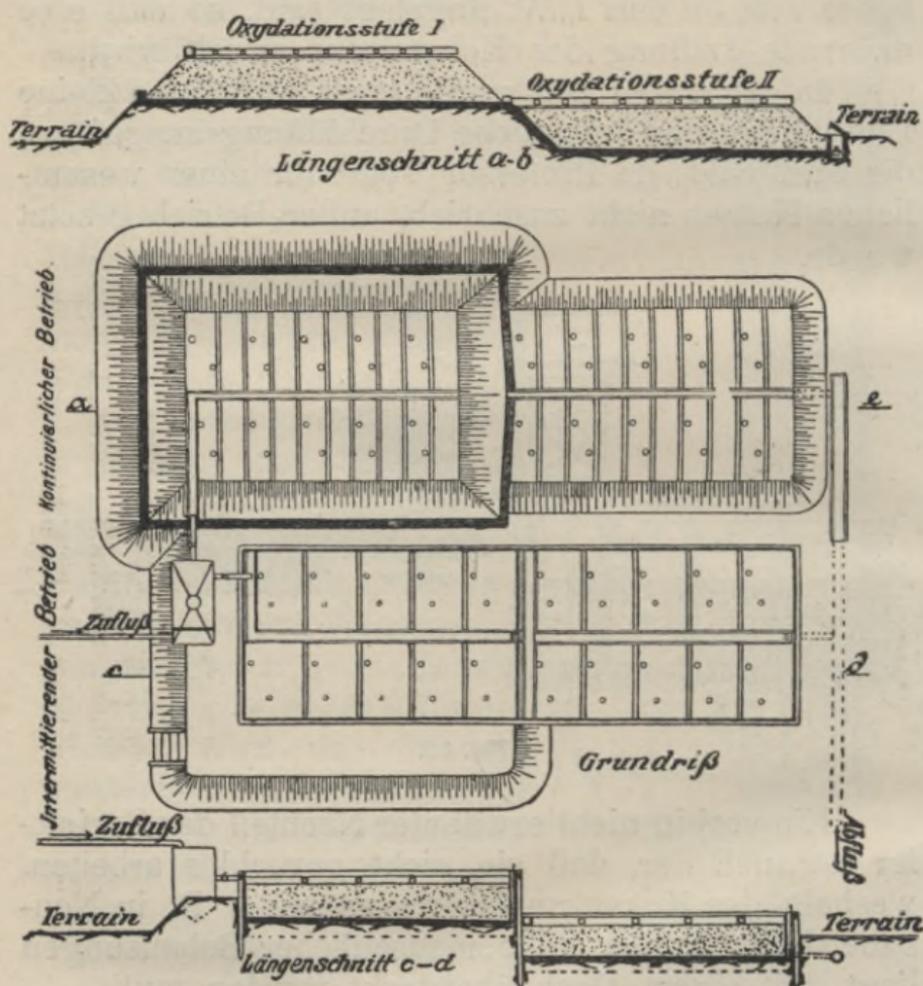


Fig. 31.

Fig. 31 stellt eine von der Firma Wilhelm Bruch in Berlin, in Lichtenberg erbaute, für eine tägliche Reinigung von 3000 cbm Abwasser berechnete Versuchsanlage dar.

Die Anlage zerfällt, wie aus der Figur zu ersehen ist, in eine solche für kontinuierlichen und in eine solche für intermittierenden Betrieb. Die

Jauche wird auf dem langen Kanalwege bereits leicht vorgefault und gelangt zunächst in ein mit einem einfachen Siebe ausgestattetes Bassin, woselbst die ganz groben Sinkstoffe zurückbehalten werden.

Die intermittierende Anlage besteht aus zwei mit Spundwänden umschlossenen Bassins von je 40 cbm Oxydationsmaterial. Die gleichmäßige Verteilung beim Füllen und Entleeren erfolgt durch hölzerne Verteilungsrinnen und durch auf der mit Gefälle angelegten Sohle liegende Drainageleitungen.

Das Oxydationsmaterial besteht aus ausgesiebter poröser Schlacke von 3 bis 18 mm Korngröße im

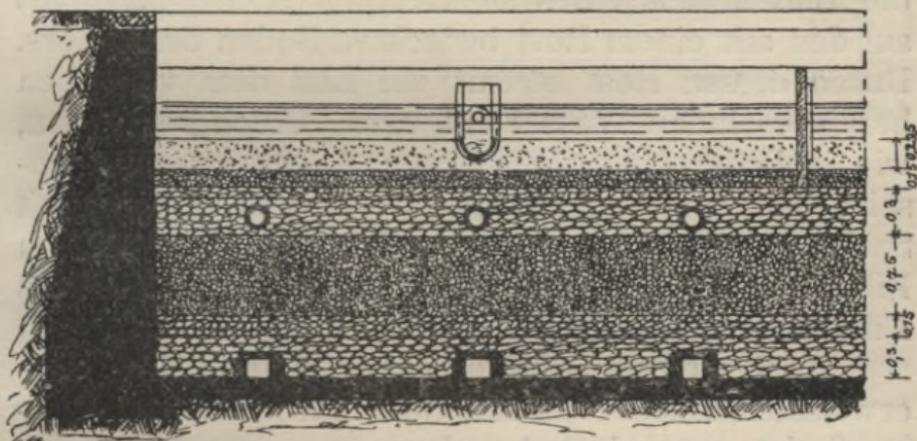


Fig. 32.

ersten und von 2 bis 8 mm Korngröße im zweiten Körper. Senkrechte bis auf die Sohle reichende und mit der eben erwähnten Drainage in Verbindung stehende kleine Entlüftungsschächte sorgen für gehörige Durchlüftung der Oxydationskörper.

Den Aufbau der Körper beim kontinuierlichen Betrieb zeigt der Schnitt a-b. Das Wasser rieselt tropfenweise durch die Körper und verläßt dieselben gereinigt ebenfalls durch eine Drainageleitung.

Die Abnahme der Oxydierbarkeit der Abflüsse beträgt rund 70%.

Andere, biologische Abwasseranlagen bauende Firmen, sind u. a. die Allgemeine Städtereinigungsgesellschaft in Berlin und die Firma M. Friedrich & Co. in Leipzig.

Zum Schluß seien noch die sogenannten „Belüftungsfilter“ (Fig. 32) erwähnt.

Die Luft wird mittels einer Luftpumpe durch mehrere, etwa in halber Höhe des Filters verlegte, durchlochte eiserne Röhren diesem zugeführt. An Stelle der Luftpumpe kann auch ein drehbarer Ventilator, ähnlich den auf Schiffen, angeordnet werden. Nach einer andern Anordnung führt man die Luft mittels eines senkrechten Rohres fast bis auf den mit einem Rost bedeckten Boden des Filters. Durch diesen Rost strömt die Luft dem von oben herabrieselnden Wasser entgegen. Auch kann man, wie bei der Neubabelsberger Anlage bereits beschrieben, die Umfassungswände des Filters mit Schlitzfenstern versehen, durch welche die Luft in im Filter verlegte Drainröhren tritt und aus diesem die Filter durchströmt.

Noch weitere Belüftungsfilter sind in dem vorerwähnten Buche von Kröhnke nachzusehen, ebenso findet man dort Angaben über künstliche Erwärmung der Filter. Letzteres ist jedoch gewöhnlich überflüssig, da bei allen bisherigen Versuchen die Oxydationskörper nicht nur nicht einfroren, sondern die Temperatur noch auf einer solchen Höhe hielten, daß die Reinigungsarbeit mit stets gleichem Erfolge von statten ging.

Außer den reinen Füll- und Tropfkörpern gibt es auch *Übergänge*, indem man Tropfkörper aus sehr feinem Korn genau wie Füllkörper aufbaut, sie aber als Tropf- und nicht als Füllkörper betreibt, indem man sie stoßweise mit Wasser übergießt.

Die Körper abwechselnd als Tropf- und als Füllkörper zu betreiben, ist nicht zweckmäßig.

Behufs Vornahme weiterer Reinigung, Befreiung von Desinfektionsmitteln oder Krankheitserregern, oder aus anderem Grunde, kann das aus den Filtern abfließende Wasser noch einer Nachbehandlung unterzogen werden, indem man das Wasser auf Rieselfelder leitet, durch den Boden filtrierte, in Teiche oder Absitzbecken fließen läßt oder sonst eine der verschiedenen Reinigungsarten anwendet.

4. Das elektrische Verfahren.

Bislang sind alle Versuche, die elektrische Kraft zur Klärung bzw. Reinigung städtischer Abwässer zu verwenden, gescheitert.

Bekannter geworden sind die Versuche von Hermite, welche eine Sterilisation, und die von Webster, welche gleichzeitig eine Reinigung des Schmutzwassers bezwecken.

Haefcke*) schildert in seinem bekannten Buche die beiden Verfahren folgendermaßen:

Das Hermitesche Verfahren. Seewasser oder ein mit 40 kg Kochsalz und 5 kg Chlorammonium auf 100 l versetztes gewöhnliches Wasser wird elektrolysiert, bis es einen Gehalt von etwa 3 g feinen Chlor im Liter hat und dann mit der sechs- bis siebenfachen Menge Wasser vermischt. Diese Flüssigkeit wird von einer Zentralstelle aus in die Aborte usw. geleitet und hier als Spülwasser benutzt. Die geringen Mengen Chlor belästigen nicht, genügen aber zur Zerstörung der schädlichen und unangenehmen Ausdünstungen der Abwässer; andererseits werden aber Kotballen und dgl. weder aufgelöst noch zerstört.

*) Haefcke, Städtische und Fabrikabwässer. Wien, Leipzig 1901. A. Hartlebens Verlag. S. 397 bis 408. Ferner Weigelt, Unsere natürlichen Fischgewässer, Berlin 1900 und Koschmieder, Die Verwendung elektrischer Energie zur Reinigung usw. von Abwässern. Leipzig. F. Leineweber.

Das Webstersche Verfahren. Das Wasser muß reich an Chloriden sein, fehlen diese, so muß eine entsprechende Menge Kochsalz zugesetzt werden. Als Elektroden werden Eisenplatten verwendet.

An der negativen Eisenplatte scheidet sich Wasserstoff ab, während an der positiven Chlorverbindungen gebildet werden, welche einerseits auf die organischen Bestandteile des Abwassers und andererseits auf das Eisen einwirken. Hierdurch tritt eine Oxydation der organischen Stoffe ein; jedoch ist es notwendig, die zu reinigenden Abwässer in ständiger Bewegung zu erhalten.

Da der niedergeschlagene Schlamm auf mechanischem Wege beseitigt werden muß, wird durch dieses Verfahren auch die leidige Frage der Schlamm-beseitigung und -Verwertung nicht gelöst.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Alphabetisches Sachregister.

A.

Absatzbecken 75, 83, 108.

Absatzbrunnen 75, 83.

Absorption 107.

Abwasser 7, 8.

Abwasser, Die freien Säuren und Gase im — 62.

Abwasserklärung 13.

Abwasserklärung auf mechanischem Wege 74.

Abwasserklärung auf mechanisch-chemischem Wege 74.

Abwasserproben, Entnahme und Untersuchung von — 56.

Abwasserreinigung 13.

Abwasserreinigung mittels Elektrizität 133.

Abwasserreinigungsanlage in Frankfurt a. M. 77.

Abwasserreinigungsverfahren mittels geschweelter Schlammkohle 90.

Abwassers, Aussehen des — 61, 64.

Abwassers, Ablauf des — 75, 102.

Abwassers, bakteriologische Untersuchung des — 66.

Abwassers, biologische Untersuchung des — 64.

Abwassers, chemische Untersuchung des — 61, 62.

Abwassers, Geruch des — 61, 64

Abwassers, Reaktion des — 61.

Abwassers, Temperatur des — 61.

Abwassers, Vorprüfung des — 61.

Abwassers, Zulauf des — 75.

Abwässer der Baumwollindustrie 44.

Abwässer aus Brauereien 36, 64.

Abwässer aus Brennereien 33, 64.

Abwässer der chemischen Großindustrie 39.

Abwässer, Desinfektion der — 73, 133.

Abwässer der Druckereien 40.

Abwässer von Fabriken 27, 50.

Abwässer der Farbwerke 40.

Abwässer der Färbereien 40.

Abwässer der Flachsrotten 43.

Abwässer von Gasanstalten 47.

Abwässer, Haltbarkeit der — 63.

Abwässer der Hanfrotten 43.

Abwässer der Holzstoffabriken 45, 64.

Abwässer, Küchen- und Haus- 22.
 Abwässer der Leinenindustrie 44.
 Abwässer aus Molkereien 28.
 Abwässer, Die Natur städtischer und Fabrik- 13, 50.
 Abwässer der Papierfabriken 45.
 Abwässer von der Pelzwäsche der Schafe 44.
 Abwässer der Seidenindustrie 44.
 Abwässer aus Schlachthäusern 27.
 Abwässer aus Stärkefabriken 30, 64.
 Abwässer, Städte- 13, 50, 64.
 Abwässer der Textilindustrie 42.
 Abwässer der Tuchfabriken 44.
 Abwässer, Vorreinigung der — 108.
 Abwässer aus Zuckerfabriken 13, 29, 64.
 Abwässer, Zusammensetzung der Städte- 13.
 Alkalität 63.
 Ammoniak 63, 64.
 Andauchtwasser 7.
 Aptierung 103.
 Auswurfstoffe unserer Haustiere 20.
 Azidität 63.

B.

Bakterien 66, 67.
 Baumwollenindustrie, Abwässer der — 44.
 Becken, Sohle der — 75.
 Becken, Überdeckung der — 76.
 Beckengröße, Berechnung der — 76.
 Berieselung 102.

Biologisches Verfahren 106.
 Bodenarten, zu Rieselszwecken brauchbare — 102, 106.
 Bodenfiltration 102, 105.
 Bodens, Durchlüftung des — 102.
 Bodens, Übersättigung des — 104, 106.
 Bodens, Verschlammung des — 102.
 Brauereien, Abwässer aus — 63, 64.
 Brennereien, Abwässer aus — 63, 64.
 Brennereibetriebe, landwirtschaftliche — 33.

C.

Chemischen Großindustrie, Abwässer der — 39.
 Chemische Reinigung 70.
 Chlor 63, 64.

D.

Desinfektion 73, 130, 133.
 Drains, 102, 106.
 Druckereien, Abwässer der — 40.
 Durchfluß, Geschwindigkeit des, -es 75, 85.
 Durchlüftung der Tropfkörper 120, 121.

E.

Eduardsfelder System, Das — 100.
 Eintauchbohle 75.
 Einweißverbindungen 63.
 Elektrisches Klärverfahren 133.

F.

Fabrikabwässer 27, 50.
 Fäkalien, 7, 15, 63.
 Farbwerke, Abwässer der — 40.

Färbereien, Abwässer der — 40.
 Faulbetrieb 108, 109, 116.
 Faulräume 108, 109, 116, 118, 128.
 Filter, Nach- 118.
 Filtration des Wassers 9.
 Flachsichter, Friedrichscher Patent- 92.
 Flachsrotten, Abwässer der — 43.
 Fliegenplage 76.
 Flußverunreiniger 8.
 Flußwassers, Reinheitsgrad des — 9.
 Flüsse, Selbstreinigung der — 69.
 Frankfurt a. M., Die Abwasserreinigungsanlage in — 77.
 Füllkörper, Höhe der — 111.
 Füllkörper, Material der — 111.
 Füllkörper, Seitenwände der — 111.
 Füllkörper, Sohle der — 111.
 Füllkörper, Verschlammen der — 113.
 Füllkörper, Verteilung des Wassers auf der Oberfläche der — 113.
 Füllmaterial 108.
 Füllverfahren 107, 110, 116, 128, 130.

G.

Gasanstalten, Abwässer von — 47.
 Gelatineplatten 67, 68.
 Gesamtrückstand 63, 64.
 Glührückstand 63, 64.
 Glühverlust 63, 64.
 Geruchsbelästigung 76.

H.

Hanfrotten, Abwässer der — 43.

Harnstoff 63.
 Hausabwässer 22.
 Hauskehricht 24.
 Hermitesche Verfahren 133
 Holzstoffabriken, Abwässer der — 45, 64.

K.

Kassel, Schlammverwertung in — 97.
 Kläranlage, Heberglocken — 94.
 Klärbecken 75, 83.
 Klärbrunnen 75, 83, 87.
 Klärrechen, Frankfurter — 78, 79.
 Klärtürme 83.
 Kohlebreiverfahren 89.
 Kohlensäure 63.
 Kokstürme 128.
 Kornbranntweinbrennereien 35.
 Küchenabwässer 22.

L.

Leinenindustrie, Abwässer der — 44.

M.

Mechanische Reinigung 72, 96.
 Mineralstoffe 63.
 Molkereien, Abwässer aus — 28.

N.

Nachfilter 118.
 Niederschlagswasser 7.

O.

Oxydationskörper 116, 126, 131.
 Oxydationsprozeß 103, 107.
 Oxydationsverfahren von Dödin-Schweder 115.

P.

- Papierfabriken, Abwässer der — 45.
 Pelzwäsche der Schafe, Abwasser von der — 44.
 Petrischale 67, 68.
 Preßhefefabrikation 35.
 Proben, Untersuchung der — 61.
 Proben, Verpackung und Versendung der — 60.
 Probenahme von Abwässern, Art und Zeit der — 57.
 Probenahme, Ausführung der — 58.
 Probenahme für die bakteriologische Untersuchung 59.
 Probenahme für die biologische Untersuchung 58.
 Probenahme für die chemische Untersuchung 58.
 Prüfungsanstalt, Königliche — für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 122.

R.

- Reinigungsanlage 7.
 Reinigung, chemische — 70.
 Reinigung, Mechanische — 72, 96.
 Reinigungsverfahren 50.
 Reinigungsverfahren, Die verschiedenen — 72, 96.
 Rieselfeldanlage, Größe einer — 104.
 Rieselfeldanlage, Gesamtkosten einer — 104.
 Rieseln mit Unterbrechung 103.
 Rieselfeldverfahren 8, 102.
 Rothe-Röckner 87.

S.

- Salpetersäure 63.
 Sammelkanal 8.
 Sandfänge 77, 85, 109.

- Sandfänge, Größe der — 87.
 Sauerstoff 63.
 Sauerverfahren 32.
 Säure, freie — 63.
 Säure, salpetrige — 63.
 Säure, schweflige — 63, 64.
 Sedimentierung 70, 72.
 Seidenindustrie, Abwässer der — 44.
 Sielwasser 7.
 Sodafabriken 39.
 Substanzen, organische — 63, 64.
 Sulfide 63.
 Superphosphatfabriken 39.
 Schlachthäuser, Abwässer aus, -n 27.
 Schlammبانke 8.
 Schlamm Massen, Beseitigung und Verwertung der — 96.
 Schlammvergasungsanlage 97.
 Schlammverwertung in Kassel 97.
 Schleusenwasser 7.
 Schmutzwasser, 7, 8.
 Schwebestoffe 62.
 Schwefelsäurefabriken 39.
 Schwefelwasserstoff 63, 64.
 Sprenger 124, 128.
 Spinkler 124.
 Staubecken 103.
 Stauverfahren 107.
 Städteabwässer 13, 50, 64.
 Stärke 63.
 Stärkefabriken, Abwässer aus — 30, 64.
 Stickstoff 63.
 Straßenkehricht 23.
 Stromgeschwindigkeit 69.
 Stromstrich, Verhinderung des, -es 75.

T.

- Textilindustrie, Abwässer der — 42.

Trinkwasser 9.
 Trockenwetterabfluß 87.
 Tropfkörper, Abführung des
 Wassers aus, -n 121.
 Tropfkörper, Aufbau der —
 123.
 Tropfkörper, Durchlüftung
 der — 120, 121.
 Tropfkörper, Höhe der —
 120.
 Tropfkörper mit Kippvor-
 richtung 124.
 Tropfkörper, Material zum
 Aufbau der — 121.
 Tropfkörper, Verteilungsein-
 richtungen bei, -n 123.
 Tropfkörper, Vorteil der —
 119.
 Tropfverfahren 107, 119, 128.
 130.
 Tuchfabriken, Abwässer der —
 44.

V.

Verdünnung 69.
 Vergasungsanlage 97.
 Verschlammung des Bodens
 102.
 Verteilungsleitung 104.
 Vorfluter 7, 8.

W.

Wasser, Beurteilung des — 8.
 Wasser, Filtration des — 9.
 Wasser, Temperaturwechsel
 im — 70.
 Wasserläufe, Benutzung der —
 8.
 Webstersche Reinigungsver-
 fahren 134.

Z.

Zucker 63.
 Zuckerfabriken, Abwässer aus
 — 13, 29, 64.

Telegr.-Ad.: **Röhrenverein, Köln.** Fernspr.-Anschl.: Nr. 84 u. 847.



Salzglasierete Steinzeugröhren

in allen Weiten, rund, eiförmig und elliptisch nebst allen Fassons. Steinzeugsohlsteine, Sohlshalen, Einlässe, Hof- und Strassen-sinkkasten, Fett- und Sandfänge, Kaminufsätze, Klosettbecken. Kabelschutzröhren, Krippen, Tröge, Kanalbekleidungsplatten usw.

== **Erstklassiges Fabrikat.** ==

Lieferantin der meisten Städte Nord- und Mitteldeutschlands, wie: **Berlin, Köln, Crefeld, Duisburg, Düsseldorf, Elberfeld, Essen-Ruhr, Hameln, Hamburg, Harburg, Mariendorf bei Berlin, Oldenburg, Ruhrort, Rheydt, Schwerin, Teltow** usw.

Tägliche Produktion: ca. 35 Ladungen.

Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung, Hannover.

In Vorbereitung befindet sich

Bibliothek der gesamten Technik,

56. Band:

DER ERDBAU

Von

A. REICH,

Direktor der Baugewerkschule Friedenau-Berlin.

Mit vielen Abbildungen.

Preis brosch. ca. Mk. 3.—, geb. ca. 3.40.

S. 61

100/10

96-5

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301718

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297163