

und nach der Dextrinverzuckerung. Die Weine wurden zu den Reductionsversuchen mit Bleiessig erst entfärbt und das überschüssige Blei durch kohlensaures Natron entfernt. Dass der Alkohol zu allen Versuchen erst verjagt wurde, ist selbstverständlich.

wendung von Flusswasser angewiesen sind, sie sind auch zu berücksichtigen bei der Abwasserfrage, wenn es sich darum handelt, welche Stoffe dem Flusse oder Bachen zugeführt werden dürfen. Eine ausführliche Arbeit von C. Piefke (Z. Hyg. 8; Sonderabdr.)

Tabelle III.
Mit Kartoffelzucker vergorene Weine.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Polarisation direct ^o	+ 1,05	+ 0,83	+ 0,7	+ 1,08	+ 0,95	+ 0,61	+ 0,85
Polarisation nach der Inversion ^o	+ 1,05	+ 0,9	+ 0,7	+ 1,1	+ 0,96	+ 0,65	+ 0,85
Polarisat. nach der Vergärung mit Presshefe ^o	+ 0,43	+ 0,41	+ 0,38	+ 0,23	± 0	± 0	± 0
Polarisat. nach der Vergärung mit Bierhefe ^o	—	—	—	—	+ 0,78	+ 0,38	+ 0,41
Das reducirende Kupfer ent- spricht Dex- troseprocent	im ursprünglichen Wein . .	—	—	—	0,4	0,54	0,41
	nach der Inversion	—	—	—	0,62	0,54	0,41
Das reducirende Kupfer ent- spricht Dex- troseprocent	nach der Rohrzuckermethode }	—	—	—	—	—	—
	nach der Inversion	—	—	—	0,797	0,68	0,72
	nach der Dextrinverzuckerung }	—	—	—	—	—	—

Es zeigte sich aus den Resultaten mit unabweisbarer Sicherheit, dass nur durch Dextrine diese Rechtsdrehung bedingt sein konnte. Deutn wäre Dexrose die Ursache, so würde die Stärke der Drehung und die Menge der gefundenen Dexrose im ursprünglichen Wein nicht übereinstimmen, ausserdem könnte Dexrose, die von allen Zuckerarten am leichtesten vergährt, in so geringer Menge, solchem Überschuss von Bierhefe unter den günstigsten Vergährungsbedingungen wohl unmöglich so lange Widerstand leisten und schliesslich würde sich die Zunahme des Reductionsvermögens um etwa das Doppelte nach der Dextrinverzuckerung nicht erklären lassen.

Es ist somit ersichtlich, dass bei der Prüfung auf Dextrine die Anwendung von Presshefe nicht ratsam erscheint und unter jeder Bedingung ein Parallelversuch mit Bierhefe gemacht werden muss. Ausserdem aber ist in zweifelhaften Fällen auch das Reductionsvermögen vor und nach der Dextrinverzuckerung festzustellen, da ein sicheres Urtheil erst durch Combination sämmtlicher Resultate gefällt werden kann.

Wir werden das Verhalten der Dextrine gegen die verschiedenen Hefearten in Rein-cultur noch weiter prüfen.

Einrichtung und Betrieb von Filteranlagen.

Einrichtung und Wirkung von Filteranlagen sind nicht nur wichtig für Städte und grössere Fabrikanlagen, welche auf die Ver-

über die Berliner Wasserwerke verdient daher allgemeinere Beachtung.

Das alte Berliner Wasserwerk am Stralauer Thore hat seit dem Jahre 1873 eine Filterfläche von 37 067 qm und ist in 11 Abtheilungen zerlegt. Die Anlage ist für höchstens 60 000 cbm täglich berechnet, hat aber an einzelnen Tagen schon 80 000 cbm Wasser liefern müssen. Drei Filter von zusammen 9000 qm Fläche sind frostsicher überwölbt.

Für die Herstellung der Umfassungsbez. Scheidemauern sind hartgebrannte Ziegelsteine den Bruchsteinen vorzuziehen. Hinter den Umfassungsmauern und unter der aus Beton hergestellten Sohle der Filter ist ein sorgfältig hergestellter Thonschlag von etwa 0,3 m Dicke angebracht, wie in Fig. 182 bis 184 angedeutet ist. Die überdeckten Filter (Fig. 184) sind mit Lichtschächten versehen, welche jedoch im Winter mit Holzdeckeln bedeckt werden müssen.

Die Filterschichten haben folgende Zusammensetzung:

feiner scharfer Sand	559 mm
grober Sand	51
feiner Kies	152
mittlerer Kies	127
grober Kies	76
kleine Feldsteine	102
große Feldsteine	305
	1372 mm

In England verwendet man meist erheblich stärkere Filterschichten¹⁾; Piefke schliesst aber aus seinen früheren Untersuchungen (S. 236 d. Z.), dass diese dicken Sandschichten nicht viel besser arbeiten, als die in

¹⁾ Ferd. Fischer: Chemische Technologie des Wassers (Braunschweig 1878) S. 170.

Berlin verwendeten. Als Sammler für das filtrirte Wasser dient ein über der Sohle aufgemauerter Kanal, der sich über die ganze Länge des Filters von einer Stirnmauer bis zur gegenüberliegenden erstreckt (s. Längsschnitt, Fig. 182). Der Kanal ist oben durch ein wasserdichtes, halbkreisförmiges Gewölbe geschlossen; seine Höhe und Breite sind einander gleich und so bemessen, dass der Querschnitt ein Rohr von 0,61 m aufnehmen kann. (Vgl. Querschnitt Fig. 183.) Die Wangen des Kanals haben auf beiden Seiten am Grunde, wo sie auf der Sohle aufstehen, zahlreiche Öffnungen, welche das filtrirte Wasser einlassen. Die Öffnungen sind hergestellt durch Auslassen einzelner Steine in der untersten Ziegelschicht. Bei Filtern, deren Grundrissform mehr quadratisch als länglich ist, werden gewöhnlich noch mehrere kleinere, vom Hauptkanal recht winklig abzweigende Seitenkanäle angeordnet (vgl. Fig. 182).

Am Ende eines jeden Kanals ist auf den Scheitel ein 10 cm weites Rohr aufgesetzt und nach oben bis über die Wasseroberfläche in den Luftraum hinein verlängert (s. Fig. 182). Die Ausmündung in's Freie ist gegen Verstopfung durch ein Gitter geschützt. Ohne eine solche Einrichtung würde die Luft, welche nach dem Entleeren eines Filters die Kanäle ausfüllt, beim Wiedereindringen des Wassers nicht vollständig entweichen können, sondern zum grossen Theil darin stehen bleiben, was in seiner Wirkung einer bedeutenden Verengung des Kanals gleich käme und unter Umständen Störungen hervorrufen könnte.

Wo der Hauptkanal die Stirnwand trifft, durch welche das filtrirte Wasser das Filter verlassen soll, ist sie durchbrochen und durch die Durchbruchsstelle ein 61 cm weites Rohr geschoben (s. Fig. 182 u. 187). Dasselbe schliesst sich genau an den Sammler an und leitet das filtrirte Wasser in einen nach dem Reinwasserbehälter führenden Rohrstrang über. Um die Verbindung des Filters und des Reinwasserbehälters nach Belieben aufheben und wieder herstellen zu können, ist in das Rohr ein Keilschieber *k* eingeschaltet.

Bei der Zuführung des Wassers ist darauf zu achten, dass kein Strom entsteht, der im Stande ist, den Sand von seiner Lagerstelle fortzuspülen und etwa gar den Kies freizulegen. Deshalb ist das Zuführungsrohr, nachdem es durch die Stirnwand hindurchgeführt worden, knieförmig umgebogen und seine Mündung nach oben gerichtet (Fig. 186). Die freie Ausmündung liegt in gleicher Höhe mit der Oberfläche der Sandschicht, deren unmittelbar benachbarte Theile mit einer breiten Lage Bretter bedeckt sind, über

welchen das heftig wirbelnde Wasser zur Ruhe kommt, ehe es sich weiter über die Sandfläche ausbreitet. Ein in das Zuführungsrohr *l* eingesetzter, durch einen Einsteigeschacht zugänglicher Schieber *t* regelt die zufliessende Wassermenge und sperrt erforderlichenfalls den Zufluss ganz ab.

Da es nicht immer gelingt, den Schieber *t* so zu stellen, dass er genau ebensoviel Wasser zuführt als durch den Reinwasserschieber *k* abfliesst, so ist der Wasserspiegel im Filter mancherlei Schwankungen ausgesetzt. Dem Überfliessen des Wassers über den Rand des Filters wird vorgebeugt durch einen sog. Überlauf, ein ziemlich weites, oben offenes Rohr *u* (Fig. 183), welches bis zu dem Stande reicht, welcher vom Wasser nicht überschritten werden darf. Unten steht es mit einem tiefliegenden ausserhalb des Filters vorbeiziehenden Abflusskanal *a* durch ein Knierohr in Verbindung.

Das Sandfilter muss entleert werden, wenn in Folge zu grosser Schlammansammlung an der Oberfläche des Sandes die Durchlässigkeit des letzteren so stark vermindert ist, dass das Filter weit hinter seiner Normalleistung zurückbleibt. Das Ablassen des über dem Sande stehenden Wassers wird vollzogen mit Hilfe eines am Überlauf sitzenden Tellerventils *v*. Die freizulegende Öffnung befindet sich in einiger Tiefe unter der Sandoberfläche. Das Ablaufen des Wassers wird dadurch erleichtert, dass man der Oberfläche des Sandes nach der Abflussstelle zu einige Neigung gibt. Zum Ablassen des letzten Wassers dient der sog. Sandhahn (Fig. 186 und 187).

Die Reinigung eines Filters besteht im Abschuppen der auf der Oberfläche des Sandes angesammelten Schmutzschicht. In den wärmeren Jahreszeiten sind es vorzugsweise nadel- und schuppenförmige Algen, welche das Filter schnell undurchdringlich oder „töt“ machen, wie der Ausdruck lautet. Sie kommen im unfiltrirten Spreewasser in solchen Massen vor, dass dieses in langen Schauröhren seine Durchsichtigkeit vollständig einbüsst. Die Algen legen sich auf der Sandoberfläche zu einem zarten Häutchen zusammen, dessen Dichtigkeit wahrscheinlich durch Wachsthum noch befördert wird, und verkürzen nicht selten die Perioden in unerträglicher Weise. Im Sommer dieses Jahres arbeiteten die Filter des Stralauer Werkes bisweilen nur 5 Tage lang bei einer durchschnittlichen stündlichen Filtrationsgeschwindigkeit von 50 bis 60 mm. Nach dem Ablassen fand man eine nicht mehr als papierdicke Lage von Algen über das Filter ausbreitet. Im Herbst und Winter sind die

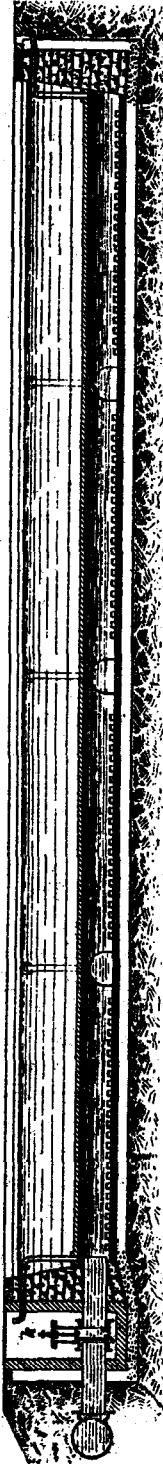


FIG. 189.

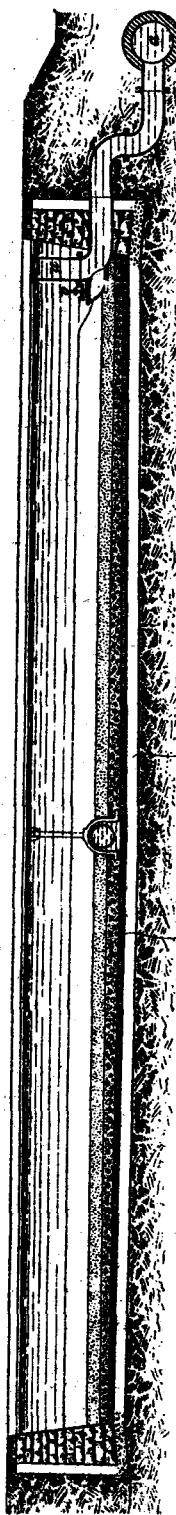


FIG. 188.

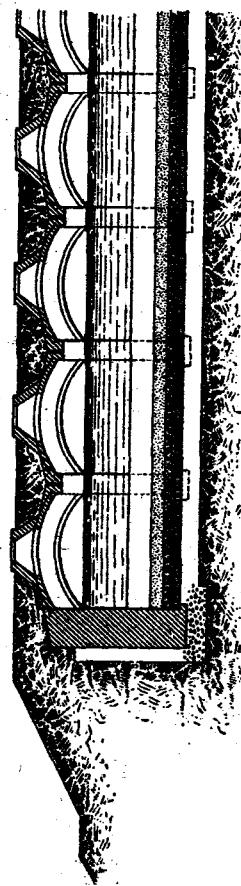


FIG. 184.

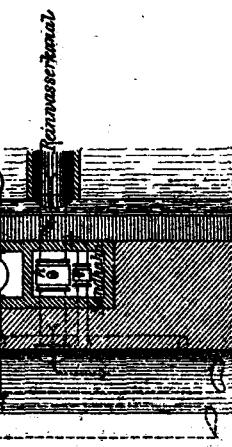


FIG. 187.

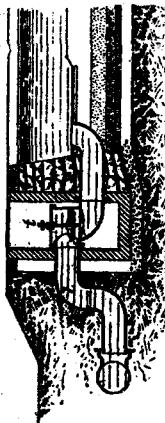


FIG. 186.

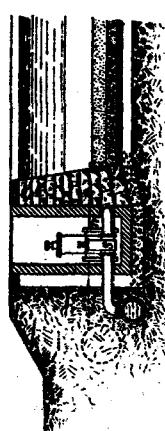


FIG. 185.

abfiltrirten Stoffe mehr schlammiger Natur; die Perioden werden viel länger und die Schmutzansammlungen fallen bedeutender aus. Für die Reinigung bleibt sich das im Ganzen gleich, jedenfalls muss die den Sand verlegende Schicht vollständig abgeräumt werden; außerdem auch noch die ganze obere Partie des Sandes, soweit dieselbe dem Auge von Schmutz durchdrungen erscheint, herauszunehmen, ist unzweckmässig, da nach Piefke's Beobachtungen ein Filter fast ebenso leicht weiter arbeitet, wenn man von der Sandschicht nur 10 oder 15 mm abnimmt, statt der 30 oder 40, die im Ganzen etwa schmutzig gefärbt erscheinen. Außerdem würde man den über die Wirkungsweise eines Filters (d. Z. 1889, 582) ausgesprochenen Ansichten zuwiderhandeln, wenn man die verdichteten oberen Theile, denen grade das stärkste Filtrationsvermögen innewohnt, jedes Mal beim Reinigen entfernen wollte. Abgesehen von den schädlichen Folgen, die ein solches Verfahren für die Filtration mit sich brächte, würden daraus noch sehr erhebliche und unnütz vergeudete Mehrkosten entspringen, weil unverhältnismässig grössere Sandmassen, als tatsächlich geboten, aus dem Filter herauszuschaffen wären.

An dieser Reinigung ist zu tadeln, dass bei ihrer Ausführung die Sandkörner in eine zu grosse Bewegung gerathen. Der freigelegte Sand gibt unter den Füssen der Arbeiter nach, es entstehen Unebenheiten, welche wieder ausgeglichen werden müssen, und einzelne Reste des Schlammes werden durch die Schaufeln verschmiert. Die unvermeidliche Reibung der Sandkörner unter einander verletzt die gelatinösen Hüllen, mit denen sich dieselben allmählich umgeben, und in denen, wie früher (d. Z. 1889, 583) nachgewiesen worden, zahlreiche Bakterien ansässig sind. Viele davon verlieren ihren Halt und lösen sich los oder werden so gelockert, dass sie vom Wasserstrom leicht erfasst und hinweggeführt werden. Die beobachtete Zunahme der Mikroorganismen im filtrirten Wasser nach vollzogener Reinigung des Filters ist zum Theil mit auf diesen Umstand zurückzuführen.

Beim Anfüllen des gereinigten Filters beginnt man damit, dass man den Reinwasserschieber ein wenig öffnet und filtrirtes Wasser im langsamem Strome in das Filter zurückfliessen lässt, bis nicht allein das Porenvolume der Kiese und Sande ausgefüllt, sondern auch die Oberfläche der Sandschicht noch 20 bis 30 cm hoch bedeckt ist; man nennt dieses das Anlassen. Unfiltrirtes Wasser darf man dazu nicht verwenden, weil es in unreinem Zustande in

den Reinwasserbehälter übergehen und sowohl dort wie in den tiefen Schichten des Filters mancherlei Unreinigkeiten zurücklassen würde. Nach und nach würden die grobporen Schichten, da sie niemals oder höchstens nach sehr langen, viele Jahre umfassenden Zeiträumen gereinigt werden, sich in einen wahren Stapelplatz für Schmutz verwandeln.

Beim Anlassen der Filter hat man feruer die Vorsicht zu gebrauchen, dass der vom Wasser nach oben verdrängten Luft Zeit zum ruhigen Entweichen bleibt. Verfährt man dabei zu eilig, so gerath die Luft unter stärkere Pressung, vermöge deren sie den Sand an den Stellen, wo er weniger widerstandsfähig ist, durchbricht und kleine Krater aufwirft. Dass die dadurch hervorgerufenen Unebenheiten die Reinigung erschweren, ist von untergeordnetcer Bedeutung, wohl aber verrathen sie nachträglich durch das tiefe Eindringen von Schmutz, dass überall da, wo sie sich befinden, der Sand stark aufgelockert und übermässig durchlässig ist. Die Filterfläche arbeitet in Folge dessen nicht an allen Stellen gleichmässig.

Sobald das Filter wieder vollständig mit Wasser gefüllt ist und in seine neue Periode eintreten soll, ist es gerathen, auf das erste Filtrat zu verzichten und dieses in den Abzugskanal abzuleiten. Man öffnet deshalb nicht sogleich den Reinwasserschieber, sondern statt seiner den sog. Sandhahn (Fig. 186) und schliesst denselben nicht eher, bevor nicht die gesamte Wassermenge, welche zwischen dem Filterboden und der Sandoberfläche steht, mindestens ein oder zwei Mal gewechselt hat, worüber etwa ein Tag vergeht. Darnach erst wird der Reinwasserschieber aufgemacht und das Filter auf richtigen Gang gestellt. Kommt es nicht darauf an, wie lange man mit der Inbetriebsetzung wartet, so empfiehlt es sich, nach der ersten Füllung einen Tag Zeit zum Absetzen zu gewähren, damit gleich vom ersten Augenblick an, wo das Wasser in abwärts gerichtete Bewegung versetzt wird, ein schwaches Häutchen auf der Sandoberfläche vorhanden sei. Ein so behutsames Arbeiten hat indessen sehr grosse Reserveflächen zur Voraussetzung. Entleeren, Reinigen, Anlassen, Füllen und Vorbereiten eines Filters nehmen zusammen mehrere Tage in Anspruch. Je grösser nun ein Filter angelegt ist, desto weniger ist es für den Betrieb längere Zeit hindurch entbehrlich. Hätte z. B. die 37000 qm umfassende Filterfläche des Berliner Wasserwerkes vor dem Stralauer Thore statt 11 einzelner und von einander unabhängiger Abtheilungen deren nur 4 von je 9250 qm Flächengrösse, so würde beim Reinigen eines

einigen Behälters die Filterfläche sofort auf 75 Proc. ihres Gesamtbetrages zusammenzurumpfen. Nun ereignet es sich aber nicht selten, dass gleichzeitig mehrere Behälter ausser Betrieb gesetzt werden müssen. Da der Ersatz des beim Reinigen eines Filters herausgeschafften Sandes nicht sofort, sondern erst nach öfterer Wiederholung des Reinigens geleistet wird, so muss endlich der Zeitpunkt kommen, wann das Filter einer frischen Beschickung mit Sand bedarf. Auch diese Arbeit dauert um so länger, je grösser die einzelne Abtheilung ist; sie ist gewöhnlich nicht unter einer Reihe von Wochen ausführbar, und sucht man sie durch Einstellung einer sehr grossen Anzahl Arbeiter zu beschleunigen, so gestaltet sie sich ökonomisch sehr unvorteilhaft, weil erfahrungsmässig die Arbeitspausen, die beim Ordnen der Colonnen, beim Füllen und Auskippen der Karren entstehen, mit der Zahl der Arbeiter erheblich an Länge zunehmen. Es ist ferner nicht ausgeschlossen, dass irgend ein Behälter nach langen Diensten überhaupt unbrauchbar wird und einer zeitraubenden Ausbesserung unterworfen werden muss.

Im Monat Juni 1888 wurden von dem Stralauer Werk durchschnittlich täglich 50000 cbm Wasser gefördert und 3400 qm Filterfläche tott gearbeitet, ziemlich so viel, wie die Durchschnittsgrösse eines Filters beträgt. Man kann also sagen, es war täglich ein Filter zu reinigen. Da das Reinigen einschl. Ablauen zwei volle Tage in Aufspruch nimmt, so waren immer vom vorhergehenden Tage noch weitere 3400 qm ausser Thätigkeit. Ferner blieb den ganzen Monat hindurch ein 3000 qm Filter wegen Ergänzung der Sandschicht ausgeschaltet; es fehlte mit hin täglich eine Fläche von 9800 qm oder 27 Proc. der Gesamtfläche, und so viel musste an Reserve verfügbar sein. Diese befand sich aber fortwährend in den angegebenen drei Zuständen der Vorbereitung, weniger als drei Abtheilungen durfte sie folglich gar nicht haben, d. h. eine Flächengrösse von $9800 : 3 = 3266$ qm für Filter war das zulässige Maass. — Der Bedarf an Reservefläche steigert sich ausserordentlich, wenn die Perioden von sehr kurzer Dauer sind. Im Spätsommer 1889 waren bei verhältnismässig schwacher Förderung häufig täglich zwei Filterbehälter zu reinigen, und zur Verfügung des Betriebes standen von den 11 Filterbehältern regelmässig nur 7. Das Verhältniss der Reservefläche zur wirk samen stellte sich auf 4:7, obgleich die dringend nothwendige Auffüllung schon stark erschöpfter Filterbehälter unterlassen und auf gelegenere Zeiten aufgeschoben wurde.

Die Beispiele betreffen allerdings Verhältnisse, die sich anderswo nicht sobald wiederholen werden, aber sie weisen unwiderleglich auf die Zweckmässigkeit grosser Reserveflächen unter Feststellung mässiger Abgrenzungen für die einzelnen Filterbehälter hin.

Nachweisung der in Berlin am 21. August 1889 verbrauchten Mengen Leitungswasser.

Stun- den	Stündliche Förderung insgesamt cbm	Davon entfielen	
		auf Stralau cbm	auf Tegel- Charlottenburg cbm
Nachts			
12—1	1813	785	1028
1—2	1621	763	858
2—3	1614	754	860
3—4	2053	1133	900
4—5	2459	511	1948
5—6	3919	554	3365
6—7	5898	1846	4052
7—8	6837	2833	4504
8—9	7203	2766	4437
9—10	6953	2518	4435
10—11	7029	2558	4471
11—12	6841	2548	4293
Mittags			
12—1	6468	2472	3996
1—2	6742	2405	4337
2—3	6994	2645	4349
3—4	7096	2750	4346
4—5	6429	2081	4348
5—6	6069	1742	4327
6—7	5263	1346	3917
7—8	4918	1011	3907
8—9	4438	515	3923
9—10	3923	225	3698
10—11	2726	229	2497
11—12	1904	499	1405
	117210	37009	80201

Piefke legt grossen Werth auf gleichmässigen Gang eines Filters, d. h. darauf, dass es mit unveränderter Geschwindigkeit die ganze Periode hindurch arbeitet. Die vorhandenen Vorrichtungen zur Regelung verfehlen aber ihren Zweck, wenn man überhaupt in die Nothwendigkeit versetzt wird, den Gang der Filter ändern zu müssen, wie die vorstehende Nachweisung erläutert. Da kein genügend grosser Reinwasserbehälter in Stralau vorhanden ist, so schwankte die Filtrationsgeschwindigkeit z. B. am 7. Juni zwischen 30 und 160 mm.

Bei der von Piefke eingeführten Sandwäsche (von welcher Fig. 188 den Grundriss, 189 den Querschnitt und Fig. 190 den Schnitt *AB* zeigen) wird der schmutzige Sand durch einen am Trichter *x* stehenden Arbeiter mittels einer Schaufel in kleinen aber regelmässigen Posten in die Trommel eingeworfen und durch die doppelgängige Spirale *s* (Fig. 191), deren Windungen nach dem vorderen Ende zu allmähhlich grössere Neigung annehmen, nach vorne geschraubt,

entgegen einem Wasserstrom, der sich durch die Trommel in der Richtung des Pfeiles hindurchbewegt. Zahlreiche Stifte (gegen 1200 Stück) und einzelne zwischen die Windungen der Spirale eingesetzte Schaufeln durchwühlen den Sand und bewirken, dass sich die Schlammtheilchen loslösen und zertheilen, wobei sie vermöge ihrer Unfähigkeit, schnell niederzusinken, vom Wasserstrom mit fortgerissen werden. Der Sand wird also allmäthig reiner, je weiter er nach vorn gedrängt wird. In nahezu reinem Zustande fällt er schliesslich in den Kropf k . Dieser enthält eine Anzahl schräg gestellter, becherförmiger Schaufeln, welche den Sand aus dem Wasserbade herausheben und beim Durchlaufen der oberen Hälfte ihres Kreises auf das Austrageblech werfen. Damit nicht gleichzeitig schmutziges Wasser aus der Trommel herausbefördert werde, ist sie am vorderen Ende, wo das Wasser eintritt, durch einen Ring geschlossen, dessen Breite grösser als die Höhe der Spirale ist. Das vorgeschaubte Wasser staut sich an demselben und muss in Folge dessen immer wieder über die Spirale zurückfliessen. Ferner sind die Elevatorschaufeln gelocht, so dass das mit dem Sande zusammengefasste Wasser während der Hebung abtropfen kann. Durch die weite runde Öffnung, welche der Stau-ring rund um die Trommelaxe freilässt, ist das Austrageblech in schräger Richtung hindurchgeführt und vermittelt die Verbindung nach aussen. Der darauf niederfallende Sand rutscht herab und wird, ausserhalb der Trommel angelangt, von den Strahlen einer kräftigen Brause erfasst, um einer gründlichen Abspülung unterworfen zu werden. Um diese erfolgreich durchzuführen, geht der weitere Weg über eine schiefe Ebene, auf welcher sich zahlreiche Hemmnisse der geradlinigen Fortbewegung des Wassers und des Sandes entgegenstellen und beide zwingen, unter wiederholtem, heftigem Anprall im Zickzack herabzulaufen. Die heftig wirbelnden Wassermassen spülen die letzten noch anhaftenden Schmutztheilchen vom Sande ab und reissen sie mit sich fort, während dieser gereinigt im Sammelherde zur Ruhe kommt und von einem Arbeiter mit der Schaufel ausgehoben wird. Wenn der Sand ausschliesslich durch Stoffe, welche sich leicht im Wasser zu einem feinen Schlamm zerröhren, verunreinigt ist, kann man schiefe Ebene und Sammelherd weglassen und die Trommel direct in davor gestellte Wagen austragen lassen.

Das mit dem ausgewaschenen Schmutze beladene Wasser läuft bei a aus der Waschtrommel heraus und fällt in eine gemauerte

Rinne, die es in die polizeilich vorgeschriebenen Klärbehälter fortleitet. Wird die Trommel ungleichmässig oder zu stark beschickt, wird mehr Sand hineingeworfen, als zwischen den Windungen eines Spiralganges binnen einer Umdrehung Unterkunft findet, so wirft der Wasserstrom den Überschuss selbstthätig heraus. Der Arbeiter ist demnach ganz ausser Stande, die quantitative Leistung des Apparates nach seinem Belieben zu verändern oder über die durch die Umdrehungszahl festgesetzte Grenze zu steigern. Der einzige, ihm erlaubte Eingriff ist, dass er bei Störungen die Riemenvorgelege ausslösen und sofortigen Stillstand herbeiführen kann.

Die beiden Waschtrommeln des Stralauer Werkes haben bei 3 m Länge einen mittleren Durchmesser von 1 m und enthalten neun ganze Spiralgänge; sie machten in der ersten Zeit ihres Betriebes sieben Umdrehungen die Minute und lieferten dabei stündlich je 2 cbm gewaschenen Sand. Die zunehmende Verunreinigung des Sandes in Folge Verschlechterung des Spreewassers und die mit der Zeit höher gespannten Anforderungen an die Reinheit des Sandes bewogen zu einer Verminderung der Umdrehungszahl und in Verbindung damit zu einer Herabsetzung der Production bis auf 1,5 cbm für Trommel und Stunde. Die Kosten für das Waschen belaufen sich seitdem (einschl. Maschinenbetrieb) auf rund 1 Mk. für 1 cbm Sand. An Waschwasser wird gewöhnlich auf 1 cbm Sand 10 cbm Wasser verbraucht, die Unkosten dafür fallen wenig in's Gewicht, da das Wasser in unfiltrirtem Zustande zur Verwendung gelangt und nur um wenige Meter gehoben wird. Der Kraftbedarf für die Trommel berechnet sich ungefähr auf 1,5 Pferdekr.

Es hat sich die Nothwendigkeit herausgestellt, bei der Verarbeitung stark verunreinigten Sandes die Anzahl der Umdrehungen, welche die Waschtrommel in 1 Minute macht, zu vermindern. Je langsamer diese sich dreht, desto langsamer schiebt die Spirale den Sand vor und die Leistung nimmt in entsprechendem Grade ab. Dabei wird aber der Zufluss von Waschwasser nicht geschmälert, es fliesst vielmehr durch die Trommel in der Zeiteinheit immer dieselbe Wassermenge hindurch, gleichviel ob sie langsam oder schnell gedreht wird, viel oder wenig Sand austrägt. Auf das Waschen des Sandes muss also um so mehr Wasser verwendet werden, je unreiner er ist. Die Verminderung der Umdrehungsgeschwindigkeit hat weiter zur Folge, dass sich der Aufenthalt des Sandes im Waschapparat verlängert. Dasselbe würde

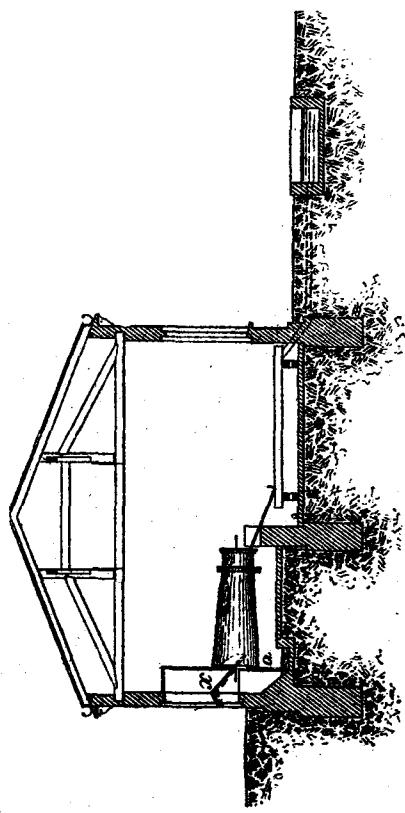


FIG. 189.



FIG. 190.

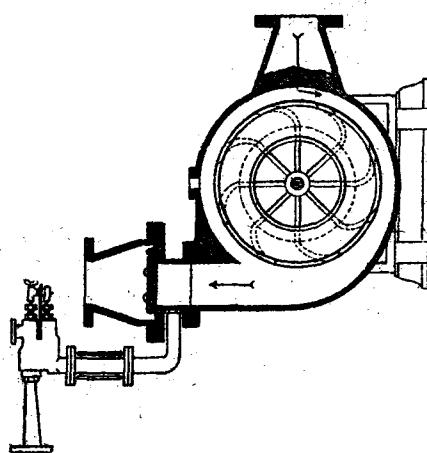


FIG. 192.

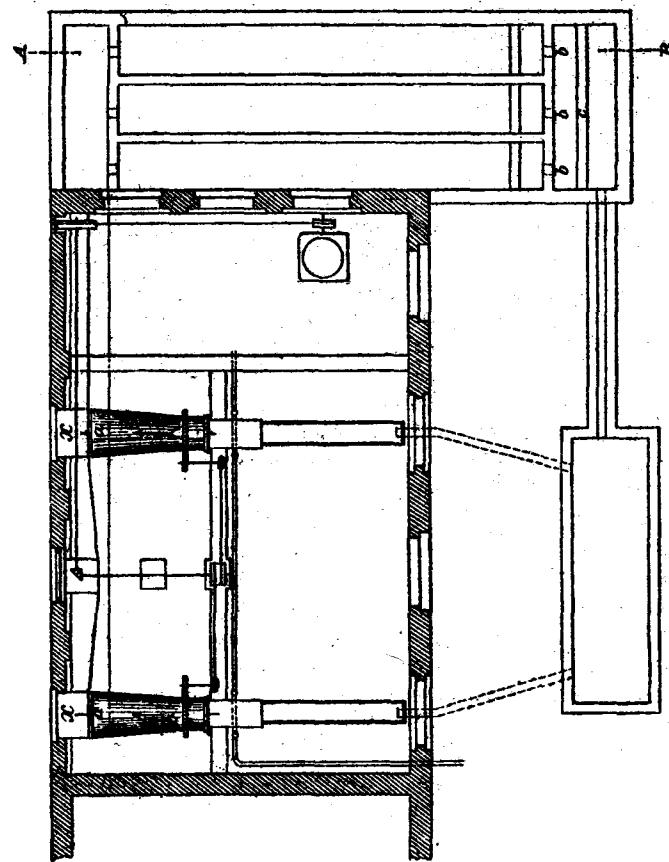


FIG. 188.

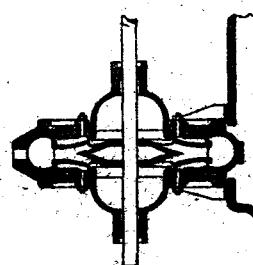


FIG. 193.

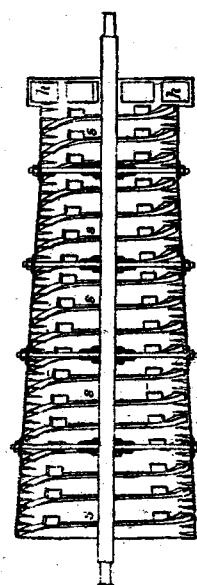


FIG. 191.

man auch bewirken können, wenn man den Trommelkörper entsprechend verlängerte und hätte alsdann den Vortheil, die Production immer auf gleicher Höhe zu erhalten.

Im Sommer 1889 wurde aus den Filtern beim Reinigen ein stark verschmutzter Sand herausbefördert. Der Umlauf der Trommel wurde nach und nach auf drei Umdrehungen die Minute herabgesetzt und die Wasserzufuhr nach Möglichkeit verstärkt; der Sand wurde zwar allmählich reiner, musste aber von weiterer Verwendung ausgeschlossen bleiben. Es blieb daher nichts übrig, als den Sand nach der ersten Waschung zum zweiten Male durch die Trommel zu schicken, wobei diese normalen Gang (6 Umdrehungen die Minute) und Wasserzufluss beibehielt. Der zweimalig gewaschene Sand war von grosser Reinheit. Langer Weg, auf welchem doppelt so viel Lanzen wie sonst den Sand durcharbeiteten und reichliche Wasserzufuhr (mit Vermeidung heftig reissender Geschwindigkeit) hatten zu diesem Resultate verholfen. Wäre dabei nicht ein und dieselbe Trommel zwei Mal benutzt worden, sondern hätten zwei Trommeln hintereinander gestanden, der Art, dass der Sand aus der ersten unmittelbar in die zweite übertragen wurde, so würden sich die Kosten für das vollendete Waschen um nichts vertheuert haben. Lange Trommeln sind ferner angezeigt, wo man es mit feinkörnigem Saude zu thun hat. Genügend durchgearbeitet muss er unbedingt werden, gleichviel welche Wegstrecke er zurückzulegen hat, und dazu gehören viel Lanzen. Auf dem langen Wege dürfen dieselben weiter auseinandergestellt werden, der Sand durchläuft daher den Apparat ruhiger und ist vor dem Fortspülen durch den Wasserstrom besser geschützt.

Der grossen Ausdehnung der Trommel nach der Längsrichtung stehen erhebliche Constructionsschwierigkeiten im Wege; schon bei 4 oder 5 m Länge ist man gezwungen, die Axe wegzulassen und die Lagerung auf Rollen zu bewirken. Das ist sehr umständlich und wegen der grossen Arbeitsverluste durch Reibung unvorteilhaft. Aber der richtige Weg ist bereits angezeigt durch den oben erwähnten Versuch. Statt einer übermäßig langen Trommel ordne man zwei kurze an, die sich gegenseitig ergänzen. Dass der Wasserverbrauch bei dieser Anordnung etwas grösser ausfällt, ist dem beabsichtigten Zwecke durchaus förderlich.

Von dem die Aufsicht über die Sandwäsche führenden Betriebsbeamten wird der gewaschene Sand täglich auf seine Reinheit geprüft; er schüttet einfach eine Quantität gewaschenen Sandes in ein Gefäss aus weissem

Glase, röhrt dieselbe in Wasser ein und sieht darnach, ob dieses, nachdem sich der Sand wieder zu Boden gesetzt hat, klar geblieben oder merklich getrübt ist. Etwaiige Trübungen zeigen ihm an, dass mehr Sorgfalt auf das Waschen zu verwenden und der Gang der Maschine zu verlangsamen ist. Ein so rohes Verfahren gibt allerdings keinen hinreichenden Aufschluss darüber, in wie weit die Leistung der Sandwäsche mit dem Gesammtumfang ihrer Aufgabe sich deckt. Zu dieser Ermittelung wurden wiederholt 500 g sowohl vom schmutzigen wie vom gereinigten Sande entnommen, mit je 1 l sterilen Wassers in eine verstöpselte Flasche gefüllt und 5 bis 10 Minuten lang kräftig durchgeschüttelt; von dem Spülwasser wurde darauf 1 cc mit sterilem Wasser 100fach verdünnt und von der Verdünnung 1,0, bez. 0,5 cc zum Giessen der Platten verwendet:

1 k Sand enthält entwicklungsfähige Keime

Datum	Vor dem Waschen	Nach dem Waschen
1. Februar 1886	6298 Millionen	50 Millionen
2. - -	7940 -	-
3. - -	5948 -	61 -
4. - -	7586 -	-
5. - -	6538 -	-
7. April - -	6300 -	61,6 -
8. - -	4320 -	73,6 -
Durchschnitt	6420 Millionen	61,3 Millionen

Darnach hat der Sand beim Waschen von der Gesamtmenge der Bakterien mehr als 99 Proc. verloren und etwas weniger als 1 Proc. festgehalten. Der an den Sandkörnern haften gebliebene Rest von Keimen dürfte zu grossen Bedenken keine Verlassung geben; denn erstens bildet er quantitativ eine verschwindende Verunreinigung und zweitens sitzt er augenscheinlich sehr fest, so fest, dass er erst nach lange anhaltendem Schütteln sich loslässt. Von der am 1. Februar untersuchten Probe gewaschenen Sandes, in der gegen 50 Millionen Keime in 1 k gefunden worden waren, wurde das Spülwasser vollständig abgegossen, darauf die Probe noch zwei Mal wie zuerst behandelt und vom Wasser der dritten Spülung wieder unter 100facher Verdünnung Platten gegossen. Über 9 Millionen Keime in 1 k Sand wurden abermals gefunden, und sie verschwanden auch nicht ganz nach sechsmaliger Wiederholung des Versuches. Es erscheint auch gar nicht einmal wünschenswerth, dass der Sand durch das Waschen in einen an Sterilität grenzenden Zustand versetzt werde. Was er von der gelatinösen, durch Bakterien erzeugten Hülle festzuhalten

vermag, wollen wir ihm gar nicht rauben. Hauptsache ist, dass er von den organischen (und anorganischen) Verunreinigungen, welche im Vergleiche zu den Mikroorganismen plumpe und gewichtige Massen ausmachen, möglichst vollkommen befreit werde. Die Prüfung auf Bakterien kann dabei als Richtschnur genommen werden.

Noch vor wenigen Jahren durften die Abwässer der Sandwäsche unterhalb der Wasserwerke in die Spree abgelassen werden; seitdem jedoch jedwede Verunreinigung der Wasserläufe streng untersagt ist, musste davon Abstand genommen werden. Ein Anschluss an die Canalisation war bislang nicht möglich und so blieb nichts anderes übrig, als eine besondere Reinigung der Schmutzwässer vorzunehmen. Die in Betracht kommenden Mengen betragen etwa täglich 250 cbm, nämlich so viel, wie durch die Trommeln fliest, wogegen das wenig verunreinigte Spülwasser von der Behandlung ausgeschlossen bleiben darf. Die Reinigung geschieht durch Aluminiumsulfat. Da die Ausscheidung des Aluminiumhydrates in stark verdünnten Lösungen viel langsamer vor sich geht als in concentrirten, so kann, je längere Zeit dazu gewährt wird, um so geringer die Menge des Zusatzes bemessen werden. Das äusserste Grenzverhältniss blieb schliesslich 12 000 Th. Wasser, 1 Th. Aluminiumsulfat; weniger erwies sich auch bei langem Warten als unzureichend. Um das richtige Mischungsverhältniss inne zu halten, wird das Aluminiumsulfat als Lösung von bestimmtem Gehalt in ein ausgemessenes Gefäss gegossen und der Abflusshahn so gestellt, dass die Entleerung binnen einer gewissen Zeit erfolgt. Die Vermischung der Lösung mit dem Wasser findet statt, bevor dieses in die Klärbehälter eintritt. Das Wasser aus dem Ablagerungsbehälter tritt statt durch einen gewöhnlichen Überlauf durch eine am Grunde der Stirnmauer befindliche weite Öffnung *b* (Fig. 190) aus, gelangt darauf in eine davor liegende Kammer wo es wieder emporsteigt und dann erst über den in der Höhe des normalen Wasserstandes angebrachten Überfall *c* in den Abzugskanal herabfällt. Damit durch die Öffnung *b* kein niedergeschlagener Schlamm weggeführt werde, ist quer über den Behälter, parallel zur Stirnmauer und etwa 1 m davon entfernt, eine niedrige Mauer gezogen behufs sicherer Abgrenzung der Schlammenschicht. Die Oberkante dieser Mauer liegt 0,5 m tief unter dem normalen Wasserstande bez. unter dem Überfall bei *c*. In Folge dessen füllt das darüber abziehende Wasser einen grossen Querschnitt aus, seine Ge-

schwindigkeit ist ausserordentlich gering und der Austritt aus dem Behälter erfolgt ohne jede Beunruhigung dertieferen Wasserschichten.

Die Klärbehälter sind länglich gestaltet und an der dem Abfluss gegenüberliegenden Schmalseite befindet sich die durch eine Schütze verschliessbare Zuflussstelle. Durch den Anprall an eine vorgestellte Holzwand wird die Geschwindigkeit des Wassers aufgehoben und es breitet sich darauf in langsamem, gleichmässigem Strome aus. Es hat sich gezeigt, dass ein sechsständiger Aufenthalt des Schmutzwassers genügt, wenn die secundliche Geschwindigkeit des Stromes bei einer Wassertiefe von 0,75 bis 1 m 1 mm nicht übersteigt. Der angesammelte Schlamm wird von Zeit zu Zeit mit einer Schlamm-pumpe ausgespumpt und abgeföhren; er enthält mindestens 95 Proc. Wasser, was ihm selbst durch Pressen nicht entzogen werden kann. Die zu transportirenden Massen sind daher bedeutend und fallen bei den Kosten des Verfahrens erheblich in's Gewicht. Letztere belaufen sich für 1 cbm Schmutzwasser gewöhnlich auf 4 Pf., wovon $\frac{2}{5}$ auf Zusätze und $\frac{3}{5}$, also der grössere Theil, auf Transport zu rechnen sind.

Das Waschen des Sandes wird durch die Verpflichtung zur Reinigung der Abwässer in empfindlichem Grade vertheuert. Die Steigerung der Kosten pro 1 cbm Sand beträgt, wenn derselbe sehr verschmutzt ist und viel Wasser auf seine Reinigung verwendet werden muss, 30 und sogar 40 Pf. Doch ist dieser Kostenaufschlag immer noch belanglos im Vergleiche zu den Ausgaben, welche das fortwährende Anschaffen neuen und das Wegschaffen des alten Filtrirmaterials verursachen würde.

Die Auffüllung der Filterbetten wird vorgenommen, sobald die Sandschicht nur noch die Hälfte ihrer ursprünglichen Dicke besitzt. Während der obere Sand in beständiger Bewegung ist, verbleibt der untere viele Jahre lang unangetastet an seinem ursprünglichen Platze liegen, bis die Ergiebigkeit zu sehr abnahm, so dass auch dieser untere Sand gewaschen werden musste. Die bakteriologische Untersuchung des Sandes (durch Schütteln mit Wasser und Prüfen des Spülwassers) aus einem 10 Jahre und einem 30 Jahre betriebenen Filter ergab in 1 k folgende Keimmengen (Millionen):

	10 jährig	30 jährig
	Mill.	Mill.
Entnommen an der gereinigten Oberfläche	735	1586
Entnommen 100 mm unter derselben	191	1751
200 - - - -	150	1873
300 - - - -	91	795
Kies an der Grenzfläche	68	305

Diese Versuche zeigen, wie stark die Tiefschichten mit der Zeit von Mikroorganismen übervölkert werden. Möge auch die Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dass es unschuldige Wasserbakterien seien, so sterben sie doch ab, hinterlassen einen schleimigen, stickstoffhaltigen Rückstand und bereiten mit Hilfe hinzukommender anderer Verunreinigungen den Sand bez. Kies immer mehr zu einem Nährboden vor, der für die Fortexistenz pathogener Gäste zunehmende Aussicht gewährt. Dem Einreissen solcher Zustände kann vom hygienischen Standpunkte aus nicht gleichgültig zugesehen werden. Man wird sich dazu entschliessen müssen, obwohl es in der hergebrachten Praxis nie geschah, nach gewissen, durch Erfahrungen zu ermittelnden Perioden, das gesammte Filtermaterial aus den Filtern herauszunehmen und zu reinigen.

Die erhöhte Sorgfalt, welche dem Filterbetrieb allmählich gewidmet wurde, ist natürlich auf die Kosten desselben nicht ohne Einfluss geblieben. Dadurch, dass man auf das erste Filtrat verzichtet und den Druck über eine nach Möglichkeit niedrig gezogene Grenze nicht hinaussteigen lässt, hat sich die Ertragsfähigkeit eines Filters für jede Periode vermindert, und durch das Ausgraben der unteren Sandlagen haben die zu reinigenden Sandmassen zugenommen. In Folge dessen sind die unmittelbaren Betriebskosten für 1000 cbm filtrirten Wassers um etwa 30 Proc. gestiegen und stellen sich heut auf mehr als 3 Mk., wohingegen günstig gelegene Werke für dieselbe Leistung nur 1 Mk. aufwenden. Sparsamkeitsrücksichten haben an so vortheilhaftem Resultate in der Regel einen gewissen Anteil und ob dabei dem Hauptinteresse: das Wasser nach besten Kräften herzustellen, immer in jeder Beziehung Rechnung getragen wird, begegnet mit Recht gelindem Zweifel.

Erwähnenswerth ist schliesslich noch, dass neuerdings zum Heben des Wassers auf die Filter verbesserte Centrifugalpumpen verwendet werden (Fig. 192 und 193). Durch Anbringung von Dampstrahlgebläsen, welche die in der Pumpe sich etwa sammelnde Luft vor dem Anlassen und während des Ganges jeder Zeit mit Leichtigkeit zu entfernen gestattet, hat man eine ihrer Einführung früher sehr im Wege gewesene Schwierigkeit überwunden gelernt.

Das Filterwerk in Tegel, welches mit der ziemlich constanten Filtrationsgeschwindigkeit von 100 mm arbeitet, befördert das filtrirte Wasser nach drei gewaltigen, auf einer Anhöhe bei Charlottenburg gelegenen Behältern von zusammen 37 890 cbm Inhalt. Aus

dieser Sammelstelle schöpfen die Druckpumpen und befriedigen den Bedarf in der Stadt, wie er sich fühlbar macht. Tabelle S. 427 gab einen Überblick über den Gang der Wasserbeförderung in Charlottenburg am 21. August 1889, also an einem Tage, wo viel Wasser gebraucht wurde. Durchschnittlich wurden stündlich 3342 cbm Wasser fortgeschafft; in den 7 Stunden von 12 Uhr Nachts bis 5 Uhr früh und 10 bis 12 Uhr vor Mitternacht blieb die Förderung hinter dem Durchschnitt zurück, da nur 9496 cbm Wasser gepumpt wurden, während von Tegel $3342 \times 7 = 23\,394$ cbm ankamen. Die Unterbringung des Überschusses im Betrage von $23\,394 - 9496 = 13\,898$ cbm vollzog sich bei der Grösse der Reservoirs mit Leichtigkeit. Es hat fast den Anschein, als ob die Charlottenburger Reservoirs grösser bemessen worden seien, als der Zweck der Ausgleichung erforderte. Vom bakteriologischen Standpunkte könnte man dagegen einwenden, dass jeder nicht unbedingt gebotene Verzug des Wassers auf seinem Wege nach den Verbrauchsstellen zu vermeiden sei. Die Behälter sind deshalb so geräumig angelegt worden, um im Falle einer grösseren Betriebsstörung in Tegel, welche unter Umständen ja doch augenblicklich mit gänzlicher Stockung der Förderung verbunden sein könnte, immer noch über einen für mehrere Stunden ausreichenden Wasservorrath zu verfügen. Jene Bedenken sind nicht so schwerwiegend, dass man ihnen den Vorrang vor einer weisen Vorsichtsmassregel einräumen müsste. Denn hängt die Unschädlichkeit eines Wassers erst davon ab, dass man etwaigen pathogenen Keimen keine Zeit zur Vermehrung lässt, so ist dasselbe ja doch schon von der Quelle aus mit Infectionsstoffen behaftet, und eine etwas schnellere Beförderung wird seinen Werth nicht sonderlich heben.

Der Tegeler Filterbetrieb ist somit vor den Beeinflussungen durch Consumschwankungen in ausreichendstem Maasse geschützt. Nachdem hierfür gesorgt worden, blieb noch übrig, die von dem Gesamtwerke aufzubringende Leistung den einzelnen Filtern in gleichmässiger Weise zu übertragen, damit sie nicht verschiedenartig in Anspruch genommen würden und bei irgend einem Theile der Filterfläche die festgesetzte Grenze der Maximalgeschwindigkeit überschritten werde. Dazu dient eine von Gill erfundene Construction, welche jetzt allgemeine Anwendung findet. Das filtrirte Wasser gelangt aus dem Sammelkanal c (Fig. 194 und 195) in die zweitheilige Vorkammer k und fliesst aus derselben durch den breiten aber niedrigen

Schlitz s frei aus. Soll durch diese Öffnung stündlich ein und dieselbe Wassermenge ausspiessen, so ist nur nöthig, sie immer gleich tief unter Wasser zu halten.

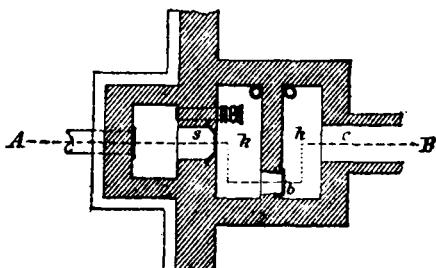


Fig. 194.

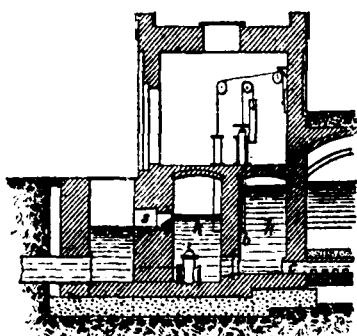


Fig. 195.

Für jede Wassermenge, welche man dem Filter in der Zeiteinheit abzapfen will, lässt sich nach den Regeln der Hydraulik die entsprechende Tiefe t ohne Umständlichkeit berechnen. Gewöhnlich arbeiten die Tegeler Filter mit 100 mm Geschwindigkeit und leisten also bei 2000 qm Flächengrösse stündlich 200 cbm. Da der Schlitz s ziemlich breit bemessen ist, genügen schon wenige Centimeter Druck, um eine solche Wassermenge regelmässig in der Stunde abzuführen. Nachdem für die angegebene Normalleistung die Tiefe t ein für alle Mal berechnet ist, wird sie markirt und für den Bassinwärter leicht erkennbar gemacht. Mit der Wassertiefe vor dem Überlauf (dem Schlitz) ändert sich nämlich gleichzeitig der Stand eines in dem Rohr r eingeschlossenen Schwimmers. Die von demselben ausgehende und über Rollen nach einer festen Scale geleitete Kette trägt an dem herabhängenden Ende einen wagerechten Zeiger, welcher alle vom Schwimmer ausgeführten Bewegungen übereinstimmend (nur in umgekehrter Richtung) macht. Er befindet sich in der Mitte der Scale, wenn der Wasserstand auf normaler Höhe angelangt ist, und steigt oder sinkt, je nachdem jener fällt oder wächst. Die Scale ist so angebracht, dass sie dem Bassinwärter beim Betreten der überbauten Vorkammer sofort in die Augen fällt; ein Blick

auf den Zeiger genügt, um ohne Weiteres zu erkennen, ob ein Filter den vorgeschriebenen Gang beibehalten oder in ein zu schnelles oder zu langsames Tempo gerathen ist.

Der normale Wasserstand über dem Schlitz s liegt in einer Tiefe t unter dem Wasserstande in den Filtern, welche gleich ist dem Maximaldruck, den man beim Betriebe der Filter zulassen will. Da dieser nun aber fast 1 m beträgt, so darf er erst gegen Ende der Periode, nachdem die Durchlässigkeit der Filter bedeutend nachgelassen hat, vollständig in Anwendung kommen; vorher muss er zum grössten Theil durch künstlich geschaffene Hemmisse ausgeglichen werden. Zu dem Ende ist die Vorkammer durch eine gemauerte Scheidewand in zwei Abtheilungen zerlegt, die unter einander vermittels einer am Grunde angebrachten, durch einen Schieber b verschliessbaren Öffnung miteinander verbunden wird. Wird der Schieber nur wenig geöffnet, so muss das Wasser durch den freigelegten, engen Spalt mit grosser Geschwindigkeit hindurchfliessen, auf deren Erzeugung der überschüssige, für die Filtration entbehrlieche Druck verwendet wird. In der ersten Abtheilung der Kammer herrscht daher nicht wie in der zweiten ein gleichmässiger Wasserstand, derselbe nimmt von einer hoch liegenden oberen Grenze an allmählich ab, bis er zuletzt fast um den vollen Betrag (t) unter dem Niveau in den Filtern steht. Die Abnahme wird wiederum durch einen Schwimmer angezeigt. Die grossen Vorzüge der Tegeler Regulirkammer gegenüber der primitiven Ausrüstung der Stralauer Filter bestehen darin, dass der Bassinwärter beim Nachstellen des Reinwasserschiebers stets eine Controle auszuüben vermag, ob er zu viel oder zu wenig Wasser aus den Filtern herauslässt; denn letzteres wird ja fortwährend einer directen Messung unterworfen. Mit einer solchen Einrichtung ist man, wie die Erfahrung gezeigt hat, sehr wohl im Stande, ein Filter in gleichmässigem Gange zu erhalten.

Über Aluminium, dessen Behandlung und Verwendung.

Einer von der Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft in Neuhausen herausgegebenen Schrift entnehmen wir folgende Angaben.

Die Besitzer des Eisenwerks Laufen beabsichtigten ansangs, das Aluminiumverfahren von