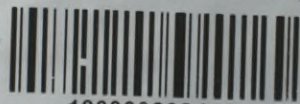


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298412

Handwritten signature

Die Petri'sche Methode

zur

Reinigung städtischer Kanalwässer.

Geschichte und Kritik der Methode

mit besonderer

Berücksichtigung der Berlin - Plötzensee'er Versuchs - Anlage.

Ein Beitrag zur Frage der Verwendbarkeit

von

Torfgrus als Filtermaterial

von

Otto Peschke

Ingenieur

Berlin N.W., Wilsnacker-Strasse No. 36.



16909
Handwritten signature

BERLIN 1884.

Verlag der Polytechnischen Buchhandlung A. Seydel

Leipziger Strasse No. 8.

236

Handwritten

1179

*xxx
137*

Die Petri'sche Methode

zur

Reinigung städtischer Kanalwässer.

Geschichte und Kritik der Methode

mit besonderer

Berücksichtigung der Berlin - Plötzensee'er Versuchs - Anlage.

Ein Beitrag zur Frage der Verwendbarkeit

von

Torfgrus als Filtermaterial

von

Otto Peschke

Ingenieur

Berlin N.W., Wilsnacker-Strasse No. 36.



BERLIN 1884.

Verlag der Polytechnischen Buchhandlung A. Seydel

Leipziger Strasse No. 8.

7.55
—
12.

Die Polnische Methode

Reinigung städtischer Kanäle



31623

AKC: 100 2573/60

Zu den mannigfachen Vorschlägen, betreffend die Beseitigung und Verwerthung städtischer Abfallstoffe, gesellte sich vor anderthalb Jahren ein neuer, ausgehend von Herrn Dr. Petri in Berlin, demselben, welcher bereits früher in der vorliegenden Frage durch die von ihm erfundenen „Fäkalsteine“ von sich reden gemacht. Sein neues Verfahren bezog sich auf die Reinigung von Schwemmkanalisationssässern und beruhte auf der Verwendung von Torfgrus als Filtermaterial.

Trotz vielfacher Bemühungen gelang es dem Erfinder, bezw. der Gesellschaft, welche das Verfahren behufs dessen Fruktifizierung angekauft hatte, nicht, die städtischen Behörden Berlin's für dasselbe zu interessiren — ein Misserfolg, der zur Zeit der letzten Stadtverordneten-Wahlen als Agitationsmittel erhalten musste, insofern die eine der sich bekämpfenden Parteien gegenüber der durch kräftige Reklame angeblich erwiesenen Vorzüglichkeit des Verfahrens dem Magistrate einen Vorwurf aus der Ablehnung der auf Prüfung resp. versuchsweise Einführung desselben gerichteten Anerbietungen machen zu sollen glaubte.

Seiner Zeit mit der praktischen Ausführung und der Leitung des Betriebes der bei Plötzensee errichteten Versuchsanlage nach Petri'schem Systeme als leitender Techniker betraut, glaube ich ein ausreichend sicheres Urtheil über die Anwendbarkeit oder eigentlich Nichtanwendbarkeit des Verfahrens zu besitzen, und ich würde bereits früher das Wort in der Sache ergriffen haben, um vor weiteren Verlusten an Geld, Zeit und Mühe, wie sie bei fortgesetzter Beschäftigung mit dem System unvermeidlich sind, zu warnen, — hätte nicht der augenscheinliche Misserfolg der Erfindung, das spurlose Verschwinden der auf ihre Ausbeutung begründeten Gesellschaft mich hinsichtlich der angedeuteten Gefahr beruhigt. Ich hielt diese Angelegenheit für beseitigt, jedes fernere Wort für unnütz.

Wie es scheint, war ich im Irrthume.

Unter den Referaten des Centralblattes der Bauverwaltung über die Hygiene-Ausstellung fand ich auch eines (No. 37 vom 15. 9. 1883),

welches höchst anerkennend unser Petri'sches Verfahren kritisirte. Eine solche Auslassung an solcher Stelle darf doch nicht unbeantwortet bleiben. Ganz neuerdings ist zudem die Rede von Bestrebungen einer Gesellschaft für Einführung des Verfahrens in einem Stadttheile Berlin's. Endlich dürfte es überhaupt nicht zwecklos sein, sanguinischen Hoffnungen betreffs der Verwendbarkeit von Torfgrus zur Filtration unreiner Flüssigkeiten entgegen zu treten, da die vielfach mit gutem Erfolge betriebene Verwendung dieses Materials zur Stalleinstreu, zu antiseptischen bezw. Dauer-Verbänden u. s. w. ein günstiges Vorurtheil für dasselbe erweckt hat und leicht von Neuem Anstoss geben könnte, den Torfgrus als Unterlage ähnlicher Projekte zu benutzen. Wie begründet diese Besorgniss, möge daraus erhellen, dass bereits Autoren anderer die Frage der Städtereinigung betreffender Schriften auf die Sache als beachtenswerth hinweisen.*)

Die erste eingehendere Kundgebung über die neue Erfindung bestand in einem, vor dem „Vereine für Gesundheitstechnik“ im Juni 1882 gehaltenen Vortrage des Herrn M. Knauff, welcher Vortrag nebst einigen Bemerkungen des Herrn Dr. Petri und der daran geknüpften Diskussion in den Nummern 13, 15 und 16 des „Gesundheitsingenieur“ unter der Ueberschrift: „Reinigung städtischer Kanaljauche nach Dr. Petri's patentirter Methode“ abgedruckt worden ist. Da diese Veröffentlichung das weitaus grösste Material gegenüber späteren Berichten enthält, so möge sie den Ausgangspunkt für die nachfolgenden Erörterungen bilden. Auf das Referat im Centralblatt der Bauverwaltung komme ich am Schlusse kurz zu sprechen.

In dem Knauff'schen Vortrage findet sich zunächst eine Beschreibung der Versuchsanlage nach Petri'schem Systeme in Plötzensee unter Angabe der Abmessungen derselben; in Parenthese sind die einschlägigen Verhältnisse der Strafanstalt Plötzensee gestreift; aus den Maassen der Versuchsanlage wird deren Grundflächenbedarf ermittelt; die Leistungsfähigkeit der von mir für Reinigung von 75—100 kbm Jauche pro 24 Stunden construirten Anlage wird auf vierhundert Kubikmeter angegeben, ohne jede Andeutung, woher diese Zahl stammt; und schliesslich werden aus den so gewonnenen oder besser angenommenen Zahlen Coeffizienten zur Berechnung grösserer Anlagen für Reinigung von Städten mit 75000 resp. 106000 Einwohnern construiert.

Ich hatte im Juli 1881 auf Ansuchen des Herrn Dr. Petri demselben die Uebernahme der konstruktiven und baulichen Arbeiten sowie die Leitung des Betriebes der Versuchsanlage zugesagt; ich hatte

*) Vergl. „Berlier's pneumatisches System“, fol. VI, VII. — „Gerson“: Beiträge zur Spüljauchenrieselkunde“, fol. 8.

nach voraufgegangenen, mehrfach veränderten Versuchskonstruktionen die definitive, massive Anlage nach den von mir in der Leitung des Betriebes während nahezu Jahresfrist gesammelten Erfahrungen projektirt, erbaut und ebenfalls während mehrerer Monate im Betriebe beobachtet. Mit diesem Hinweise und an der Hand der von mir gefertigten beiliegenden Zeichnungen muss ich die sämmtlichen von Herrn Knauff angegebenen resp. ermittelten Zahlen als falsch bezeichnen.

Man sehe die nachfolgende Zusammenstellung.

Es ist	nach Angabe von Knauff	in Wirklichkeit	die Differenz
1. Die Länge des Vorfilters	9,0 m	7,0 m	2,0 m
2. die Breite desselben .	3,0 m	4,0 m	1,0 m
3. die Tiefe desselben . .	0,6 m	0,5 m	0,1 m
4. die Böschung des Torfes	1 : 2	1 : 4	das Doppelte
5. die Länge des Endfilters	9,0 m	7,0 m	2,0 m
6. die Breite desselben .	3,0 m	3,5 m	0,5 m
7. Kopffzahl der Anstalt .	2000	1700	300
8. Filter- (Böschungs-) Fläche des Torfes . .	1,2	1,6	0,4
9. Leistungsfähigkeit der Anlage	400 cbm	100 cbm i. max.	300 cbm
10. Durchtrittsgeschwin- digkeit der Jauche durch das Filter pro Minute	400 9 . 1,2 . 24 . 60 also 0,025 m	100 1,6 . 7 . 24 . 60 also 0,006 m	das 4fache
11. Dauer des Torfes . .	7 Monat	$\frac{1}{6}$ Monat	das 42fache

Endlich berechnet Herr Knauff unter der Annahme, dass 127,5 Liter Wasser pro Kopf der Bevölkerung anzusetzen seien, die dem Kanalwasserquantum = 400 cbm entsprechende Kopffzahl auf 3000, während, wie aus Nachfolgendem ersichtlich, das die Leistungsfähigkeit der Versuchs-Anlage auf das höchste ausnutzende Quantum von 100 cbm Kanaljauche aus der Plötzensee'er Strafanstalt das Verbrauchswasser von nur 210 Köpfen der Strafanstalt (rot.) ist.

Welchen Werth die aus solchen Zahlen, deren Ursprung zu kennen mir erwünscht wäre, ermittelten Coefficienten haben, ist wohl aus den vorstehend sub 11 und 12 gegebenen Daten ersichtlich.

Der ganze im 2. Theil des Knauff'schen Vortrages aufgeführte Bau ist ein Kartenhaus, die Kosten- und Rentabilitätsberechnung grösserer Anlagen auf Basis der so gewonnenen Grundzahlen ist ein sich potenzirender Irrthum, den wieder zu entwurzeln nicht lohnend erscheint.

Wohl aber wird es nicht uninteressant sein, die Entwicklung der Petri'schen Methode im Detail an der Hand der nachstehenden Schilderung zu verfolgen, und an den von mir in wiederholten Versuchen ermittelten Resultaten die Berechtigung meines obigen Ausspruches über den Werth dieser Methode zu prüfen.

Die erste Petri'sche Erfindung eines „Systems der Städtereinigung“ datirt aus dem Anfang der 70er Jahre. Das System fusst auf der Trennung der flüssigen von den festen Bestandtheilen, welche erstere nach erfolgter Desinfektion den öffentlichen Wasserläufen durch Kanäle zugeführt, während die festen Stoffe nach Vermengung mit Petri'schem Desinfektionspulver durch Abfuhr entfernt und zu Düngpulver oder Brennsteinen („Petrifakten“) verarbeitet werden.*)

Das Verfahren fand im Kleinen Anwendung meines Wissens in den Borsig'schen und Schwartzkopf'schen Maschinenbauanstalten, namentlich aber in den Königl. Artillerie-Werkstätten zu Spandau. Hier wird die Anlage bis heut benutzt; in dem Borsig'schen Etablissement ist sie seit langer Zeit ausser Betrieb. Für die grosse Praxis, für Reinigung von Städten, konnte dieses System keine Verwendung finden. Die in der Reinickendorfer Strasse hierselbst befindliche Fabrik vegetirte kaum; die Erfindung schief mehr und mehr ein.

Da plötzlich erhielt sie neues Leben.

Das Kaiserliche Reichsgericht hatte in der Klage des Militärfiskus von Weichselmünde wider die Stadt Danzig durch Entscheidung vom 2. Mai 1881 zu Ungunsten der Beklagten und dem Sinne des Urtheils nach dahin erkannt, „dass unreinen und gesundheitsschädlichen Abwässern die Aufnahme in öffentliche Wasserläufe, welche in der Nähe von Wohnungen fließen, nicht unbedenklich zu gestatten ist.“**) —

Angesichts der angeblich steigenden Calamitäten der Berieselung konnte die Wiederaufnahme und der Ausbau der Petri'schen Erfindungen unter dem Eindruck jener Reichsgerichtsentscheidung in geschickten Händen nur eine lohnende Spekulation sein.

Ein Consortorium nahm die Verwerthung dieser Erfindungen in die Hand, fand alsbald die „bewährte Kraft“ und den Käufer für die Erfindungen resp. für die auf dieselbe zu entnehmenden Patente, und so wurde ein „Consortium zur Verwerthung der Dr. Petri'schen Erfindungen“ constituirt. Erst gegen das Ende meiner Thätigkeit für diese Sache habe ich die vorgenannte Bezeichnung, die Namen der Consortialen, die Modalitäten der Erwerbung dieser Erfindungen etc. von einem der

*) Vergl. „Kurzgefasste Darstellung der Reinigung von Städten und Fabrikanlagen durch Desinfektion mittelst des Petri'schen Verfahrens.“

**) Dieser Wortlaut der Entscheidung ist einer vom Vertreter des „Consortiums“ (s. w. u.) verfassten Beschreibung des (neueren) Petri'schen Verfahrens entnommen.

Betheiligten, der seinen Unmuth über ihm gemachte, aber unerfüllt gebliebenen Versprechungen Worte gab, erfahren.

Obgleich diese Modalitäten recht bezeichnende Belege für das Endziel der Bestrebungen geben würden, mögen dieselben für diesmal unerörtert, ebenso mögen Namen ungenannt bleiben.

Es sollte nun vorerst die Reinigung von Abwässern durch Torffiltration erprobt werden.

Wie oben erwähnt, hatte ich die Ausführung und Leitung der Anlage übernommen.

Als Versuchsfeld wurde eine in Afterpacht von dem Generalpächter der Rieselfelder der Strafanstalt Plötzensee zu erwerbende Parzelle ins Auge gefasst; durch meine Vermittelung kam ein Pachtvertrag zu Stande, der betreffs der Hergabe von Kanalwässern freilich nicht mehr erreichen konnte, als dass der Zufluss solcher Wässer nach der Versuchsanlage bei trockener Zeit nur zeitweilig, dagegen bei nasser Witterung auf mehrere Tage hintereinander gefordert werden durfte.

Die Wahl dieses Terrains war, wie sich später herausstellte, bei der Eigenartigkeit der Verhältnisse in Plötzensee keine glückliche; auf diese Verhältnisse etwas näher einzugehen, erscheint für die Beurtheilung wichtig.

Nach den mir von dem Betriebsingenieur der Anstalt am 25. März 1883 gemachten Angaben ist die Strafanstalt Plötzensee durchschnittlich mit 1500 Gefangenen belegt; zeitweise stellt sich die Zahl geringer; am 25. März 1883, dem Tage meiner letzten Nachfrage, betrug sie jedoch 1569 Köpfe.

Nur die innerhalb der Umfassungsmauer der Gefängnisse, Werkstätten etc. gelegenen Gebäude und ausser diesen die Wohngebäude der wenigen, höheren Beamten sind an die Kanalisation der Anstalt angeschlossen.

Die Wohngebäude der weitaus grösseren Mehrzahl der Beamten entbehren des Anschlusses. In diesen Häusern sind zur Aufnahme der Dejektionen Kübel aufgestellt, deren Inhalt durch Abtragen in grössere, auf den Höfen der Wohngebäude gelegene Senkgruben entleert, resp. in diesen zur Abfuhr und Phosphatdüngerfabrikation aufgespeichert wird.

Es sind sonach höchstens 150 Personen ausser den 1550 Gefangenen, im maximo also 1700 Personen zu rechnen, deren Dejektionen in die Kanalisation aufgenommen werden.

Dagegen beträgt die Wasserförderung der Anstalt 800 cbm pro 24 Stunden, welch aussergewöhnlich grosses Quantum durch die Anforderungen der in den Wirthschaftsräumen solcher Anstalten herrschenden, peinlichen Sauberkeit bedingt wird.

Es kommt also auf den Kopf pro 24 Stunden das wohl sonst allerorten unerreichte Wasserquantum von $\frac{800000}{1700} = \text{rot. } 470 \text{ Litern.}^*)$

Die Pumpen, welche zu jener Zeit die Abwässer aus den Sammelbassins nach den Rieselfeldern der Strafanstalt förderte, waren Kreiselpumpen, und nicht geeignet, die auf der Sohle der Sammelbassins sich auflagernden, dickeren Schlammmassen zu heben, weshalb die Köpfe der Saugeröhren in grösserer Höhe über die Bassin-Sohlen montirt werden mussten. Die zwischen den Saugköpfen der Pumpen und den Bassin-Sohlen sich lagernde Schicht von Sinkstoffen wurde ebenfalls durch die vorgenannte Aktiengesellschaft in vierteljährlichen Intervallen durch Abfuhr entfernt. Das dann abzufahrende Quantum betrug jedesmal ca. 30 cbm oder ca. 36000 kg, pro anno also 120 cbm = 144000 kg.***) Die Höhe dieses Quantums, dürfte sich aus den gleichen Ursachen erklären, welche den hohen Wasserkonsum bedingen.

Das nordwestlich hinter der Anstalt gelegene Rieselterrain umfasste früher nur 2,5 ha, später wurden noch 5,5 ha von einem Terrain erworben, welches südwestlich von ersterem, jenseits des Königsdammes und der Haide neben den Kirchhof der Anstalt gelegen ist.

Von diesem letzteren Terrain sind 2 ha Wiese. Die übrigen 3,5 ha neuerworbenes, sowie die 2,5 ha ursprüngliches, zusammen also 6 ha Rieselterrain sind aptirt, der Boden ist Sand, in den oberen Schichten von feinerem, in den unteren von gröberem Korn; die Grundwasser führende Kiesschicht beginnt in ca. 3,0 Meter Tiefe unter Terrain.

Der Pächter der Rieselfelder, ein Kunstgärtner, betreibt auf dem Rieselterrain umfangreiche Blumengärtnerei, Rosenkulturen, Baumschulungen, hauptsächlich aber den Bau von Gartenfrüchten und Gemüsen. Erd-, Stachel-, Johannis-, Him-Beeren werden in grossen Quantitäten gewonnen und theils in frischer Waare, theils zu Säften, Marmeladen, Gelée's verarbeitet, in den Handel gebracht. Spinat, Rüben, Spargel, Schoten, Bohnen, Kartoffeln, alle Kohlarten etc. sind die Produkte seiner Felder. Die Anlage macht in allen Theilen den Eindruck voller Salubrität, sie hat den Reiz blumengärtnerischer Anlagen und bietet überall dem Auge ein farbenreiches, lebensfrisches Bild; von üblem Geruch ist auch nicht eine Spur wahrnehmbar, ausser dann, wenn

*) Nach Angaben der Gesellschaft. Nach später mir gewordenen Mittheilungen ist die Konstruktion der Pumpanlage im letzten Sommer geändert worden, so dass jetzt der Rückstand ein sehr geringer ist.

**) Das der Berechnung der Berliner Schwemmkanalisation zu Grunde gelegte Quantum von Verbrauchswasser ist 127,5 Liter; dieses Quantum ist jedoch zur Zeit noch lange nicht erreicht, es werden nur ca. 75 Liter pro Kopf in 24 Stunden verbraucht.

der Wind die Odeurs der auf den angrenzenden Feldern liegenden Dünghaufen, oder die der Düngfabriken in der Müllerstrasse über das Terrain führt.

Dafür, dass der Pächter seinen Fleiss auch in finanzieller Hinsicht gelohnt sieht, spricht der Umstand, dass er bei Ablauf des alten Pachtvertrages vor einigen Jahren eine recht wesentliche Erhöhung der Pachtsumme bewilligte.

Nach seiner Angabe genügen ihm die 800 cbm Sielwasser in den Sommermonaten nur für 2,5 ha; in den Wintermonaten für 6 ha; welche letzteren durch Aufstauen des Wassers resp. Ueberwässern gedüngt werden.

Es erhält sonach jeder Hektar

$$\text{im Sommer } \frac{800}{2,5} = 320 \text{ cbm Jauche}$$

$$\text{im Winter } \frac{800}{6,0} = 133 \text{ cbm Jauche}$$

und es genügt ein Hektar

$$\text{im Sommer für } \frac{1700}{2,5} = 680 \text{ Köpfe}$$

$$\text{im Winter für } \frac{1700}{6} = 283 \text{ Köpfe}$$

Auf dem Terrain neben dem Kirchhof nun liegt die in Afterpacht erworbene Parzelle. In Anbetracht des geringen Gehaltes des Wassers an exkrementellen Stoffen einerseits, und der Unsicherheit für die Hergebe des Wassers seitens des Pächters der Rieselfelder andererseits war ich wohl berechtigt, die somit geschaffenen Verhältnisse als nicht günstige im Sinne der Versuche zu bezeichnen. Das Berliner Kanalwasser ist 6mal concentrirter, resp. es enthält auf 470 ca. Liter Verbrauchswasser, wie sie in Plötzensee auf eine Person kommen, die Dejektionen von rot. 6 Personen; es war also von vornherein ausgeschlossen, aus Resultaten vom Betrieb einer Plötzensee'er Versuchs-Anlage Nutzanwendung zu ziehen für die Beurtheilung der Berliner oder entsprechender Verhältnisse.

Zum Anderen war es gar nicht möglich, mangels der kontinuierlichen Lieferung eines bestimmten resp. zu messenden Quantum von Sielwasser einen konstanten Betrieb einzuleiten, also Unterlagen für maassgebende Resultanten zu gewinnen. —

Als Basis meiner Dispositionen für die konstruktive Gestaltung wurden mir die Intentionen meines Auftraggebers präzisirt, wie folgt:

„Die Abwässer einer Stadt sind zu reinigen vor ihrem Austritt aus dem Kanal, also vor dem Eintritt in die Sammelbassins der Pumpstation bei Schwemmkanalisation, oder vor dem Austritt aus einem Col-

lekteur in den öffentlichen Wasserlauf. Die Wässer werden desinfiziert, indem man sie zwingt, eine Filtermasse zu durchströmen vor ihrer Ausmündung. Zu diesem Zweck ist neben dem grossen Sammelkanal seitlich mit gleicher Längsaxe und mit gleicher Sohlenhöhe ein nach Erfordern langer und breiter Raum zu schaffen zur Aufnahme des Filtermaterials; die Trennungsmauer zwischen Stammsiel und Filterkammer ist durchbrochen; die anfliessenden Sielwässer werden durch eine am unteren (gefällabwärts gelegenen) Ende des Filters im Stammsiel angebrachte Schutzvorrichtung angestaut, und somit gezwungen, durch die seitlichen Oeffnungen in das Filter einzutreten, die Filtermasse zu durchströmen, um dann gereinigt hinter der Stauvorrichtung wieder in das Stammsiel und aus diesem in das Sammelbassin resp. in den öffentlichen Wasserlauf einzumünden. **So werden eventuell die Pumpstationen überflüssig“.**

Gegen eine derartige Disposition führte ich die Unmöglichkeit an, die bei heftigen Gewitterregen andrängenden Abwässer zu wältigen, ferner die Unzuträglichkeiten, welche aus dem Aufstauen der Wässer auch unter normalen Verhältnissen bei dem meist geringen Gefälle der Stammsiele, und bei der bedeutende Tiefe, in welcher dieselben liegen, namentlich zur Zeit von Hochfluthen durch den Rückstau der Flusswässer viele hunderte von Metern sielaufwärts entstehen.

Der Einwurf wurde abgewiesen mit dem Hinweis auf die enorme Durchlass- und Absorptionsfähigkeit des Filtermaterials, dessen Vorzüge zu bestimmen nächste Aufgabe für die Zwecke der Patenterwerbung sei; für die Art der Montirung der Apparate bliebe jede Möglichkeit offen, zunächst sei die erste Idee einzuhalten.

Ich habe diesen Anführungen Raum gegeben, um zu begründen durch welche Verhältnisse gerade die nunmehr von mir gewählte Construction des im Nachfolgenden beschriebenen, der Billigkeit wegen in Holz ausgeführten Filterapparates bedingt worden ist.

Der Filterapparat (Fig. I, II u. III) bestand aus:

1. einem Einlaufgerinne für die Canaljauche;
2. einem daneben liegenden Filterraum;
3. einem Abflussgerinne.

Ein Kasten von 7,00 Meter Länge, 2,60 Meter Breite und 0,30 Meter Tiefe für die 1. und 2., dagegen mit 0,40 Meter Tiefe für die 3., enthielt diese 3 Abtheilungen, welche durch, den Längsseiten des Kastens parallele, Zwischenwände hergestellt waren.

Das Einlaufgerinne, 0,30 Meter der Breite des Kastens beanspruchend, stellte das Stammsiel dar; es war durch eine durchbrochene Wand, wie oben bereits angegeben, von dem daneben liegenden Filterraum von 0,96 Meter Breite getrennt, welchen auf der gegenüberliegenden Seite

eine ebenfalls durchbrochene Wandung von dem 0,24 Meter breiten Abflussgerinne trennte.

Der Filterraum hatte in voller Breite und Höhe mithin 7. 0,96. 0,3 = 2,02 cbm Filtermedium aufzunehmen.

Die Zwischenwand zwischen Filterraum und Abflussgerinne hatte ich aus Birkenreisern hergestellt, die durch Drahtgitter, an Stielen befestigt, zusammengehalten wurden; um den hiermit angestrebten Zweck der Hinderung des Mitreissens von Theilchen der Filtermasse noch vollständiger zu erreichen, armirte ich diese Wand mit feinen Messinggeweben, die für die Ermöglichung leichterer Reinigung an herausziehbare Schieber (Diaphragmen) befestigt waren.

Es sei hier bemerkt, dass eine Aenderung der Breite und Tiefe des Filterraumes ausgenommen, auf die ich seiner Zeit zurückkomme, die Filterapparate stets diese Construction behalten haben, später auch, nur mit Fortfall der durchbrochenen Wand zwischen Zuflussgerinne und Filterraum, genau ebenso in Mauerwerk ausgeführt worden sind — wie denn auch Herr Knauff diese Disposition in seinen Projekten beibehalten hat.

Die Montirung des Filterapparates erfolgte derart, dass das Zuflussgerinne in das, mitten in der Längsrichtung fließende Rieselrinnal des erpachteten Terrains eingelegt, und das Abflussgerinne nach einer tiefer gelegenen Stelle mittels offener Rinnsale, zum Theil mittels Thonröhren, entwässert wurde. Vergl. Fig. IV.

1. Versuch.

Für den nunmehr zu eröffnenden Betrieb wurde das Filtermedium eingebracht, es bestand dies aus erdigem*) Torfgrus; die oberen Schichten wurden durch Besprengung mit Caliumbisulfat und Carbonsäure imprägnirt.

Das Wasser brauchte ca. 10 Minuten, bevor es bei 0,30 Meter Stauhöhe das 0,96 Meter breite Filtermaterial durchströmte; während mehrerer Stunden sah es chocoladenbraun gefärbt aus durch die mitgerissenen Staubtheilchen des Torfes, am 2. Tage wurde es klar, die Gerinnesohlen aber waren ganz mit Torfstaub bedeckt; das Wasser roch penetrant nach Carbol und dieser Geruch schwand nur so allmähig, dass die Möglichkeit ausgeschlossen schien, solches Wasser öffentlichen Wasserläufen zuzuführen.

2. Versuch.

Nach Austragung des imprägnirten wurde ganz gewöhnliches Torfgrus eingebracht, wie denn überhaupt von jetzt ab immer nur noch

*) Der Torfgrus musste schwerer als Wasser sein; nach meinem Rücktritt von der Leitung der Versuche wurde Giffhorer Torfstreu in Waggonladung bezogen; diese war als Filtermaterial unverwerthbar, da sie auf dem Wasser schwamm.

solches zur Verwendung gelangte. Dass Wasser roch allerdings nun nicht mehr nach Carbonsäure, das Resultat war jedoch im Uebrigen das Gleiche, erst schwemmte das Wasser einen halben Tag lang Torfstaub mit sich, dann klärte es sich allmähig, schliesslich erschien es, im Graben fliessend, klar, im Glase jedoch opalisirend. Verwahrte man es in verkorkten Flaschen mit einigem Luftraum zwischen Kork und Wasserinhalt, so bildeten sich bald Häutchen und häutige Bläschen, zwischen Wasserinhalt und Kork entstand eine bläuliche Gasschicht, die beim Entweichen nach Oeffnung des Pfropfens sich dem Geruch als Schwefelwasserstoff vorstellte.

Das Wasser war also noch mit organischen Substanzen geschwängert, seine Qualität zweifellos verdächtig. Die quantitative Leistung der Anlage zeigte sich ebenso ungenügend wie die qualitative, es passirten nur 200 cbm Wasser in 24 Stunden die Anlage.

Nichtsdestoweniger wurde daraufhin von den Interessenten ein Patentgesuch eingereicht, nach längerem Sträuben ertheilte das Kaiserliche Patentamt endlich auch ein Patent sub No. 19098, über dessen Werth zur Sache zu sprechen ich für den Schluss dieses mir vorbehalte.

3. Versuch.

Zur Besserung der qualitativen Leistung der Anlage, wenn auch auf Kosten der quantitativen, wurde der Filterraum des Kastens auf 2,50 Meter, statt vorher 0,960 Meter verbreitert, ferner wurde die durchbrochene Wand zwischen Zuflussgerinne und Filterraum entfernt und auf meine Veranlassung die Filtermasse derart geschichtet, dass dieselbe nach dem Zuflussgerinne hin eine Böschung von 1:6 hatte, dem Eintritt der Sielwässer also eine weit grössere Fläche bot. Es hatte sich nämlich die Durchlassfähigkeit der Masse vorher von Stunde zu Stunde verringert infolge der Verschlammung der Eintrittsfläche, so dass auch höher aufgestauten, ja unter hohem Druck stehendem Wasser der Eintritt gewehrt wurde. Aber auch diese Aenderung genügte nicht voll; zur Lockerung der ersten Antrittsfläche musste ein Arbeiter mit Schaufel und Harke in kurzen Zeitintervallen thätig sein.

Die ursprüngliche Idee der Unternehmer eines bypassähnlichen Einbaues der Filteranlage tief in die Erde, war bereits hiermit beseitigt, da man doch Arbeiter nicht der steten Gefahr der Vergiftung durch Kanalgase oder gar der des Ertrinkens aussetzen kann.

Fig. V zeigt die veränderte Anlage.

Der Apparat wurde wieder mit rohem Torf beschickt, die Anlage in Betrieb genommen, und — das Resultat zeigte die Leistung auf 110 cbm pro 24 Stunden heruntergegangen, die Qualität des Wassers jedoch wenig gebessert.

4. Versuch.

„Ein Tropfen Säure auf 10000 Theile Wasser und alle die Biester: Mikroorganismen, Saprolegnien etc. recken die Glieder!“ so lautete die neu ausgegebene Parole.

Es fanden über dem Abflussgerinne in einiger Entfernung ein Ballon mit Säure und einer mit Chloriden, beide mit Eintropfvorrichtung versehen, Aufstellung; im unteren Gefälle des Abflussgerinnes wurde letzteres zu einem Bassin erweitert, dessen Sohle mit Kalkstücken bedeckt war, damit die angesäuerten Wässer hier wieder entsäuert werden. (Fig. VI.) Resultat: Das Wasser blieb unrein.

5. Versuch.

Nach Einholung des Rathes von Chemikern wurde beschlossen, durch Eintropfung von Kalkmilch in die das Abflussgerinne verlassenden Wässer und Aufspeicherung dieser die organischen Substanzen zu fällen, dann nochmals zu filtriren, eventuell wieder Säure etc. einzutropfen, etc. etc. Also Filtration, Präcipitation, etc. etc. Um Kosten zu ersparen, zugleich um den Nachweis anzutreten, dass feste Wandungen für die einzelnen Theile der Anlage entbehrlich seien, grosse Anlagen sonach in der Herstellung billig zu stehen kommen, sollte die zu verändernde Anlage nunmehr unter Abböschung der Umgrenzungen aus dem Boden ausgehoben werden.

Die Anlage sollte bestehen: (Vergl. Fig. VII.)

1. aus dem alten hölzernen Vorfilter;
2. einem in Schlangenwindungen geführten Abflussgerinne, über welchem die Tropfgefässe für Kalkmilch aufgestellt sind; darauf folgend aus
3. einem Ruhebassin für die Abwässer, dann
4. einem Nachreiniger;
5. wieder Abflussgerinne mit Säuretropfapparate, etc.

Ueber den verschiedenen Phasen des im Juli 1881 begonnenen Unternehmens war der Winter herangekommen. An einigen wärmeren Tagen des Monats Januar 1882 wurden von den auf den Rieselfeldern beschäftigten Gefangenen, die infolge längerer Uebung sehr geschickt in der Herstellung sauberer Erd-Arbeiten sind, die Bassins, Gerinne, Serpentin mit schönplanirten schnurgeraden, glatten Wandungen, Böschungen und Flächen hergestellt, so dass die Anlage nun schon ganz „repräsentabel“ aussah.

Da kam Kälte; dieser folgte Thauwetter — und alle die schönen Böschungen etc. fielen zusammen.

In Betrieb kam diese Anlage überhaupt nicht.

6. Versuch.

Wieder vergingen einige Monate; ich glaubte, die Sache sei aufgegeben. Endlich Ende März wurde mir mitgeteilt, dass die Unternehmer einen letzten Versuch wagen wollten; es gelang mir die Vortheile einer massiven Anlage, namentlich im Hinweis auf die bereits zahlreichen Undichtheiten des alten Holzkastens, überzeugend zu betonen. Man ertheilte mir den Auftrag zur Erbauung einer massiven Anlage.

Diese Anlage wurde aus Klinken in Cementmörtel mit durchweg 1 Stein Wandstärke und einer flachen Schicht als Sohle der einzelnen Theile hergestellt. Die durchbrochenen Wände stellte ich $\frac{1}{2}$ Stein stark aus Lochsteinen her.

Die Zeichnungen Fig. VIII bis IX stellen diese Anlage dar.

Sie besteht:

1. aus dem Vorfilter, 7,0 m lang, 4,3 m incl. Abflussrinne breit und 0,51 m resp. im Abflussgerinne 0,58 m tief. Die durchbrochene Wand ist ebenso wie beim alten Holzfilter mit Diaphragmen armirt;
2. aus den Kalkmilch-Eintropf- und den Mischapparaten für Abwässer und Kalkmilch, nämlich der Cisterne mit Hahn zur Bereitung und Eintropfung der Kalkmilch und den Serpentinaen, in denen die eingetropfte Kalkmilch sich mit den Abwässern mischt; einen Raum von 4,0. 1,75 m Fläche beanspruchend;
3. aus dem Ruhebassin, 12,0 m lang, 7,0 m breit, in welchem sich Kalk etc. zu Boden senken, während die Abwässer über eine Staubrücke hinweg übertreten in den
4. Nachfilter, 7,0 m lang und 4,0 m breit, gleich dem Vorfilter construiert. Aus dem Abflussgerinne des Nachfilters gelangen die Abwässer in das
5. Abflussrohr, in welches noch
6. ein Kiesfilter, 2,0 m lang und 0,5 m breit, eingeschaltet ist.

Alle angegebenen Maasse sind Lichtmaasse. Die Anlage bedeckt im Mauerwerk eine Fläche ca. 170 □m

An Lagerplatz für frische und erschöpfte Torfmasse, an Zufahrts-Umgangs- etc. Wegen, an Gerätheschuppen sind erforderlich mindestens. 280 □m

Es sind erforderlich in Summa 450 □m Fläche.

Die Filtermasse im Vor- wie im Nachfilter ist Torfgrus „unge-schminkt“, in minimo 2,5 m breit und ca. 0,4 m hoch geschichtet, mit Böschung nach der Seite des Zuflussgerinnes hin = 1:4.

Jeder Filter enthält also 7,0. 2,5. 0,4 = 7 cbm Torf.

Diese Zahl stellt nur eine Minimalzahl dar. Die Breite einer frisch eingebrachten Torfschicht beträgt 3,0 m. Sie verringert sich jedoch in

dem Maasse, als bei dem Abharken der angesetzten Schlammschichten Torfschichten mit entfernt werden. Unter die Breite von 2,5 darf nicht heruntergegangen werden.

Für die gewünschte Ueberdeckung des Vorfilters zur Aufbringung einer ca. 10 cm dicken Schicht leichten, mit Kaliumbisulfat und Kohlensäure getränkten Torfstreu wählte ich die in allen Gasanstalten für die Reinigung eingeführten, altbewährten Hürden aus Holzstäben von je 1,0 m Länge, 50 mm Breite und 15 mm Stärke in Abständen von 13 mm mit einander verschraubt, welche auf durch Mauerklötzchen unterstützte T-Eisen gelagert sind.

Die Unternehmer legen auf diese ebenso einfache, wie längst bekannte Abdeckung besonderes Gewicht, — weshalb? — das möge am Schluss mit dem Patentanspruch erörtert werden.

Während der Zeit des Neubaus der Anlage war der alte Contract mit dem Pächter der Plötzensee'er Rieselfelder abgelaufen; es wurde ein neues Abkommen getroffen, nach welchem Letzterer sich verpflichtete zur Hergabe von 200 cbm (nicht 400 cbm, wie Herrn Knauff, ich weiss nicht von wem, mitgetheilt worden war*) Kanaljauche pro 24 Stunden, ausser an solchen Tagen, an denen ihm selbige unentbehrlich war.

So wären denn alle Vorbedingungen zur Einleitung eines geregelten Betriebes, wenn auch keines kontinuierlichen, vorhanden gewesen; es hätten sich auch, wenigstens annähernd sichere Daten ermitteln lassen für die Beurtheilung

1. der Leistungsfähigkeit der Anlage pro 24 Stunden;
2. des Absorptionsvermögens des Torfes bis zur Erschöpfung desselben;
3. des in dem erschöpften Torf aufgesammelten Gehaltes an Stickstoff, sowie an Phosphorsäuren- und Kali-Salzen unter Bezugnahme auf das Eigengewicht des Torfes;
4. der Herstellungskosten und
5. der Betriebs- etc. Kosten solcher Anlagen, bezogen auf je 1000 Einwohner.

Gerson**) wünscht mit Recht die Beantwortung dieser Fragen. Darüber, dass bis heut noch Nichts, was einer Antwort ähnlich sehe, darauf erfolgt ist, kann Niemandem ausser den Unternehmern selbst ein Vorwurf gemacht werden, da die Unternehmer keinerlei Anträge resp. Aufträge auf Ermittlung derartiger Werthe gestellt resp. ertheilt hatten.

*) Knauff reservirt sich in seinem Vortrag selbst, indem er sagt: „Sofern die mir gemachten Angaben auf keinem Irrthum beruhen.“

**) Gerson, „Beiträge zur Spüljauchen-Rieselkunde“, fol. 8.

Nur ein Chemiker, dem ich gern jede Hilfeleistung aus eigenem Antriebe geleistet haben würde, konnte diese Fragen beantworten; mir, dem Techniker, blieb nichts Anderes übrig, als quantitative Messungen des die Anlage passirenden Wassers zu machen, ferner die Torfmassen des Vorfilters sorgfältig zu beobachten und aus deren zunehmender Verschleimung und Undurchlässigkeit, in Combination mit der wahrenzunehmenden Trübung der abfließenden Wassermassen, den Termin der Erschöpfung des Torfes abzuschätzen.

Die Qualität des „gereinigten“ Wassers blieb nach wie vor ungenügend, dasselbe erschien opalisirend und zersetzte sich beim Aufbewahren, wie bei Versuch 1 geschildert.

Der Betrieb war aus den mannigfachsten Gründen ein höchst unregelmäßiger: des Nachts wurde nur wenige Male filtrirt, da die nächtliche Bewachung fehlte, welche nöthig gewesen wäre, um durch rechtzeitiges Oeffnen und Schliessen der Schleusen das sehr unregelmäßig zuströmende Wasser zu reguliren und Ueberschwemmungen zu verhüten; oft fehlte das Wasser oder etwas Anderes, bald musste die Anlage in Vorbereitung einer Parade neu gereinigt und somit der Betrieb unterbrochen werden, bald war Dies, bald Jenes, kurz, niemals hat die Anlage auch nur acht Tage hinter einander gearbeitet.

Zu mehreren Malen stellte ich auf Wunsch der Unternehmer Versuche zur Reinigung von Berliner Kanaljauche an, und es wurden dann Proben zu Analysen geschöpft. Die Jauche bezog ich aus der Pumpstation des 3. Radialsystems, und zwar wurde dieselbe aus der dortigen Sammelgrube pneumatisch in Tinetten von je 2 cbm Inhalt übergehoben, angefahren und in eines der Rieselgerinne an einer ca. 100 Meter von der Filteranlage entfernten Stelle eingelassen, da die sandigen Wege eine nähere Anfuhr nicht gestatteten. Das Versuchsquantum dieser Jauche betrug ca. 20 cbm.

Auf Wunsch der Unternehmer wurden die analytisch zu untersuchenden Jaucheproben genommen sofort bei Oeffnung des Hahnes einer Tinette, in welchem Augenblick zuerst der während der Anfahrt und des Stillstandes des Fahrzeuges auf der Sohle verdichtete Schlamm zum Austritt gelangt. Dies erklärt den bereits bei Knauff erwähnten und dort allein mit der tiefen Einlegung des schöpfenden Saugers begründeten ausserordentlich hohen Rückstand. Meiner Ansicht nach wirkten beide Faktoren zusammen. Kurze Zeit nach der Oeffnung des Hahnes einer Tinette fließt die Kanaljauche, zuvor schwarz wie Tinte, nahezu wasserklar, und erst der letzte, ausfließende Rest erscheint wieder schwarz.

Das zu analysirende, gereinigte Wasser wurde geschöpft, ohne dass

gleichzeitig die Leistung der Anlage auf Quantität bestimmt worden wäre, also ohne Angabe des die Anlage passirenden Quantums Spüljauche, auch ohne Vorvermerkung der Schöpfstelle.

Analysen aus so gewonnenen Wasserproben sind nicht nur nicht verwendbar für die Beurtheilung der Qualität der rohen Berliner Kanaljauche, wie der gereinigten, sondern sie verwirren das Urtheil überhaupt.

Knauff führt eine Analyse der rohen Kanaljauche und zwei Analysen der gereinigten Abwässer an, die in der Reproduktion des Vortrags im Gesundheits-Ingenieur enthalten sind; dieselben mögen hier folgen:

**Analysen des nach dem Verfahren des Dr. Friedrich Petri
gereinigten Kanalwassers.**

100000 Theile ergaben	Rohes Kanalwasser aus der Pumpstation III.	Gereinigtes Kanalwasser geschöpft	
		von Dr. Petri	von Dr. Bischoff
Rückstand	1247,4	61,56	37,67
Geglühter Rückstand	336,2	45,86	31,67
Glühverlust	911,2	15,70	6,00
Unlösliche Materie	167,2	4,00	1,80
Löslicher Theil des geglühten Rückstandes	169,0	—	—
Rückstand derselben Jauche nach dem Filtriren	92,68	—	—
Chlorgehalt der filtrirten Jauche	8,875	—	—
Kalk	—	13,35	8,313
Magnesia	—	2,18	1,760
Ammoniak	—	2,50	2,60
Eisenoxyd und Phosphorsäure	—	1,367	2,45
Schwefelsäure	—	2,54	3,10
Salpetersäure	—	fehlt	fehlt
Salpetrige Säure	—	fehlt	fehlt
Chlor	—	12,07	7,10

In einer später bei W. Bänsch, hier, gedruckten Brochüre, die nicht in den Handel und mir daher nur zufällig zu Gesicht gekommen ist, die also nur privatim vergeben wurde, wird erklärt, dass obige Analysen, „weil aus Stadien der unvollkommenen Beschaffenheit der Anlage herrührend, ein dem damaligen Zustand der Anlage im Wesentlichen entsprechendes, gleichfalls günstiges Resultat des Reinigungsprozesses ergeben haben.“

In dieser Brochüre finden sich folgende Analysen:

In 100000 Theilen Jauche	Jauche aus Pumpstation III, geschöpft am 28. Aug. 1882 nach Entfernung der suspendirten Stoffe = 4 Gr. pro Liter.	Analyse der gereinigten Spül-Jauche	Drainwasser aus dem Lilow-Graben in Osdorf, geschöpft am 3. Juni 1882.
1. Gesamt-Rückstand	49,166	36,416	71,83
2. Glühbeständiger Rückstand nach Befeuchtung mit Ammoniakkarbonat u. Ersatz der Kohlensäure	36,00	33,06	—
3. Glühverlust	13,166	3,356	—
4. Kalk	9,128	8,036	17,80
5. Magnesia	1,476	Spuren	1,783
6. Eisenoxyd	Spur	Spuren	0,45
7. Natron	7,33	6,3	—
8. Kali	1,41	1,4	—
9. Ammoniak	4,5	1,5	0,28
10. Chlor	8,272	7,23	11,66
11. Schwefelsäure	1,936	1,968	7,037
12. Salpetersäure	fehlt	fehlt	Spuren
13. Schwefelige Säure	fehlt	fehlt	0,563
14. Phosphorsäure	0,96	0,75	Spuren
15. Gesamt-Stickstoff	5,88	1,58	—
16. Zur Oxydation der organischen Stoffe verbrauchte Theile Kaliumpermanganat	21,30	3,476	3,607
17. Zu demselben Zweck verbrauchte Theile Sauerstoff	5,40	0,88	0,91
18. Kieselsäure	1,50	1,65	0,15
19. Gesamt- } Härte (Deutsche	11,25	8,1	—
20. Bleibende } Grade)	2,52	2,5	—
21. Temporäre }	8,73	5,6	—

Auf Grund dieser Analysen wird das Wasser des Lilowgrabens wesentlich unreiner genannt, als das Abwasser der Plötzenzee'er Filteranlage, doch wird anerkannt, dass harte, kalk- und gypshaltige Grundwässer oder Zuflüsse, ferner reichlichere Chlornatriumquellen als Spüljauche, auf die Qualität des Lilowgrabenwassers zu influiren scheinen.

Der Stickstoffgehalt des Lilowgrabenwassers ist geringer, als der des gereinigten Wassers von Plötzensee.

Die bei den ersten der vorstehenden Analysen erwähnte frühere unvollkommene Beschaffenheit der Filteranlagen betreffend, bemerke ich

noch Folgendes: Bis zu meinem Rücktritt wurden bei den mit den massiven Anlagen gemachten Experimenten weder Säuren, noch Chloride, noch gar schwefelsaure Thonerde verwendet.

Nach einer neueren Brochüre, welche ich in der Hygiene-Ausstellung einsah, werden alle diese Tropfmittel, namentlich auch schwefelsaure Thonerde, jetzt angewendet.

Vielleicht wäre die in den späteren Analysen nachgewiesene grössere Reinheit der Abwässer hierdurch erklärt. Wie aber werden auch die letzten Spuren der schwefelsauren Thonerde, bekanntlich das schlimmste Gift für Fische, aus den Wässern zuverlässig ausgeschieden, ohne mindestens die Flüssigkeit mit einem beträchtlichen Ueberschusse des Fällungsmittels zu beladen?

Doch, wie gesagt, Mangels einer gleichzeitigen Messung der Leistungsfähigkeit der Anlage haben die Analysen nur einen einseitigen Werth. Und, wie ferner gesagt, es geschah Nichts zur Gewinnung von Rechnungs-Unterlagen.

So nahm ich denn, so gut mir möglich, selbst die mir wissenswerthen Messungen und Beobachtungen vor; namentlich suchte ich zu bestimmen:

1. die Durchlassfähigkeit des Torfes aus der quantitativen Leistung der Anlage pro 24 Stunden, und
2. die Absorptionsfähigkeit des Torfes.

Die Messungen ad 1 waren leicht und sicher auszuführen. Wiederholte Messungen ergaben folgende Resultate:

Es passirten folgende Wassermengen die Filteranlage, bei einer mittleren Breite der zu durchströmenden, frisch eingefüllten Torf-Schüttung = 3,0 m				Aussehen des Wassers
und bei einer Stauhöhe des Wassers im Zuflussgerinne	pro Minute cbm	pro Stunde cbm	pro 24 Stunden cbm	
von 30 cm	0,04	2,40	57,6	ziemlich klar.
„ 33 „	0,07	4,20	100,8	opalisirend.
„ 36 „	0,10	6,00	144,0	desgleichen und flockig.
„ 38 „	0,15	9,00	216,0	gleich dem ungereinigten Wasser.

Hieraus erhellt, dass die Anlage, soll anders das Wasser auch nur dem Auge genügen, nicht stärker als mit einer Stauhöhe zwischen 30 und 33 cm, also mit nur 75 cbm Leistung pro 24 Stunden in Anspruch genommen werden darf, trotzdem das Plötzensee'er Wasser einen minimalen Gehalt an exkrementellen resp. verunreinigenden Stoffen

hat. Bei weniger verdünnter Jauche würde die Leistung der Anlage selbstredend noch wesentlich geringer sein.

Schwieriger war die Bestimmung des Erschöpfungstermines des Torfes, und zwar zunächst im Vorfilter, da naturgemäss die Masse des Nachfilters eine längere Absorptionsfähigkeit behalten wird. Dieser Termin musste nach fortlaufend genauer Beobachtung aus dem Herabmindern der Durchlassfähigkeit der Masse bei gleichzeitiger Verschlechterung der in das Abflussgerinne austretenden Wässer bestimmt werden, allerdings, Mangels analytischer Messungen, nach dem Augenschein. Da jedoch der augenscheinlichen Verunreinigung der Abwässer die durch die Analyse bestimmbare Verunreinigung voraufgehen wird, so kann der Fehler in der Bestimmung des Termines der Erschöpfung der Torfmasse nur zu Gunsten der Absorptionsfähigkeit derselben in die Wagschale fallen, und dies unterstützt mein Bestreben, die nachfolgenden Rechnungen auf für die Sache möglichst günstige Faktoren zu basiren.

Bei der Verwendung von Plötzensee-Rieselwässern war eine auch nur annähernde Bestimmung des Endtermins der Reinigungsfähigkeit des Torfes wegen der grossen Verdünnung der Wässer, welcher sich als erschwerendes Moment die häufigen Betriebsunterbrechungen zugesellten, nicht zu ermöglichen. Bald lag der beim Eintragen krumige Torf, von den durchströmenden Wässern erweicht, als eine homogene, teigartige Masse da, welche der Jauche den Durchtritt wehrte, ohne deshalb erschöpft zu sein. Beim Austragen solcher Masse zeigte dieselbe sich wenig verschlammt, und nach Trocknung an der Luft war sie wieder verwendbar.

Dagegen gestattete der Befund der Masse nach Beendigung eines Versuches mit Berliner Leitungswasser eine solche Bestimmung mit einiger Sicherheit.

Wie oben erwähnt, betrug das für die Versuche benutzte Quantum Rieselwasser aus Pumpstation III laut Gefässinhalt 20 cbm; da jedoch diese Gefässe nicht sämmtlich voll waren, und da auch nicht alles angefahrne Wasser durch die Filteranlage ging, so seien nur 18 cbm gerechnet. Vor jedem Versuch war das Vorfilter mit neuer Torfmasse; wie oben erwähnt 7 cbm gefüllt, und eine zeitlang mit Plötzensee'er Rieseljauche betrieben worden, um zunächst den Torfstaub auszuschwemmen.

Nachdem dann der Versuch selbst beendet und die Wassermasse zum Abfluss gelangt war, wurde der vorher neu eingebrachte Torf von mir untersucht und dieser zeigte sich dann auf 0,4—0,5 m von der Eintrittsfläche der Jauche her vollständig verschlammt. In der That vermochte nur fortwährendes Umstechen der vorderen Torfmassen während der letzten Stadien jedes Versuchs zu ermöglichen, dass das Filter noch

durchliess.*) Die zu durchströmende Breite der Torfmasse betrug 3,0 m; würde die Torfmasse bis zur halben Breite hin derart verschlammt sein, so wäre der Abfluss unreinen Wassers unvermeidlich, wie Versuch 1 gelehrt hatte, die Masse wäre in der ersten Hälfte mehr als erschöpft, in der zweiten zwar noch nicht ganz, in medio aber ausgenützt, und dies träte ein, wenn $18 \cdot 3,0 = 56$ cbm Jauche, im Mittel also 50 cbm Jauche filtrirt worden sind. Ich will indessen, um jedem Anscheine geflissentlich absprechender Beurtheilung der Sache zu begegnen, in nachstehenden Rechnungen annehmen, dass die jedesmalige Füllung des Vorfilters = 7 cbm für 100 cbm Jauche ausreiche, welchem Quantum gegenüber aber andererseits das der Berliner Kanalisation zu Grunde gelegte Verbrauchswasser = 127,5 Liter pro Kopf und 24 Stunden in Rechnung steht. Ich thue dies namentlich, um dem immerhin denkbaren Einwurfe vorzubeugen, dass die verwendete Kanaljauche exceptionell unreine gewesen sei, obgleich diesem Einwurf bei Gelegenheit der Analyse begegnet wurde.

Bereits bei Versuch 3 erwähnte ich, dass die ursprüngliche Idee des Einbaues solcher Filteranlagen neben die Kanäle an deren Ausmündung unhaltbar geworden war. Nach heutiger Gestaltung und heutigem Betrieb der Filteranlage wäre eine solche Anordnung aber auch technisch absolut unausführbar. Somit ist die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die Abwässer mit natürlichem Gefälle dem Filter zuströmen, die Wasser müssen gehoben werden.

Die Pumpstationen sind also nicht überflüssig, sondern unentbehrlich.

Damit fällt ein schwerwiegender, der neuen Erfindung beigemessener Vorzug; das „Petri'sche System“ kann nicht, wie anfangs beabsichtigt, innerhalb oder nahe der Peripherie einer zu entwässernden Stadt ausgeführt werden, es müsste vielmehr, da auch ein oberirdischer Betrieb solcher Filteranlagen in der Nähe bebauter Terrains aus sanitären Gründen nicht gestattet werden könnte, weit abliegende Punkte aufsuchen, und die einzige noch zu erledigende Frage bleibt die, ob das „Petri'sche System“ einen Ersatz bilden kann für Berieselungsanlagen. — Die Antwort ergibt sich unschwer aus wenigen Zeilen. —

Es fragt sich:

Wie hoch würden sich die Betriebskosten für die Filtration der

*) Wenn man erwägt, dass die Rieselfelder ein Filter mit ausserordentlich grosser Oberfläche darstellen, dass aber selbst auf diesem Riesefilter die aus den Sink- und Schwimmstoffen der Spüljauche gebildete Schlickschicht leicht zu Verstopfungen führt, so muss eigentlich von vornherein die Hoffnungslosigkeit, durch irgend ein System künstlicher Filtration Kanalwässer reinigen zu können, in die Augen springen.

Abwässer für eine Stadt wie Berlin mit $1\frac{1}{4}$ Millionen Einwohnern belaufen?

Eine Einwohnerschaft von $1\frac{1}{4}$ Million Menschen liefert bei 127,5 Lit. Verbrauchswasser pro Kopf

Abwässer pro 24 Stunden 159375 cbm

die Filtration dieses Quantums würde

allein im Vorfilter beanspruchen

$\frac{159375 \cdot 7}{100}$ = 11156 cbm

in minimo pro Tag oder rot. 11000 cbm Torf.

Die Betriebskosten betragen dann pro 24 Stunden:

1. An Torf 11000 cbm à 3,0 Mark (falls der Torf per Kahn angefahren werden kann)	M. 33000,—
2. An Kalk ungefähr	„ 1000,—
3. Für Bewegung des Torfes nach, auf und von den Plätzen, für Beschickung und Austragung 11000 cbm à 0,5 M.	= „ 5500,—
4. An Geräthen und an sonstiger Wartung der Anlagen etc.	„ 1000,—
5. An Verzinsung und Amortisation eines Anlagekapitals von 10 Millionen Mark à 5 ⁰ / ₀	„ 137,—
6. An Unterhaltung resp. Erneuerung der Baulichkeit 1 ⁰ / ₀ rot.	„ 23,—
	Sa. M. 40660,—

oder pro Tag rund 40 000 Mark.

mithin pro Tag und Kopf 3,25 Pf.	} nur für die Reinigung excl. Leitung, Hebung etc. der Abwässer.
„ „ Jahr „ „ 11,68 M.	
„ „ „ „ Haus 700 M. rot.	

unter der Annahme einer Häuserzahl = 20000 für $1\frac{1}{4}$ Millionen Köpfe, oder ca. 60 Köpfe pro Haus.

Dem gegenüber wäre die weitere Frage zu beantworten: „Welche Einnahmen erzieht der Betrieb?“

Einnahmen würden nur zu erwarten sein aus dem Verkauf des erschöpften Torfes; der rückständige Kalk ist eher eine Last, als eine Einnahmequelle.

Der rückständige Torf soll als Düngemittel zu verwerthen sein, da er ja die Düngstoffe von einer und einer halben Million Menschen enthält. Wie gross ist das Quantum dieser Düngstoffe, welchen Werth repräsentirt es, und wie vertheilt es sich auf die Masse des Torfes?

Nach Wolf & Lehmann*) produziren je 1000 Personen verschiedenen Alters pro Jahr im Durchschnitt

an festen Fäzes	33166 kg, enth.	489 kg Stickstoff u.	687 kg phosphorsaure Salze
an Urin	428290 kg, „	3482 kg „ „	1725 kg „ „
<hr/>			
Summa	461456 kg, enth.	3971 kg Stickstoff u.	2412 kg phosphorsaure Salze

Setzt man den Werth**) von 1 kg Stickstoff = 1,80 M., 1 kg phosphorsauren Salzen = 0,30 M., so berechnet sich der Werth des produzierten Stickstoffes und der phosphorsauren Salze

pro 1000 Einwohner und pro Jahr = 7871,40 M.***)

„ 1¹/₄ Million „ „ „ „ = 9839250 „

„ 1¹/₄ „ „ „ „ Tag = 26956 „

Angenommen nun den unmöglichen Fall, dass das ganze angegebene Quantum des Stickstoffes und der Salze in dem erschöpften Torf aufgespeichert sei, so würden die alltäglich zur Reinigung der Jauche erforderlichen

11 000 cbm Torf enthalten 26 956 M. Dungwerth,

1 cbm „ enthielte also 2,5 „ (abger.) Dungwerth

bei einem Eigengewicht von mehr als 1000 kg resp. 20 Zentner.

Mit welchem Recht man eine derartige Masse „ein höchst werthvolles, leicht transportables Düngemittel“ nennen kann, wie dies in dem Patentgesuch (D. R. P. 19098) und an anderem Orte geschieht, darüber fehlt hier wie dort jegliche Begründung.

Ich meine, und halte mich allgemeiner Zustimmung sicher, dass eine solche Masse weder ein werthvolles noch ein leicht transportables, sondern überhaupt kein Düngemittel ist.

So bliebe denn nur übrig, die Verwendung des rückständigen Torfes als Brennmaterial. Da aber so ungeheure Massen von Torfgrus, die auf den Filteranlagen zu Gebirgen aufgehäuft werden müssten, nur schwer, namentlich in den Sommermonaten sich verwerthen lassen werden, so würde höchstens ein Durchschnittspreis von 1,50 M. pro cbm zu erzielen sein, wobei ich die Möglichkeit und den Kostenpunkt einer für diesen Zweck doch unumgänglichen Trocknung noch völlig ausser Betracht lassen will. Es ginge somit der ganze Dungwerth der Abwässer und der halbe Einkaufspreis des Torfes verloren.

Die Einnahme aus dem Torfgrus würde höchstens betragen

11000. 1,5 = 16500 M. pro Tag,

4015000. 1,5 = 6030000 „ „ Jahr,

*) Siehe F. Fischer „Die menschlichen Abfälle.“ Braunschweig 1882. Seite 6.

**) Siehe Prof. C. Engler „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“ 1883. Band 3, fol. 205.

***) Nach Stohmann 7800 M., Stöckhardt 15000 M., F. Fischer 5750 M.

nach deren Abzug von der Ausgabe immer noch allein für die Filtration der Sielwässer eine Abgabe zu leisten wäre

pro Haus und Jahr = 700—300 = M. 400,— rot.
 oder pro Kopf und Jahr = „ 7,— „

Nach dem Gesagten kann also auch nicht davon die Rede sein, dass derartige Filteranlagen einen Ersatz für Rieselfelder gewähren können, sei es in qualitativer Leistung, sei es in finanzieller Hinsicht.

Die qualitative Leistung ist ungenügend, noch von keiner Seite hat man den Nachweis erbracht, dass das filtrirte Wasser reiner sei, als das Drainwasser der Rieselfelder; der Dungwerth der Abwässer geht völlig verloren, und allein die Filtration beansprucht selbst unter den von mir angenommenen, in Wirklichkeit nie zu erreichenden günstigen Umständen für den Betrieb eine Summe, die wenig hinter den heutigen Kosten des ganzen Betriebes der Kanalisation einschliesslich Rieselwirthschaft, Verzinsung und Amortisation des ganzen Baukapitals etc. etc. zurück bleiben dürfte.

Vom Standpunkt des Hygienikers, des Landwirthes und des Verwaltungsbeamten resp. des Finanzmannes ist die Einführung dieses „Systems“ sonach zu widerrathen.

Meinen indess die Patentinhaber, deren Bestreben auf die Verwerthung des Patentbesitzes durch käufliche Ueberlassung an Behörden etc. abzielt, dass im Gegensatz zu obigen Ausführungen das „System“ irgend welche finanziellen Vortheile gewähre, so möge man ihnen anheim geben, in dem Selbstbetrieb solcher Anlagen den Werth der Erfindung einzuheimsen.

Das Patent selbst bilde noch den Gegenstand einer kurzen Besprechung:

Wie ich bereits bei Versuch 2 im Vorstehenden mittheilte, hatte das Patentgesuch mannigfache Weigerungen des Patentamtes zu überwinden. Torf, Kalk, Carbonsäuren etc. waren längst als Mittel für Desinfektion resp. Desodoration bekannt. Eigenartige, patentfähige Konstruktionen konnten der eingereichten Zeichnung ebenfalls nicht zuerkannt werden.

Endlich wurde ein Patentgesuch genehmigt,*) welches den Patentanspruch wie folgt definirte:

Patent-Anspruch: „Bei Filtern mit seitlicher Infiltration die Anbringung einer von der zu filtrirenden Flüssigkeit nicht berührten Deckschicht, welche aus mit Karbonsäure getränkten Torfstücken und einer hierüber angebrachten Schicht von Kaliumbisulfat oder saurem Superphosphat, welche letztere mit durchlassenden Stoffen gemischt ist, besteht.“

Parturiunt montes, nascetur ridiculus mus!

Das Eigenartige, und dieserhalb Patentirthe der Anlage ist nach

*) D. R. P. H. 19098.

dem Wortlaut des Patentanspruches die Abdeckung des Vorfilters, wie selbige im Vorstehenden unter Hinweis auf das hier zu sagende bei Versuch 6 beschrieben wurde.

Diese Abdeckung ist nicht nur entbehrlich, — sie ist schädlich! —

Sie ist entbehrlich, denn das Austreten von sich entwickelnden Gasen hindert diese Abdeckung nicht. Die eigene Porosität der Torfmassen, namentlich aber die unendlich vielen Zwischenräume zwischen den einzelnen Torfstückchen oder Krumen, lassen nicht zu, dass irgend welche Spannung der Gase unter der Abdeckung stattfindet und diese, unter Druck gesetzt, Widerstände beim Durchstreichen der Abdeckung zu überwinden haben, welche eine innige Berührung mit den antiseptischen Mitteln bedingen; die Gase strömen frei aus.

Jedenfalls aber soll der Nachweis dafür, dass in der Deckschicht eine Desinfektion der durchtretenden Gase stattfindet, noch erbracht werden.

Diese Deckschicht ist jedoch schädlich.

In den früheren Stadien der Versuche fehlte die Deckschicht; sie war fortgelassen, um das während des Betriebes nothwendige Durchstechen, Wenden etc. der Infiltrationsflächen der Torfmassen zu ermöglichen, diese letzteren also jederzeit leicht zugänglich zu halten. Somit konnten früher Luft und Licht ganz und voll einwirken, sie konnten ihren oxydirenden Einfluss ungeschmälert geltend machen.*) Damals zeigte die Oberfläche das natürliche Aussehen des Torfes einerseits und des schmutzigen grauen Wasser andererseits.

Anders wurde es, nachdem durch die Aufbringung der Deckschichten die darunter liegenden Massen dem Einflusse der leuchtenden Sonnenwärme, die Circulation schafft, und der Luft entzogen wurden.

Im Vorfilter magaziniren sich die überaus vielen und vielfachen Verunreinigungen der eintretenden und zunächst in ein Stadium der Ruhe gelangenden Jauchemassen. Die oberen Schichten der Jauche erscheinen nur schmutzig gefärbt, auf der Sohle des Zuflussgerinnes lagert sich jedoch, und ebenso auf den zuerst berührten Theilen der Filtermasse eine dicke, dichte Schlammschicht ab.

Hob man gelegentlich einige der mit der Desinfektionsschicht versehenen Hürden ab, so zeigte sich die Oberfläche der Jauche bedeckt mit einem grün-bläulich schillernden Schlamm, ähnlich der Oberfläche der in den alten, durch die Canalisation beseitigten Haussenkruben aufgespeicherten Kothmassen. Durch diese Decke brachen sich die in den unteren Schlammschichten entwickelten Gase in Blasen Bahn, beim Platzen

*) Vergl. Hobrecht „Beiträge zur Beurtheilung des gegenwärtigen Standes der Kanalisations- und Berieselungsfrage.“ Berlin, Verlag von Ernst Korn 1883. S. 29.

einen widerlichen Geruch verbreitend; in den Torfmassen aber zeigten sich Tausende und aber Tausende von Maden, kleinere und grössere bis zur Grösse der Larven für Nashornkäfer.

Will also Jemand à tout prix die Abwässer nach diesem Systeme reinigen, so braucht er in dem Patente kein Hinderniss erblicken: er lasse die Deckschicht, im Interesse der Sache selbst, weg und Niemand wird ihn der Verletzung eines Patentrechtes zeihen können.

Zum Schluss noch einige Worte über das dem Referat im Centralblatt der Bauverwaltung zu Grunde liegende Knauff'sche Projekt.

Dasselbe basirt auf der Annahme:

1. einer Stauhöhe der Jauche im Vorfilter = 0,8 m und
2. einer Torfschicht von 3,5 m mittlerer Breite.

Ist diese Annahme eine unrichtige, so fällt das ganze Projekt mit zugehöriger Berechnung der Betriebs- etc. Kosten.

Und diese Annahme ist unrichtig.

Auf Seite 19 der vorliegenden Schrift wurde erwähnt, dass bei 3,0 m Breite der Torfschicht die Stauhöhe der Jauche nur 0,30 m betragen dürfe, soll anders das austretende Filtrat dem Auge nur genügen. Unbekümmert hierum nimmt Knauff für 0,80 m Stauhöhe nur 3,5 m Breite der Filterschicht, also noch weniger an, als diese Breite der Torfschicht beim ersten Filtrationsversuch (vergl. S. 11 u. 12, Versuch 1—3) betrug, wo, wie vorerwähnt, die Breite der Filterschicht nicht genügte. Hätte Knauff nur einmal eine Beobachtung nach der auf Seite 19 dargestellten gemacht, so würde er die Unhaltbarkeit seiner Annahme sofort erkannt haben; er konnte aber auch die Jauche gar nicht höher als 0,40 m stauen, weil die nutzbare Stauhöhe der von mir erbauten, und noch heut in gleichem Zustande befindlichen Versuchsanlage nur 0,40 m beträgt.

Die Nutzungsdauer der Torffüllung giebt Knauff auf 4—6 Wochen an (gegen 7 Monat frühere Angabe); es fehlt aber auch hier wieder jede Begründung der Berechtigung einer so kühnen Annahme, die selbst für die so sehr verdünnte Plätzensee'er Jauche viel zu weit gegriffen ist.

Die Eintropfung von schwefelsaurer Thonerde wird zugegeben. Ich weiss aus den Verhandlungen während der verschiedenen Stadien der Plätzensee'er Versuche, dass die Unternehmer sich der Bedeutung dieses Klärmittels voll bewusst waren: sie hatten sich die Anwendung desselben nur für den äussersten Nothfall vorbehalten. Ein solcher scheint also eingetreten zu sein. An der Giftigkeit der Thonerde für Fische ist bis jetzt ihre Anwendung im Allgemeinen gescheitert. Oder sollte der Versuch mit den „edleren Fischarten“, die in das Ablaufbecken eingebracht worden sind, einen Gegenbeweis bilden? Forellen dürften nicht vorhanden gewesen sein, vielleicht Karauschen, die möglicherweise zu den edleren, jedenfalls aber den zähstlebenden Fischen gehören.

Ich habe wiederholt und zu den verschiedensten Tageszeiten diese Fische in dem betreffenden Kasten, der noch von früheren Versuchen her Wasser enthielt, jedoch niemals mehr die Anlage im Betriebe gesehen: Conservirte man sie nur für Paradevorstellungen? Dass man mittelst schwefelsaurer Thonerde und Kalk blanke Wässer erzielen kann, ist eine alte und vielfach praktisch angewendete Sache. Aber man muss doch fragen: Wozu erst das krampfhaft Bemühen, die Flüssigkeit zu filtriren, wenn man doch nachher das Mittel nicht umgehen kann, welches von vornherein angewendet, auch ohne Filtration Klärung ermöglicht hätte? Freilich, wo blieb dann das Patent?

Uebrigens dürfte auch die Fällung der Verunreinigungen mittelst Thonerde bei so ungeheuren Massen von Flüssigkeit, wie sie hier in Frage kämen, nicht schmerzlos zu arrangiren sein.

In dem letzterwähnten Knauff'schen Projekte wird, wie allerorten, auf die bemerkenswerthe Einrichtung der Abdeckung hingewiesen, deren befriedigende Wirkung sich in dem Mangel jedes üblen Geruches bestätigt.

Was es mit dieser ebenso einfachen, wie bekannten Vorrichtung auf sich hat, ist im Vorgehenden genügend erörtert, hier sei nur noch gesagt:

Man nehme diese Abdeckung ganz weg, und es wird nicht, oder nicht mehr riechen als bei vorhandener Abdeckung.

Man nehme die Abdeckung weg, und es bleibt von einem patentfähigen Theil in der ganzen Anlage Nichts übrig.

Berlin, den 4. Januar 1884.

Otto Peschke.

Anhang.

Anhang.

Unmittelbar vor der Drucklegung dieser Arbeit kommt mir eine als Brochüre veröffentlichte „Eingabe an den Magistrat zu Berlin“ von M. Knauff: „Die Mängel der Schwemmkanalisation gegenüber dem Shone-System“ (Berlin, Polytechnische Buchhandlung A. Seydel) zu Gesicht, in welcher der Verfasser für die Entwässerung des Stadttheils Moabit mittels des Shone-Systems plaidirt.

Seinen ehemaligen Standpunkt als Verfechter des Liernur-System giebt er gegenüber dem neuerdings von Liernur gestatteten, unbeschränkten Gebrauch von Spülaborten, welcher die Rentabilität des Systems in Frage stelle, auf.

Da das Shone-System nur eine Abführung der Abwässer darstellt, mit der Frage der Reinigung bezw. Verwerthung derselben sich jedoch nicht weiter beschäftigt, so schlägt nun Knauff das Petri-Verfahren unter Zuhilfenahme der Thonerde-Kalk-Füllung, sowie eventueller, nochmaliger Filtration durch Torf, Koke oder Kalksteinstücke behufs Reinigung der Abwässer vor.

Von der Idee, dass der gebrauchte Torf als „werthvolles Düngemittel“ einen finanziellen Ertrag liefern werde, ist Knauff zurückgekommen, doch meint er, die Landwirthe, Gemüsebauer und Gärtner würden das Material zu Dungzwecken kostenfrei abholen, „nötigenfalls“ werde dasselbe „auf der Pumpstation verbrannt“!

Was er von seinen „genügend sicheren“ Erfahrungen spricht — das genügt, — für den wenigstens, der die Zahlen und Schlüsse kennt, welche diesen „Erfahrungen“ entsprossen sind. Fast komisch aber nimmt sich's aus, wenn er gleichzeitig die Versuchs-Anlage eine „baulich unvollkommene“ nennt. Erfahrungen an unvollkommenen Anlagen sollten doch Niemanden zu so weit gehenden Schlüssen ermuthigen. Mir scheint, man darf diese Bemerkung getrost als ein Hinterthürchen für etwa gegen die Versuchs-Erfolge geltend gemachte Bedenken betrachten.

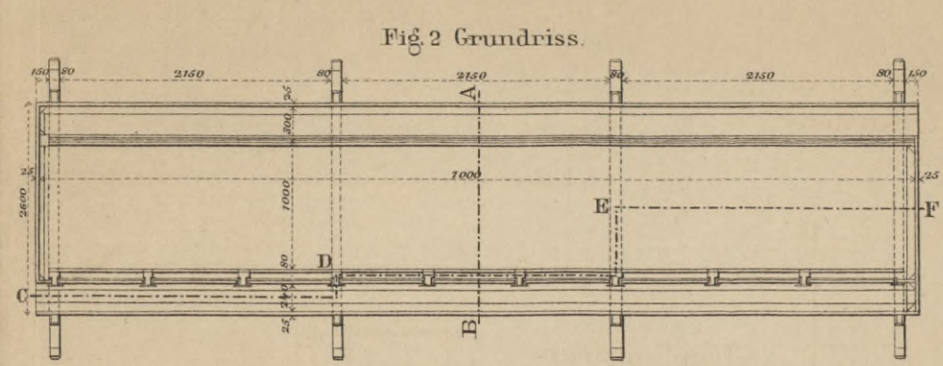
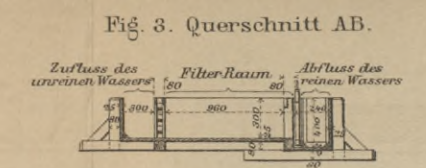
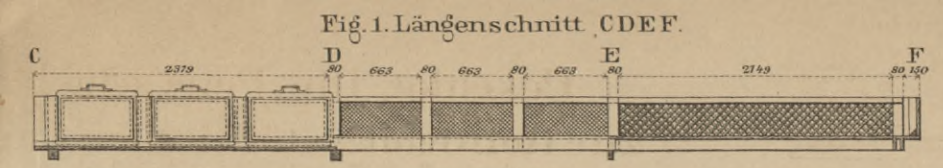
Die ganze Sache findet in meinen voraufgegangenen Ausführungen ihre glatte Erledigung; so lange ein Entwässerungssystem noch auf Zuhilfenahme des Petri-Verfahrens begründet wird, ist es ein todtgeborenes Kind, und daran vermag auch das Gutachten des Polizeichemikers Dr. Bischoff, auf welches sich Knauff mit Emphase beruft, nichts zu ändern.

Berlin, den 18. Januar 1884.

Otto Peschke.



Peschke, Die Petri'sche Methode zur Reinigung städtischer Canalwässer.

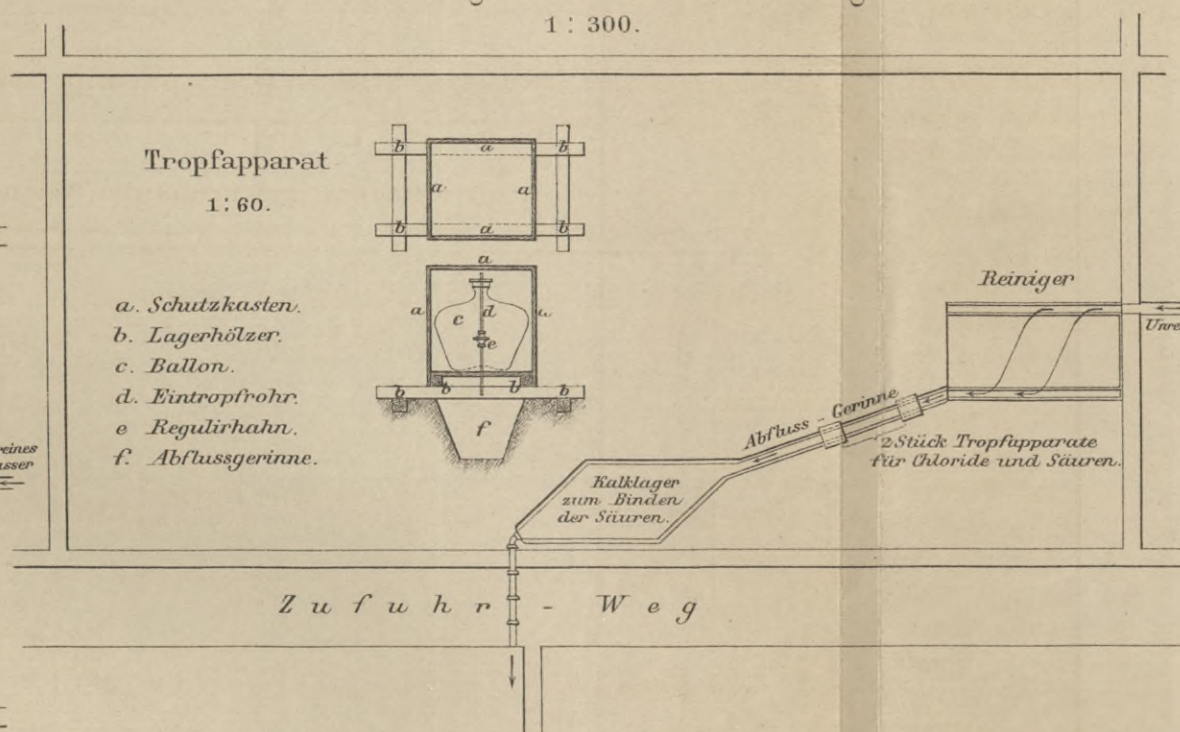


Entwurf eines Filterkastens für Canalwasser.

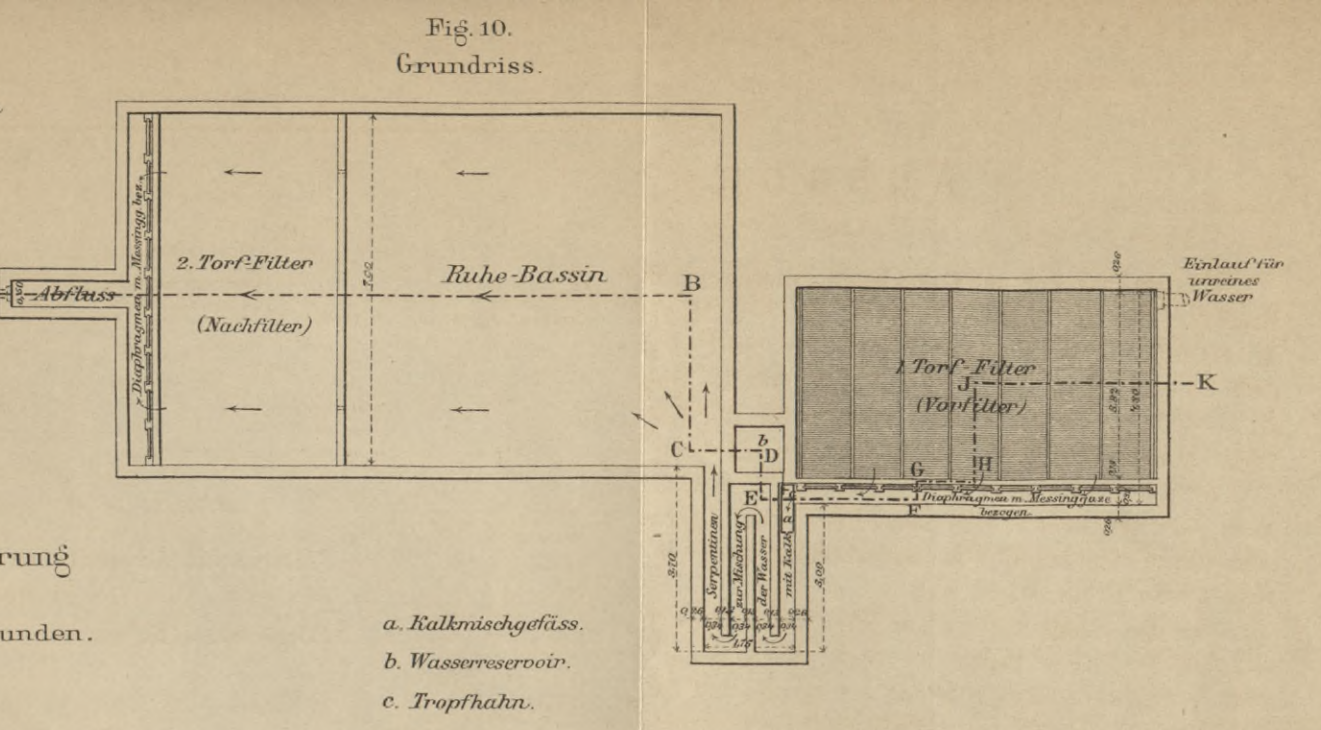
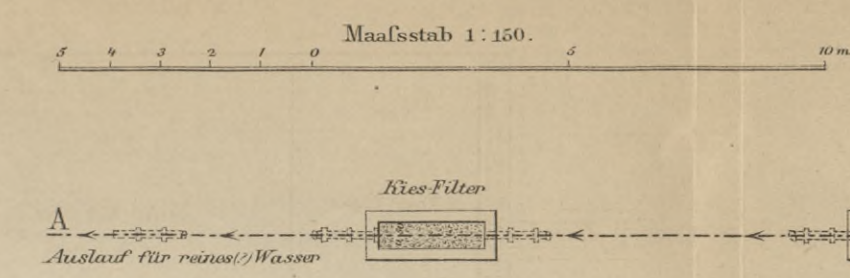


Fig. 1-3.

Fig. 6. Filter-Anlage nach der 2. Abänderung. 1:300.



- Tropfapparat 1:60.
- a. Schutzkasten.
 - b. Lagerhölzer.
 - c. Ballon.
 - d. Eintropfrohr.
 - e. Regulirhahn.
 - f. Abflussgerinne.



Special-Project für die 4. Abänderung der Filter-Anlage. 1:150. Fig. 10 u. 11.

- a. Kalkmischgefäß.
- b. Wasserreservoir.
- c. Tropfhahn.

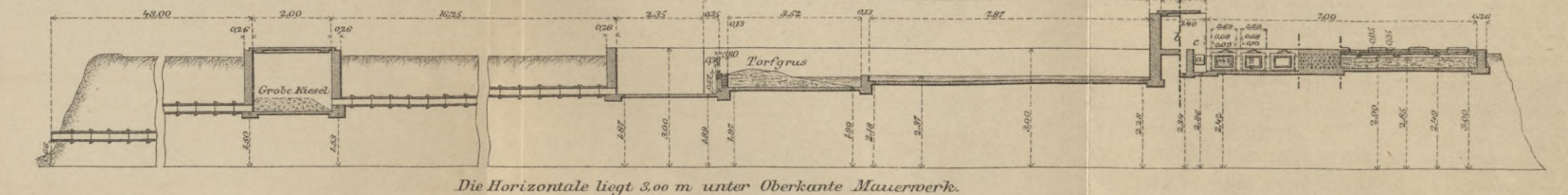


Fig. 11. Längenschnitt nach AK.

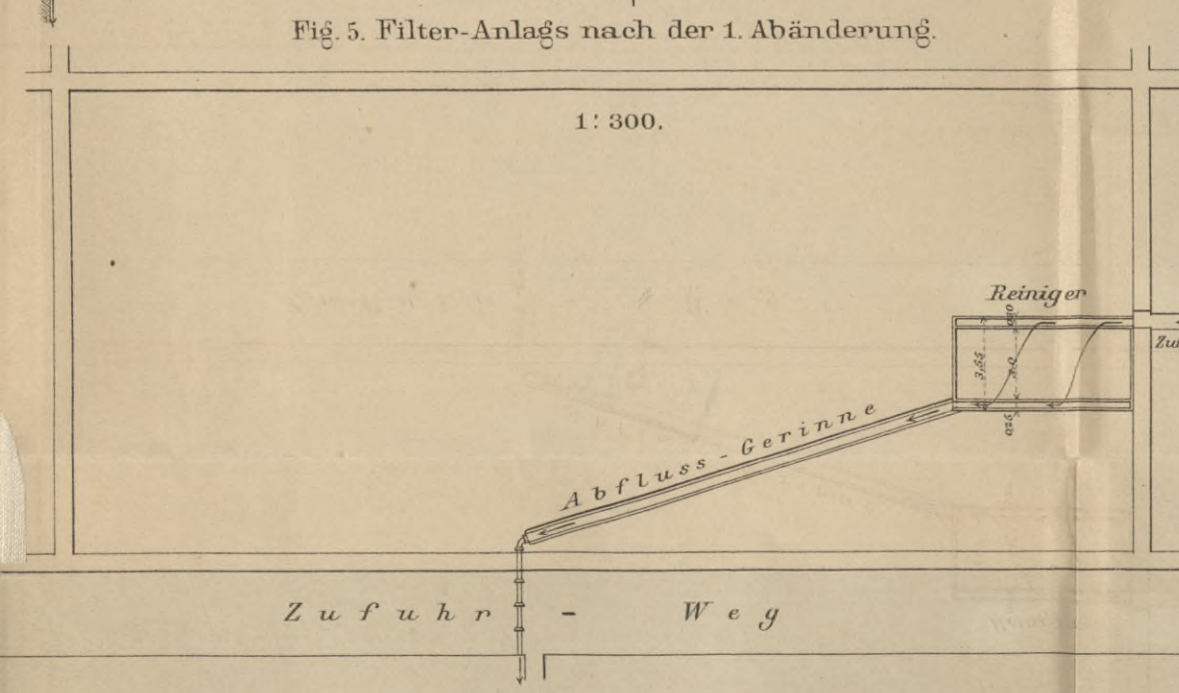


Fig. 5. Filter-Anlage nach der 1. Abänderung.

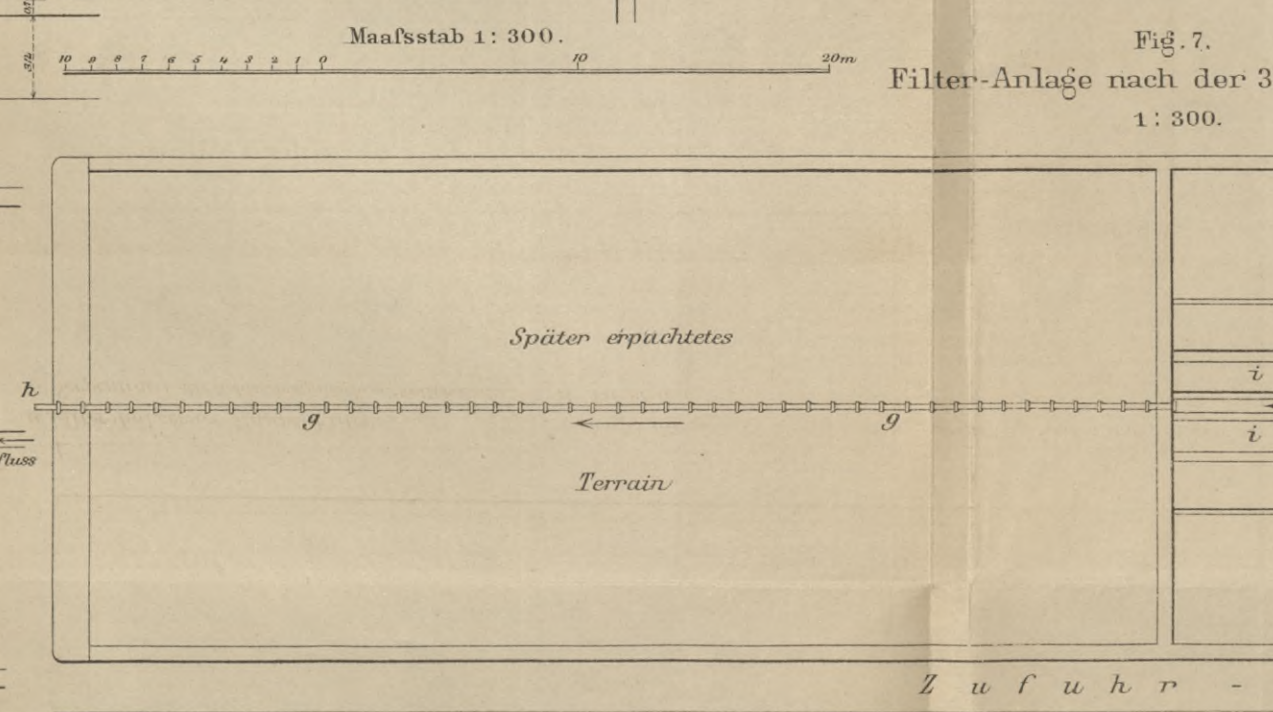
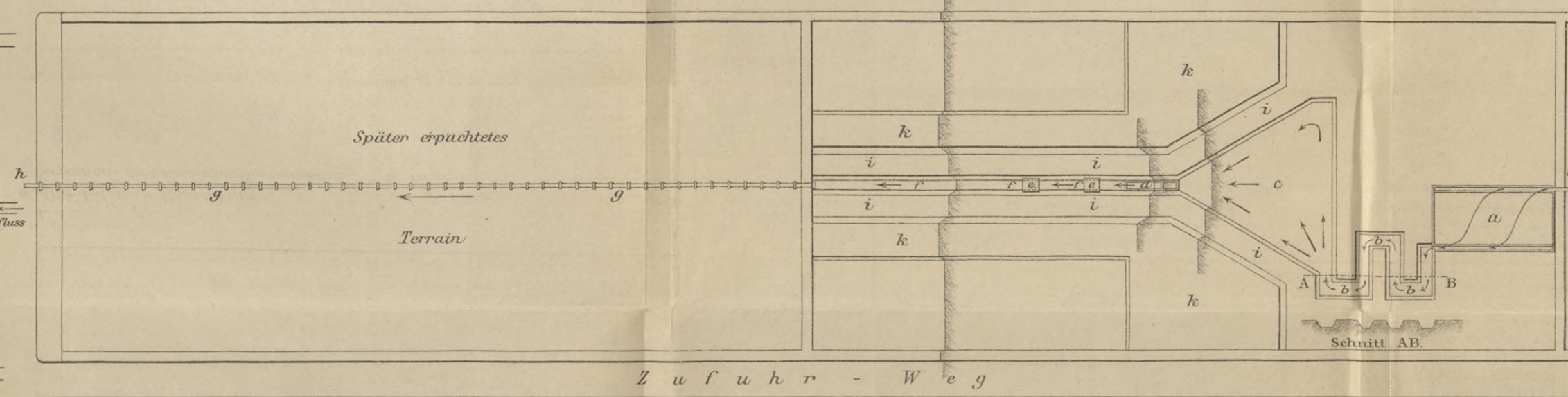


Fig. 7. Filter-Anlage nach der 3. Abänderung. 1:300.



Generelle Disposition für die 4. Abänderung der Filteranlage für Rieseljauche. 1:300. Fig. 8. Situation.

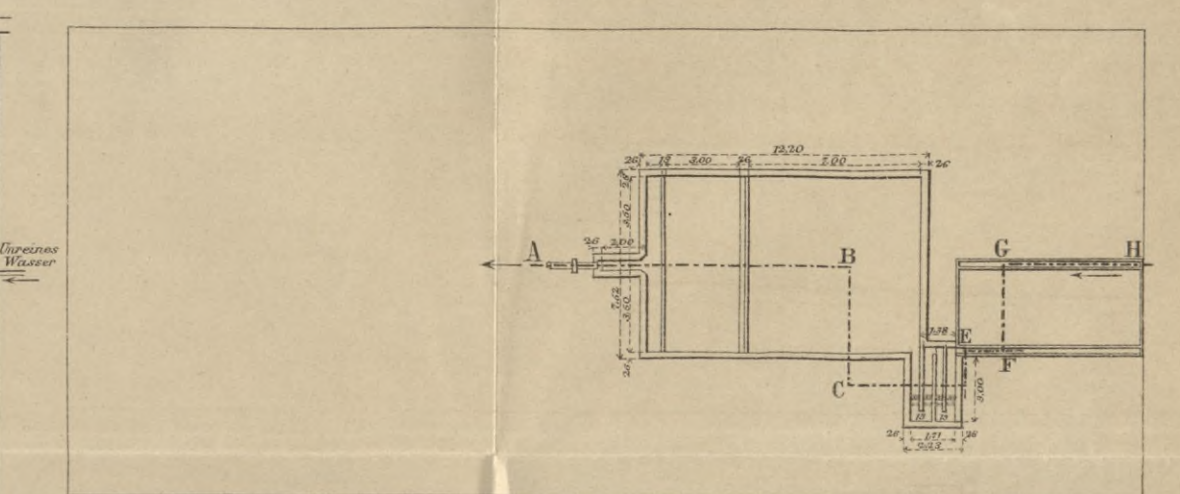


Fig. 9. Schnitt nach AH.

- a. Alter hölzerner Haupt-Filter.
- b. Serpentina, die Sohlen mit gelöschtem Kalk bedeckt.
- c. Ruhe-Bassin.
- d. Nachfilter.
- e. Tropfapparate für Säuren und Chloride.
- f. Abflussrinne, theils mit Kalk theils mit Kieselsteinen gepflastert.
- g. Unterirdische Abflussleitung.
- h. Ausfluss nach den tiefliegenden Wiesen.
- i. Beobachtungs-Gänge.
- k. Ausgehobener Boden.



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

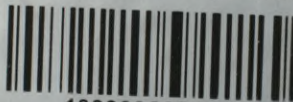


L. inw.

31623

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298412