

kehrt in stark verdünnter Lösung leichter wahrnehmbar ist, als in concentrirter, so wählt man hierzu Flaschen von etwa 500 ccm Inhalt. Das Reaktionsgemisch wird nach 3 bis 5 Minuten mit 200 bis 300 ccm Wasser verdünnt und dann Thiosulfatlösung zugegeben, bis die braunrothe Farbe in gelbgrün übergeht, hierauf Stärkelösung zugefügt und, unter Vermeidung eines erheblichen Überschusses, mit Thiosulfat bis zum Umschlag von blau in grünlich titirt, ein Punkt, der sich so scharf treffen lässt, dass das von Meineke¹⁾ angewendete Hilfsmittel eines Zusatzes von Phosphorsäure entbehrlich erscheint. Der geringe Überschuss an Thiosulfat wird thunlichst rasch mit etwa $\frac{1}{100}$ n-Jodlösung zurückgemessen.

1 ccm $\frac{1}{10}$ n-Thiosulfatlösung entspricht bekanntlich $\frac{294,5}{6 \times 10\,000} = 0,0049083$ g $K_2Cr_2O_7$
oder $\frac{52,1}{3 \times 10\,000} = 0,0017367$ g Chrom.

Bequemer in der Berechnung ist, falls solche Bestimmungen häufiger vorgenommen werden, für die Praxis eine Lösung von 14,298 g Thiosulfat auf ein Liter, da ein Cubikcentimeter dieser Lösung einem Milligramm Chrom entspricht. Oder man bereitet sich eine Lösung von 2,8263 g reinem trockenem Kaliumbichromat auf ein Liter; ein Cubikcentimeter dieser Lösung enthält ein Milligramm Chrom als Chromat. Durch den Versuch ermittelt man den Wirkungswerth einer gegebenen Thiosulfatlösung gegen diese Lösung und findet so, wieviel Cubikcentimeter Thiosulfat einem Milligramm Chrom entsprechen. Auf die Mittheilung von Beleganalysen kann hier verzichtet werden; die Methode steht, bei richtiger Ausführung, in der Genauigkeit der Resultate den übrigen Verfahren der Chrombestimmung nicht nach, übertrifft sie aber in Bezug auf rasche und leichte Ausführbarkeit nicht unerheblich.

Hannover, August 1900.

Wasserenteisung und Schnellfiltration.¹⁾

Von Dr. O. Kröhnke.

Die Versorgung von Gemeinden und Orten sowohl als von Einzelwohnstätten und Fabrikbetrieben mit Grundwasser hat in den letzten Jahrzehnten mehr an Bedeutung gewonnen. Aus der Erkenntniss, dass das Wasser ein Hauptträger und Verbreiter von Krankheits-erregern ist, ist das Bestreben zuerst hervorgegangen, solche Wasserquellen aufzu-

suchen und zu verwenden, die aus ihrem Ursprunge keine Keime mit sich führen können und die auf ihrem Wege zum Verbrauch auch keine Gelegenheit finden, durch äussere Beeinflussung Keime zu erhalten. Nach dieser Richtung hin ist das aus bestimmten Tiefen geschöpfte Wasser des Grundwasserstromes dem Oberflächenwasser und dem Wasser aus offenen Brunnen fast stets vorzuziehen, da es durch die natürliche Bodenfiltration vielfach einen solchen Grad der Reinheit im hygienischen Sinne angenommen hat, dass es ohne Weiteres als Genuss- und Wirthschaftswasser brauchbar ist.

Die Schwierigkeiten, das Wasser der Flussläufe in der für den Zweck erforderlichen Reinheit zu erhalten, werden mit zunehmender Schiffahrt und je mehr die Wasserläufe zur Aufnahme der Abwässer und Abfallstoffe bewohnter Orte, Fabriken und Gewerbebetriebe dienen, immer grösser. Aus diesen Gründen und auch weil heute über das Vorkommen und die Erschliessung des Grundwassers bessere Kenntnisse herrschen, lässt man schon vielfach die öffentlichen Gewässer der Schiffahrt und der Wegleitung der Kanalwässer in erster Linie dienen und bezieht den Bedarf an Wasser für die Versorgung der betr. Gemeinden etc. aus dem Grundwasserstrom.

Das Grundwasser, namentlich das in den Ebenen und Küstendistricten, enthält aber oft Eisen in solcher Menge gelöst, dass es weder als Trinkwasser noch für gewisse industrielle Zwecke, z. B. für Färbereien, Bleichereien, Wäschereien Papier-, Leim- und Stärkefabriken u. s. w., unmittelbar verwendbar ist. Ein solches eisenhaltiges Wasser schmeckt tintenartig, verursacht schon bei einem Gehalt von 1 mg Fe im Liter Flecken in der Wäsche, im Papier etc., ausserdem werden nicht selten die Rohrleitungen und Reservoirs verstopft durch Ablagerungen von Eisenschlamm, welcher zeitweise aus den Zapfhähnen an den Verbrauchsstellen herausgespült wird. Sehr oft hat ein eisenhaltiges Grundwasser massenhafte Wucherungen einer Eisenalge, der *Crenothrix polyspora*, zur Folge, welche in langen Fäden das Wasser durchzieht, die Leitung verfilzt und nach ihrem Absterben dem Wasser einen fauligen Geschmack verleiht.

Der oft auftretende Eisengehalt im Grundwasser ist lange Zeit hindurch der Grund mit gewesen, weshalb man das Oberflächenwasser dem Grund- und Quellwasser vorgezogen hat. Die vielen Vortheile des Grundwassers aber wiesen immer darauf hin, Mittel zu schaffen zur Eisenbefreiung, zur Enteisung. Heutzutage ist die Enteisung

¹⁾ A. a. O. S. 346.

²⁾ Vortrag gehalten im Bezirksverein deutscher Chemiker in Hamburg am 25. April 1900.

von Wasser in so vollkommener Weise zu erreichen, dass es ökonomisch unrichtig ist, einen Brunnen wegen seines Eisengehaltes zu verlassen und eine Neubohrung nach eisenfreiem Wasser zu versuchen, wie es heute noch vielfach geschieht. Die Sicherheit, aus eisenhaltigem Grundwasser durch einen einfachen Reinigungsprocess ein einwandfreies Product zu erhalten, ist in der Mehrzahl der Fälle grösser als die, durch Tieferbohrung des vorhandenen oder Neubohrung eines Brunnens an anderem Orte auf ein schon ohne Reinigung gutes Wasser zu stossen.

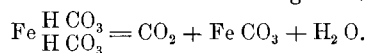
Wo eisenhaltiges Wasser erbohrt wird, sollte deshalb immer erst der Versuch durchgeführt werden, dieses Wasser zu reinigen, ehe der kostspielige und doch wenig Erfolg versprechende Versuch einer Neubohrung in Angriff genommen wird.

Das Eisen im Grundwasser findet sich fast durchweg in Oxydulform, meist als Oxydulbicarbonat, seltener als Eisenoxydulsulfat oder als organisch-saures Eisenoxydul. Während nämlich das Wasser bei seinem Eindringen in den Erdboden in den oberen, mit Luft gesättigten Erdschichten in erster Linie an Oxydationsprocessen sich betheiligt, zumal es durch die Porosität der Erdoberfläche eine grosse Berührungsfläche mit der wirksamen Materie der Erdtheilchen gewinnt, können in den unteren Schichten Reductions Vorgänge sich abspielen, namentlich dann, wenn bei reichlichem Vorhandensein von Wasser nicht ausreichende Luft- resp. Sauerstoffmengen in die Schichten eindringen können. Der ursprünglich im Wasser gelöste Sauerstoff wird zur Oxydation der organischen Substanzen, theils vegetabilischen, theils animalischen Ursprungs in den oberen Erdschichten verbraucht; der Sauerstoffgehalt des Grundwassers nimmt daher mit der Tiefe der Entnahme ab; aus grösserer Tiefe geschöpftes Grundwasser ist nach den Untersuchungen von Lepsius sauerstofffrei.

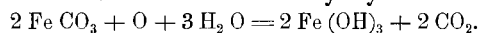
Die Enteisung des Grundwassers richtet sich nun in erster Linie nach der Art der im Wasser vorhandenen Eisenverbindungen. Am häufigsten findet man das Eisen im Grundwasser, wie gesagt, als Eisenoxydulbicarbonat und gerade diese Wässer sind es, deren Enteisung auf die einfachste Weise gelingt. Bei der Entnahme sind sie meist völlig klar, sobald sie aber mit der Luft in Berührung kommen, erhalten sie ein trübes, bläulich opalisirendes Aussehen und bei längerem Stehen scheidet sich schliesslich alles Eisen als braunes Eisenoxydhydrat aus. Man vermuthete früher, dass diese Eisenausscheidung bedingt sei durch die Wirkung

der genannten Eisenalge, der *Crenothrix polyspora*; es steht jetzt aber fest, dass diese nur eine Folgeerscheinung des Eisengehaltes bildet und dass mit der Beseitigung des Eisens auch die *Crenothrix* wucherungen verschwinden.

Der Vorgang der freiwilligen Eisenausscheidung nach der Entnahme des Wassers lässt sich durch verschiedene Gleichungen veranschaulichen. Es lässt sich denken, dass zunächst aus dem Eisenoxydulbicarbonat Kohlensäure entweicht und Eisenoxydulmonocarbonat zur Ausscheidung kommt:

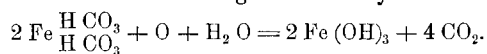


Erst dann tritt der Sauerstoff der Luft in Action und es bildet sich aus dem Eisen-carbonat das braune Eisenoxydhydrat



Man könnte geneigt sein, die zuerst bei der Entnahme des Wassers auftretenden bläulich-trüben Ausscheidungen durch die Bildung von Eisenoxydulcarbonat zu erklären.

Der Vorgang der Eisenausscheidung liesse sich auch so formuliren, dass der Sauerstoff der Luft direct wirkt und die Abgabe von Kohlensäure eine Folge dieser Oxydation ist.



Bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff, der sich häufig infolge Reduction von vegetabilischen Eiweisssubstanzen neben Ammoniakverbindungen im Grundwasser vorfindet, bildet sich neben Eisenoxydhydrat Eisensulfur²⁾.

Wie der Process der Eisenausscheidung im Einzelnen verläuft, lässt sich schwer feststellen und wohl kaum generell entscheiden; der Verlauf der Eisenausscheidung wird von dem Charakter des gerade vorliegenden Wassers abhängig sein. Verschiedene Wässer scheiden ihr Eisen in Berührung mit der Luft sehr schnell ab; bei anderen Wässern, namentlich solchen mit einem höheren Gehalt an freier Kohlensäure, geht die Eisenausscheidung sehr langsam vor sich und ist auch erst nach vielen Tagen vollendet. Verstärkt und beschleunigt kann der Process werden, wenn ein mechanischer Anstoss ihm zur Hülfe kommt. Ein solcher Anstoss wird

²⁾ Eine andere Erklärung für die Entstehung von Schwefelwasserstoff in eisenhaltigen Wässern findet sich in verschiedenen Litteraturstellen, die nach meiner Ansicht weniger Wahrscheinlichkeit hat; danach soll durch Einwirkung von Kohlenstoff der organischen Bestandtheile auf schwefelsaure Salze $\text{H}_2 \text{S}$ wie folgt entstehen:

1. $\text{Ca SO}_4 + 2 \text{C} = \text{Ca S} + 2 \text{CO}_2$
(z. B. $\text{Ca SO}_4 + \text{CH}_4 = \text{Ca S} + 2 \text{H}_2 \text{O} + \text{CO}_2$)
2. $\text{Ca S} + \text{CO}_2 + \text{H}_2 \text{O} = \text{Ca CO}_3 + \text{H}_2 \text{S}.$

schon gegeben, wenn das Wasser durch Sand, Holzspähne etc. stark zertheilt wird. Je feiner und vielfacher die Zertheilung stattfindet, um so schneller scheidet sich das Oxyd aus. Es sind dies Erscheinungen, wie man sie in der Chemie ja vielfach findet, sowohl bei der Ausscheidung von Niederschlägen als auch bei Krystallisationsvorgängen, bei der Verdampfung und so fort.

Von dieser Contactwirkung einer gewissermaassen gesättigten Eisenoxydullösung mit indifferenten Substanzen kann man sich schon überzeugen, wenn man zwei parallele Versuche anstellt mit frisch geschöpftem eisenhaltigem Grundwasser von nicht zu hohem Eisengehalt; man füllt zwei grössere Flaschen mit dem Wasser etwa bis zur Hälfte, fügt zu einer derselben eine Quantität gewaschenen Quarzpulvers und filtrirt beide Proben, natürlich jede für sich, nachdem man sie gleich lange und gleich stark durchgeschüttelt hatte; die mit Quarzpulver gefüllte Flasche wird ein eisenfreieres Filtrat liefern als die andere; die Wirkung hängt zum nicht geringen Theile auch von der Form der Quarzpartikelchen ab; denn ohne Ausnahme sind sehr scharfkörnige Körper in dieser Beziehung weit wirksamer als stumpfeckige oder gar rundliche Körper.

Setzt man mit dem Quarzpulver oder an Stelle desselben eine geringe Menge frisch ausgeschiedene Eisenoxydhydrate oder auch andere wasserunlösliche Eisenverbindungen, auch Eisenminerale (Raseneisenerz), dem Wasser zu, so wird die Wirkung in der Eisenausscheidung noch erhöht.

Auf diesen genannten Vorgängen der Eisenausscheidung beruhen auch die Methoden, die sich in der Praxis Eingang verschafft haben und die im letzten Jahrzehnt zu einer grossen Vollkommenheit ausgebildet wurden. Die Methoden selbst sind sehr einfach, weil es praktisch nur auf eine reichliche Sauerstoffzufuhr zu dem Wasser ankommt und die Kohlensäureentziehung dabei ausser Acht gelassen werden kann auf Kosten der Zeitdauer des Processes. Man vertheilt zu diesem Zwecke das Wasser möglichst unter Mischung mit atmosphärischer Luft und lässt eine Filtration zur Zurückhaltung des ausgeschiedenen Eisenoxydhydrates folgen.

Im Princip sind deshalb bei einer Enteisungsanlage zwei selbständige Factoren nacheinander thätig und für die Ausführung in Betracht zu ziehen:

1. Die Oxydations- und Belüftungseinrichtung,

2. Die Filteranlage.

In vielen Anlagen kommt diese Trennung auch voll zur Geltung, in anderen wird dem Filter etwas mehr zugedacht wie die rein

mechanische Trennung des ausgefällten Eisens; es findet dort auch noch ein Theil des Oxydationsprocesses beim Auffallen des Wassers auf das Filter und auf die Filteroberfläche statt infolge der oben beschriebenen Contactwirkung.

Dem entsprechend unterscheidet man: Belüftungseinrichtungen mit freiem Regenfall über Flachfilter, als den zuletzt benannten Ausführungen, und Belüftungseinrichtungen durch Thürme, die mit Oxydationskörpern gefüllt sind, und nachfolgende Filtration durch Schnellfilter.

Das Wasser nur durch freien Regenfall oder durch Überlauf über treppenförmig angeordnete Bretter oder Steine zu enteisen, wie es bei dem Verfahren Anklam-Oesten geschieht, ist ja zweifellos das Einfachste; es genügt auch schon für kleinere Anlagen und wo es sich um geringen Eisengehalt in leicht ausfällbarer Form handelt, oder wenn die Enteisung auf natürlichem Wege schon vorher reichlich eingeleitet worden ist, wie dies z. B. in langen Pumpenleitungen vom Brunnen zur Enteisung oder dann vorkommt, wenn die Grundwasserbohrung in einen oben offenen Brunnenkessel ausmündet und aus diesem die Entnahme des Wassers geschieht. Es ist nach dieser Richtung wohl zu unterscheiden, dass ziemlich klares Wasser mit hohem Oxydulgehalt eines künstlichen Belüftungsprocesses noch bedarf, dagegen solche Wässer, bei denen durch Nebenumstände der Oxydationprocess stark vorgeschritten ist, schon durch einfache Nachfiltration vollständig zu klären sind.

Die Enteisungsverfahren durch Thürme, unter denen das Piefke'sche Enteisungsverfahren am meisten eingeführt ist, unterscheiden sich von dem vorhergenannten Verfahren dadurch, dass an Stelle des freien Regenfalls die Rieselung des Wassers durch Behälter oder Thürme, die mit faustgrossen Koks- oder Backsteinstücken gefüllt sind (die sogen. Lüfter), getreten ist.

Das Wasser wird hier ebenfalls in feine Strahlen und Tropfen vertheilt und rieselt über die einzelnen Koksstücke herab, welche infolge ihres grossen, mit Luft gefüllten Porenvolums die Oxydation des gelösten Eisens noch besonders begünstigen. Ausserdem wird, da die einzelnen Wasserfäden und Wassertropfen an den vielgestalteten Flächen des Koks auf dem Wege durch den Rieseler vielfach aufschlagen, gleichzeitig der mechanische Anstoss gewonnen, der wie erst ausgeführt, der Eisenausscheidung vortheilhaft zur Hülfe kommt. Die enteisende Wirkung des Koks Lüfters wird bei längerer Betriebsdauer, wenn die einzelnen Koksstücke

sich mit dem Eisenschlamm inkrustirt haben, noch bedeutend erhöht infolge eintretender Contactwirkung des bereits ausgeschiedenen Eisens. Die Contactwirkung des Eisens, die bei dem Rieselfverfahren über Koks zum grössten Theile im Lüfter stattfindet, fällt bei dem Verfahren durch einfaches Brausen dem Kiesfilter zu; es vollzieht sich demnach, bei manchen eisenhaltigen Wässern wenigstens, die Oxydation hier zum Theil erst innerhalb des Filters, wie das u. A. auch schon daraus hervorgeht, dass der feine Eisenschlamm bis in die tiefsten Abschnitte reicht und das Filter immer erst nach einiger Zeit den höchsten Grad seiner qualitativen Leistungsfähigkeit erlangt.

mit Rieseler und Filter erhalten, und da die Betriebskosten ziemlich die gleichen, die Anlagekosten aber nicht nennenswerth höher sind, sollte man diese Ausführungsform stets in erster Linie berücksichtigen.

Die Abbildung 1 giebt ein Schema einer grossen Enteisungsanlage für communale Wasserwerke, Fabrikbetriebe etc.¹⁾ wieder. Die Rieseler bilden hier im Verband mit dem Reinigerhaus gemauerte Schächte, die nach unten verlängert, gleichzeitig Rohwasserbehälter sind für offene Patent-Kröhnkefilter, welche später beschrieben werden sollen. Jeder Rieselertheil bildet mit dem untergebauten Filter einen selbstständigen Enteisungsapparat. Durch Anreihung einer

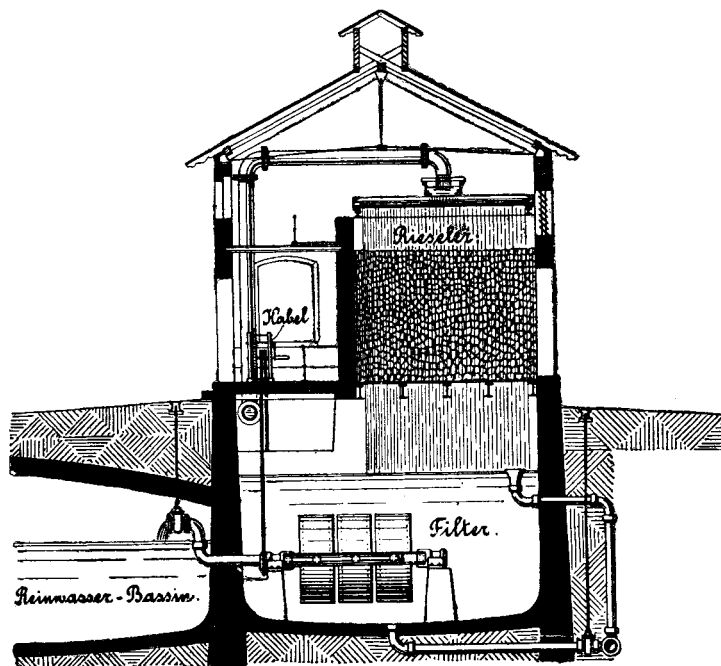


Fig. 1.

Ausser der eigentlichen Oxydationswirkung auf das Eisen findet im Koksrieseler oft auch noch ein Veredelungsprocess des Wassers statt durch Herabminderung der organischen Substanz des Wassers, wobei biologische Vorgänge angenommen werden.

Es ergibt sich aus dem Gesagten, dass die Wirkung der Koksrieselung weit kräftiger und energischer ist als die des einfachen Brausens. Wenn auch vielfach mit befriedigender Leistung ausgeführt, kann doch eine Anlage durch einfachen Regenfall niemals in gleich günstigem und vollkommenem Maasse die Enteisung durchführen wie dies im Oxydationskörper des Rieselerthurmes geschieht.

Das bessere Resultat wird man immer, namentlich bei stark eisenhaltigen Wässern,

beliebigen Anzahl solcher Schächte aneinander lassen sich Enteisungsanlagen bis zur grössten Gesamtleistung schaffen. Die einzelnen Abtheilungen bleiben auch im Betriebe völlig unabhängig von einander, so dass Reparaturen einzelner die Gesamtleistung nur procentuell beeinflussen können, was für communale Wasserwerke von grösster Wichtigkeit ist und Reserveanlagen entbehrlich macht.

Für kleinere Enteisungsanlagen sind, da die Anwendung eines Lüfters immer mehr oder weniger Raum in der Anlage erfordert, verschiedene andere Einrichtungen empfohlen und zur Ausführung gekommen. Oft genügt

¹⁾ Nach den Systemen der Allgem. Stadtreinigungsgesellschaft Hamburg.

eine einfache intermittierende Filtration durch Sand oder noch besser durch eisenhaltigen Sand, um ein ziemlich eisenfreies Wasser zu gewinnen. Derartige einfache Enteisungsapparate durch Filtration finden sich in Form von gewöhnlichen Fässern, sogen. „Leckfässer“ besonders häufig in den Dörfern der Unterweser und Ochtum und in den Marschgegenden Schleswig-Holsteins. Sie liefern das Wasser für eine Haushaltung. An einigen Orten findet man statt der einfachen Sandfüllung Schichten von Thierkohle, auch von Koks und anderen Substanzen.

Zur Zeit macht ein Verfahren nach den Patenten von der Linde-Hess, Crefeld von sich reden, nach welchen die Firma Büttner & Meyer, Ürdingen ihre Enteisungsapparate baut. Das Verfahren will den Process der Enteisung in einem Apparat durchführen statt der sonst gebräuchlichen zwei Theile, dem Rieseler und dem Filter. Das Filter ist gefüllt mit Holzspähnen, welche durch Zinnoxyd imprägnirt sind und soll zugleich die Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd besorgen. Das zu enteisende Wasser kommt angeblich mit der atmosphärischen Luft gar nicht in Berührung, was als ein besonderer Vorzug des Verfahrens von den Erfindern gerühmt wird, weil auf diese Weise eine Infection des Wassers durch Luftkeime ausgeschlossen ist³⁾. Der zur Oxydation des Eisenoxyduls erforderliche Sauerstoff wird angeblich dem Wasser selbst entnommen. Die Übertragung desselben auf das im Wasser gelöste Eisenoxydul soll durch das zur Imprägnirung der Holzspähne verwendete Zinnoxyd besorgt werden: das bei dem Process sich bildende Eisenoxydhydrat wird von den Holzspähnen als rothbrauner Niederschlag festgehalten.

Die erwähnte Sauerstoff-übertragende Wirkung des Zinnoxyds steht zunächst in keiner Weise im Einklang mit dem Verhalten dieser Substanz in der Chemie, dann aber ist der im Grundwasser gelöste Sauerstoff, wie schon oben erwähnt, so gering, dass er von verschiedenen Gelehrten nicht hat nachgewiesen werden können; endlich würde die Wirkung des Zinnoxyds, wenn sie wirklich vorhanden wäre, nur zu Anfang des Enteisungsprocesses zur Geltung kommen: das Zinnoxyd wird sich bald mit dem sich ausscheidenden Eisenoxydhydrat umgeben und dieses wird dann die Contactwirkung ausüben.

Wenn trotzdem bei einigen nach diesem Verfahren ausgeführten Enteisungsanlagen

³⁾ Eine derartige Infection bei dem Rieselfverfahren ist noch niemals nachgewiesen, so dass dieser Gesichtspunkt belanglos sein dürfte.

eine zufriedenstellende Endwirkung vorhanden ist, so wird sie nicht durch das Zinnoxyd hervorgerufen, sondern durch andere Umstände begründet sein; z. B. kann bei vorhandener langer Rohrleitung die Oxydation des Eisenoxyduls sich schon auf dem Wege bis zum Filter vollzogen haben, so dass die Holzspähne lediglich als Filtermedium dienen⁴⁾.

Schwieriger als die Ausscheidung des in Form von Oxydulbicarbonat im Wasser gelösten Eisens ist die Entfernung desjenigen Eisens aus dem Wasser zu erreichen, welches in anderer Form, z. B. als Eisenoxydulsulfat, oder, wie es bei Moorwässern der Fall ist, organisch gebunden im Wasser sich vorfindet. In diesen Fällen genügt die Oxydation durch den Luftsauerstoff nicht, es muss hier zur Behandlung des Wassers durch solche Chemikalien geschritten werden, welche die Eisenverbindungen fällen⁵⁾; häufige Anwendung finden Kalk, Zusatz von geringen Mengen Eisenchlorid und Kalk, Magnesit u. A.

Die Reinigung des Wassers durch Chemikalien für Trinkzwecke findet hier in Deutschland indessen immer noch eine gewisse Abneigung; sie ist auch praktisch bei continuirlichem Reinigungsprocesse nicht leicht mit Sicherheit durchzuführen, schon weil ein Überschuss der meist nicht unlöslichen zugesetzten Chemikalien oft eine entgegengesetzte oder wenigstens eine störende Wirkung zur Folge haben kann. Eine Erfolg versprechende chemische Reinigung des Wassers erfordert eine gute Dosirung d. h. einen richtig bemessenen Zusatz der Chemikalien zu dem Wasser, ein kräftiges Durchrühren des Wassers nach dem Zusatz der einzelnen Chemikalien und eine ausreichend bemessene Absetzdauer, der noch eine Filtration zu folgen hat.

Wie bereits erwähnt, bildet einen wesentlichen Theil jeder Enteisungsanlage nach den Lüftungsmethoden das Filter. Da es bei derartigen Enteisungsanlagen lediglich darauf ankommt, die grossflockigen Eisenoxydausscheidungen zurückzuhalten, kann die Filtration in ganz bedeutend schnellerem Maasse vor sich gehen als es durch die Flachfilter möglich ist, durch welche in erster Linie eine Herabminderung des Keimgehaltes im Wasser meist bezweckt wird, ganz abgesehen davon, dass bei der Flachfiltration ein chemisch-biologischer Arbeitsprocess neben

⁴⁾ Vergl. z. B. die Anlage in M.-Gladbach, Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1898, No. 45; 1899, 8, 132 und 1899, 21, 350.

⁵⁾ Erfahrungen über Enteisungen durch Ozon liegen noch nicht vor.

der Filterwirkung thätig ist, der nur möglich und auch nur nothwendig ist bei einem ganz bestimmten Reichthum des Wassers an organischen und organisirten Substanzen, wie es zumeist im Laufe verkehrsreicher Flüsse und Seen der Fall ist.

In den zahlreichen Fällen aber, wo Wasserreinigung in Frage steht, fehlen die Voraussetzungen und Bedingungen, unter denen die Flachfilter zu arbeiten haben, so auch bei der Enteisung von Grundwasser. In diesen Fällen können für die Ausführung der Filter Modificationen eintreten, welche die Anlage verbilligen und den Betrieb vereinfachen. Aus diesen Bestrebungen sind unsere modernen Schnellfilter entstanden.

Ihre durchweg gebräuchlichste Form ist die Trommel- oder Cylinderform; die Verschiedenheit der einzelnen Systeme beruht hauptsächlich nur in ihrer Anordnung für die Reinigung des Filtermaterials, die bei den Schnellfiltern aus dem Grunde von besonderer Wichtigkeit ist, weil hier in hohem Grade die Verunreinigungen bis in das Filterinnere dringen und dadurch sehr schnell ein Durchsetzen der ganzen Filterschicht mit den Filterrückständen erreicht ist, während bei den Flachfiltern die abfiltrirten Schmutztheile zum grössten Theil auf der Oberfläche bleiben und erst nach längerer Betriebsdauer in das Innere dringen.

Bei den Schnellfiltern ist daher ein Abheben der oberen Filterschicht, wie es bei der Reinigung von Flachfiltern geschieht, von keinem durchgreifenden Erfolge; es ist erforderlich, das ganze Filtermaterial gründlich auszuwaschen; jedes Korn muss zur Oberfläche kommen; es muss daher der ganze Sand bewegt und umgeschaufelt werden. Je intensiver und sicherer dies geschieht, um so besser und zuverlässiger ist die Reinigung.

Eine Reinigung des Filtersandes ausserhalb des Filters in den bekannten Sandwäschen ist umständlich; eine einfache Rückspülung des Filters dadurch, dass der Wasserweg im Filter temporär umgelenkt wird, um die Schlammsschichten aufzuwühlen und durch geeignete Öffnungen abzuführen, hat sich als wirkungslos erwiesen, weil dabei selbst im grobkörnigen Sande sich Einzelrinnen bilden, durch welche das Reinigungswasser fliesst, ohne auf die ganze Filterfläche gewirkt zu haben und dementsprechend todte Ecken lässt. Aus diesen Gründen hat man, um ein mechanisches Reinigen im Filter selbst durch vollständiges Umrühren des Sandes möglich zu machen, die Rückströmung des Wassers dadurch verstärkt, dass man das Wasser unter höherem Druck, also mit grösserer lebendiger Kraft, einführt und

durch das gleichzeitige Einblasen von Luft Luftblasen im Wasser erzeugt. Man will damit erreichen, dass wenn das mit Luft gesättigte Wasser unter höherem Druck das Filtermaterial nach oben schleudert, die Luft die geschleuderten Sandkörper wieder nach unten fallen lässt; aus dem hydraulischen unelastischen Stoss soll ein elastischer gemacht werden. Das forcirt eindringende Wasser würde bei der Unelasticität des Wassers cylindrische Durchgänge wühlen können. Dieses zu vermeiden, die Wirkung also auf das ganze Filterbett hinüberzuleiten, mischt man Wasser mit Luft, um dadurch ein gleichmässiges Heben, Senken und Durcheinanderarbeiten des Sandes zu erlangen. Die Methode, mit hydraulischem Druck und Luftdruck zusammen zu arbeiten, ist wohl zuerst in Amerika aufgekommen und dort auch heute noch vielfach in Gebrauch und auch in Deutschland finden wir sie in einigen Filterconstructionen vertreten.

Diese Art der Reinigung befriedigte wohl nicht. Man hat deshalb bei anderen Systemen in die Filter Rechen gebaut, die während des Reinigungsprocesses den Filtersand durcheinander schaufeln; gleichzeitig wird durch das Filter Wasser im Rückstrom geleitet.

Diese Wirkung wird in einem dritten System dadurch erhöht, dass man die beiden ersten Methoden vereinigt, nämlich, dass man unter Druck und mit Luft von unten her durchspült und gleichzeitig Rechen, die ausser der gemeinschaftlich kreisenden Bewegung um eine Mittelachse noch eine Bewegung der einzelnen Rechen um Peripherieachsen haben, mitwirken lässt.

Diese in Amerika jetzt wohl gebräuchlichste Art der Reinigung, die in Fig. 2 eine typische Darstellung erfährt, ist eine gründliche und befriedigende; nachtheilig ist der Aufwand an Druckwasser und Druckluft, deren lebendige Kraft künstlich erzeugt werden muss, also Betriebskosten erforderlich macht; dann auch gebrauchen die Rechen viel Antriebskraft und endlich wird trotz der Mitwirkung der Rechen eine unverhältnissmässig grosse Menge Spülwasser zur Reinigung selbst verbraucht.

Ein viertes System von Schnellfiltern besteht darin, dass man das Filtermaterial in drehbaren Trommeln lagert und dass diese unter Rückströmung des Wassers zeitweilig zur Reinigung des Sandes gedreht werden; erforderlich ist dazu, dass man die Trommel nicht ganz mit Sand füllt, so dass bei der Drehung der Trommel die einzelnen Körner des Sandes selbst sich durcheinander und aneinander reiben und durch ihre Reibung

sich von dem Schmutze befreien können. Ein derartiges drehbares Trommelfilter ist das Patent-Kröhnke-Filter, welches in Fig. 3 abgebildet ist. Es besteht im Wesentlichen

zahl Kammern filtrirtes Wasser durch die Hohlachse abgiebt. Zwischen Rohwasserkammern und Reinwasserkammern liegen die Filterscheiben aus Sand zwischen feinen

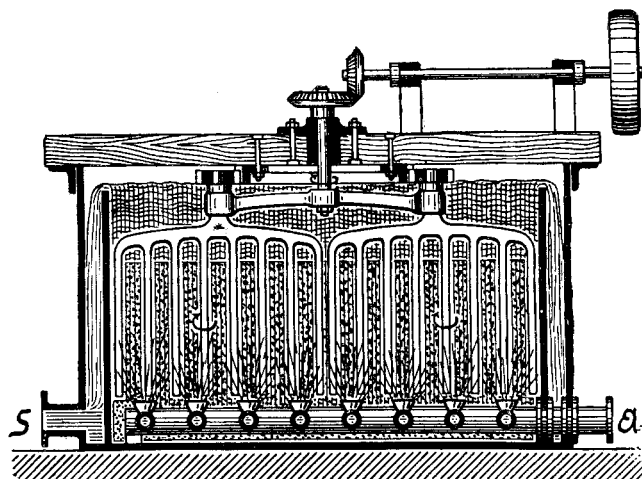


Fig. 2.

aus einer horizontal in zwei Achsen drehbar verlagerten, an beiden Enden geschlossenen Trommel als Filtergehäuse, im Innern durch verticale Querwände so getheilt, dass sich scheibenförmige Kammern bilden, abwechselnd mit Sand und Wasser gefüllt. Die Wasser-

Metallsieben, durch starke, gestanzte Schutzböden verstärkt. Die Sandkammern sind nicht völlig mit Sand gefüllt. Die Scheidewand bis zur Rohwasserkammer ist vollständig durchlässig, diejenige zur Reinwasserkammer nur im unteren Drittel.

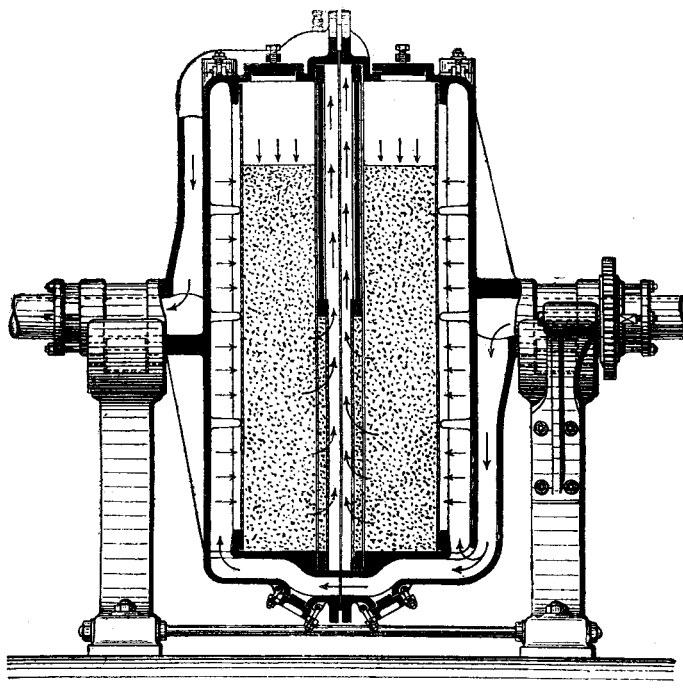


Fig. 3.

kammern sind durch geeignete Canäle mit je einer der Hohlachsen des Trommelgehäuses so verbunden, dass eine bestimmte Anzahl von Kammern Rohwasser durch die eine Hohlachse aufnimmt, während eine andere An-

Die Sandscheiben bieten dem Rohwasserstrom zwei Filterflächen, eine im Kreisabschnitt, eine in der oberen Horizontalfläche des lagernden Sandes, beide zusammen sind grösser als der Kreisinhalt einer Scheiben-

fläche selbst. Die Leistung des Filters kann durch beliebig viele eingebaute Kammern verstärkt werden. Die Illustration zeigt ein zweifaches Filter; dies hat mehr als die doppelte, ein vierfaches Filter mehr als die vierfache Leistung eines Horizontalfilters gleichen Durchmessers, weil die Filterfläche grösser ist als der Kreisinhalt und in jeder Sandkammer einmal zur Verfügung steht. Durch Einbau einer beliebigen Anzahl von Sandkammern neben einander würde die Leistung des Filters immer noch grösser sein als diejenige der gleichen Anzahl von Horizontalfiltern desselben Durchmessers, ohne wesentlich mehr Raum zu beanspruchen, als ein oder zwei Horizontalfilter nebeneinander.

Bei der Reinigung des Filters wird die Filtertrommel durch ein eingebautes Zahnradgetriebe mittels Kurbel in langsam rotierende Bewegung gebracht. Vorher wird der Wasserstrom im Filter umgelenkt, so dass das Wasser von der Reinwasserseite aus gegen die Schmutz- und Schlammsschichten auf den Filterflächen strömt. Bei der Drehung reiben sich die Sandpartikelchen hierbei aneinander, wodurch die Sandwaschung sehr wirksam erfolgt; der aufgelagerte Schlamm und der Schmutz wird bis in die Siebmaschen hinein vertheilt und weggespült. Wenige Minuten Drehens genügen zumeist, das Filter auf seine ehemalige Filtrirfähigkeit zurückzuführen. Bei der Leichtigkeit der Reinigung ist es möglich, Filtrirmaterial von höchster Feinheit zu benutzen.

Eine Modification des beschriebenen Filters bildet die offene Form (Fig. 1); es sind bei dieser Ausführungsform die Rohwasserkammern der geschlossenen Form aufgelöst in eine gemeinschaftliche Rohwasserkammer. Die in dieser befindlichen Trommeln bestehen dementsprechend nur aus Sandkammern und Reinwasserkammern, letztere in der Mitte der Trommel sattelförmig so angeordnet, dass jede Trommel zwei wirkende Filterflächen hat.

Es sind also nach den obigen Ausführungen unter unseren modernen Schnellfiltern, abgesehen von denen, welche durch einfache Rückspülung zu reinigen sind, der Hauptsache nach vier Systeme vertreten, welche in der Anordnung der Construction für die Reinigung des Filtersandes unterschieden sind.

Diese vier Systeme sind:

1. Filter, bei welchen die Reinigung durch Rückströmung des Wassers unter Zugabe von Luft (Dampf) erfolgt;
2. Filter, bei welchen die Reinigung durch Rückspülung unter Bewegung des Sandes mittels Rechen,
3. bei welchen sie durch Rückströmung des Wassers unter Zugabe von Dampf oder Luft und unter gleichzeitiger Mitwirkung von Rechen bewerkstelligt wird, und endlich
4. Filter, bei welchen die Reinigung des Filterinnern durch Drehung der nicht ganz mit Sand gefüllten Trommel infolge der dadurch entstehenden Reibung der Sandkörner vorgenommen wird.

Patentbericht.

Klasse 12: Chemische Verfahren und Apparate.

Trennung von m- und p-Kresol. (No. 114975. Vom 17. December 1899 ab. Dr. F. Raschig in Ludwigshafen a. Rh.)

Das Verfahren beruht darauf, dass die durch Sulfuriren des Gemisches beider Kresole erhaltenen Sulfosäuren beim Behandeln mit überhitztem Dampf bei verschiedenen Temperaturen Spaltung in Kresol und Schwefelsäure erfahren. Die m-Kresolsulfosäure wird bereits bei einer Temperatur von ca. 120 bis 135° C. gespalten, während die p-Kresolsulfosäure bei dieser Temperatur intact bleibt und erst bei ca. 140 bis 160° unter Abspaltung von p-Kresol zerlegt wird.

Patentanspruch: Verfahren zur Trennung von m-Kresol und p-Kresol, dadurch gekennzeichnet, dass man das durch Sulfuriren der Kresole erhaltene Gemisch ihrer Sulfosäuren mit überhitztem Wasserdampf bei Temperaturen von 120 bis 135° behandelt, bei welchen unter Spaltung der m-Kresolsulfosäure das m-Kresol abdestillirt, während die p-Kresolsulfosäure unzersetzt zurückbleibt.

Darstellung von Anthranilsäure aus o-Nitrotoluol. (No. 114839. Vom 7. April 1899 ab. Badische Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh.)

Es hat sich gezeigt, dass eine Oxydation der Methylgruppe zur Carboxylgruppe unter gleichzeitiger Reduction der Nitrogruppe eintritt, wenn man o-Nitrotoluol mit Alkali behandelt. Beispielsweise werden 137 kg o-Nitrotoluol mit 120 kg Ätznatron und 500 kg Alkohol am Rückflusskühler so lange gekocht, bis der Geruch nach o-Nitrotoluol verschwunden ist. Hierauf wird die Reactionsflüssigkeit mit Ammoniak und Schwefelwasserstoff gesättigt und wiederum mehrere Stunden gekocht behufs vollkommener Reduction zu Anthranilsäure. Durch Verdampfen zur Trockne wird das überschüssige Schwefelammonium sowie der Alkohol verjagt; das Reactionsproduct wird sodann mit Wasser aufgenommen, die Lösung nöthigenfalls filtrirt und die Anthranilsäure daraus in bekannter Weise abgeschieden.

Patentansprüche: 1. Verfahren zur Darstellung von Anthranilsäure, darin bestehend, dass man