



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298433

X
2.063

Flas

Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht
der Friedrichswerderschen Oberrealschule zu Berlin. Ostern 1900.

Die Wasserzufuhr und die Entwässerung
der Stadt Berlin
in ihrer Entwicklung und ihren Einrichtungen.

Von

Professor Dr. Emil Fieberg.

F. Nr. 23544



BERLIN 1900.

R. Gaertners Verlagsbuchhandlung

Hermann Heyfelder.

1900. Programm Nr. 115.



Akc. Nr. 2964/50

Zur Belebung des chemischen Unterrichts dürfte es sich stets empfehlen, an passender Stelle auf die Eigenart derjenigen Anlagen und industriellen Einrichtungen etwas näher einzugehen, die auf chemischer Grundlage beruhen oder wenigstens in gewisser Beziehung zur Chemie stehen und dabei für die bestimmte Gegend von größerer Bedeutung sind. So wird der Lehrer in Bergwerks- oder Hüttenbezirken mehr Zeit auf die Erläuterung der Verhältnisse des Bergbaus, sowie einzelner metallurgischer Prozesse verwenden; beim Vorhandensein einer Glashütte, einer Soda-, Schwefelsäure- oder Zuckerfabrik findet er einen besonders fruchtbaren Unterrichtsstoff in der Erörterung der Natur dieser Betriebe.

In Berlin mit seiner Überfülle an industriellen Unternehmungen auf eigenem und benachbartem Boden, deren Besuch mit dankenswerter Bereitwilligkeit gestattet zu werden pflegt, ist er nicht so unmittelbar auf die Bevorzugung eines bestimmten Gebietes hingewiesen; er kann freier wählen, aus dem Lehrreichen das Wichtigste herausgreifen. Da liegt es dann besonders nahe, im Unterricht auch die betreffenden großartigen Anlagen der Stadt Berlin selbst, welche für das Behagen und Wohlbefinden der Gesamtheit von der höchsten Bedeutung sind, zur Besprechung heranzuziehen, d. h. neben denen zur Gaserzeugung und Beleuchtung auch die zur Wasserversorgung und Entwässerung. Bei der großen Ausdehnung des im chemischen Unterricht zu bewältigenden Stoffes wird sich indessen nur schwer die nötige Zeit erübrigen lassen, um etwas ausführlicher auch die letztgenannten Anlagen kennen zu lernen, deren Beziehung zur Chemie zudem keine so nahe ist, wie die der ersteren, und doch fand ich wiederholt, dass eine Anzahl von Schülern den in Betracht kommenden Fragen ein lebhafteres Interesse entgegenbrachte, das sie veranlafste, mich noch über das im Unterricht Gebotene hinaus um Auskunft und Belehrung zu ersuchen. Dieser Umstand legte mir den Gedanken nahe, für solche im folgenden die einschlägigen Verhältnisse in kurzen Umrissen darzulegen, doch immerhin wesentlich ausführlicher, wie es im Unterricht möglich ist.

I.

Das alte Berlin hat bei seinem bis zu einer gewissen Höhe von Wasser durchsättigten sandigen Untergrunde, das überall mit Leichtigkeit in geringer Tiefe durch gewöhnliche Brunnen zu erreichen war, niemals an Wassermangel gelitten. Ein Hofbrunnen in fast jedem Hause, daneben zahlreiche öffentliche sorgten ausgiebig für den nötigen Bedarf. Weil das Wasser klar und kühl war (Sommer und Winter 10 bis

11° C.), galt es auch für gut, obgleich es wenigstens um die Mitte dieses Jahrhunderts an vielen Stellen schon eine recht zweifelhafte Beschaffenheit zeigte. Die starke Verunreinigung des durchlässigen Untergrundes durch die versickernden Schmutzwasser der Häuser in Verbindung mit dem an undichten Stellen den Bodenleitungen entströmenden Leuchtgase sorgten für die fortdauernde Verschlechterung. Trotzdem stand es für die damalige Bewohnerschaft unumstößlich fest, dass in Berlin bei seinem reichlichen und „trefflichen“ Wasser die kostspieligen Vorrichtungen zur Wasserzufuhr in die Häuser, wie man sie vielfach z. B. in England und auch schon in Hamburg kannte, wohl zu entbehren wären. Die Annehmlichkeit, ohne Arbeit fliessendes Wasser selbst in den obersten Stockwerken in beliebiger Menge zur Verfügung zu haben, wurde, weil noch nicht erprobt, gering geschätzt; der Gedanke an die Notwendigkeit, durch reichliche Wasserspülung den Schmutz der Häuser zu beseitigen, lag noch ganz fern. Auch als bisher gemiedene Strecken mit torfigem und moorigem Untergrunde und Grundwasser von anerkannt schlechter Beschaffenheit zur Bebauung kamen, als die Straßenzüge aus dem Spreethale aufsteigend die Plateaus im Norden und Süden der Stadt zu erklimmen begannen, auf denen das Grundwasser nur schwer zu erreichen und zu heben ist, sah man noch keine Veranlassung zu einer anderen Art der Wasserversorgung.

Was endlich gewaltsam zu einer Änderung drängte, war der ekelerregende und nachgerade unerträglich gewordene Zustand der sogenannten „Rinnsteine“, die mit einer Tiefe von 1, auch 2 und mehr Fuss sich zwischen Fahrdamm und Bürgersteig hinzogen. Vor jeder Haustür befand sich eine Brücke, 2 Bohlen auf 2 bis 3 Eisenstangen gelegt. Neben der Brücke mündete in den Rinnstein die Gosse, welche das Wasser aus dem Hofe abführte. Die Rinnsteine nahmen neben dem Regenwasser jede ersinnliche Flüssigkeit auf, die ihnen aus den Häusern in Eimern zugetragen wurde, und alles ergoss sich in die Spree oder den Schafgraben; d. h. die Ergießungen fanden nur bei starkem Regenfall statt, bei trockenem Wetter verdunsteten die wässrigen Bestandteile der trüben Flut, und es blieb nur ein Schlamm zurück, der sich häufig mit einer ziemlich festen Kruste überzog. Eine Besserung ließ sich nur erhoffen, wenn es gelang, den Rinnsteinen ausgiebig fliessendes Wasser zuzuführen.

Im Jahre 1838 erschien eine Schrift des Majors Bayer mit dem Vorschlage, das durch Dampfkraft gehobene Spreewasser in die Rinnsteine zu fördern, wogegen von anderer Seite bald darauf der Plan aufgestellt wurde, das Wasser des 3 Meilen entfernten, etwa 20 m über dem Berliner Straßenniveau liegenden Wandlitz- und Liepnitzsees mittelst eines Aquadukts nach Berlin zu leiten und durch seinen natürlichen Druck zu verteilen. Der Frage wurde bald das allergrößte Interesse nicht nur von seiten des Publikums, der Presse und wissenschaftlicher Kreise entgegengebracht, sondern auch von der Regierung. König Friedrich Wilhelm IV. setzte eine Kommission zum Studium der Verhältnisse ein und sendete Major Bayer zum selben Zwecke nach London und Paris. In einem Immediatbericht im Oktober 1846 empfahl die Kommission die Bildung eines Aktienvereins behufs der Errichtung eines Wasserwerks an der Oberspree, da die Stadt selbst wegen starker Inanspruchnahme durch den Bau ihrer ersten Gasanstalten die Beteiligung an dem Unternehmen abgelehnt hatte. Er sollte das ausschließliche Recht der Wasserversorgung auf mindestens 100 Jahre erhalten; erst

später wollte man sich mit einer Dauer von 50 Jahren begnügen. Der ganze Plan geriet durch die Ereignisse des Jahres 1848 ins Stocken. Die Zeiten waren nicht dazu angethan, die Berliner Hausbesitzer, auf deren Beitritt zu jenem Verein in erster Reihe gerechnet war, dazu zu ermutigen. Noch weniger unternehmungslustig zeigte sich der Magistrat, indem er dem Polizeipräsidenten erklärte, daß er sich bei der Ausführung einer Wasserversorgungsanlage nur insofern beteiligen könne, „als uns dadurch keine Kosten erwachsen, zu deren Tragung es uns ganz an Mitteln fehlen würde.“

Ein neuer Anstoß erfolgte durch den energischen Polizeipräsidenten v. Hinckeldey nicht lange nach seinem Amtsantritt. Er kam bald zu der Ansicht, daß von den städtischen Behörden und ebenso vom Berliner Privatkapital wenig zu erwarten sei. Die Verhandlungen mit den ersten wurden in immer schrofferer Weise geführt; und als sie sich in einer Eingabe vom 10. Dezember 1852 endlich zu einer Beteiligung an dem Unternehmen bereit zeigten, wurde ihnen seitens der zuständigen Minister der Bescheid, daß des Königs Majestät infolge der günstigen Anerbietungen der Engländer Fox und Crampton sich bewogen gefunden habe, den Abschluß eines Vertrages mit den genannten Unternehmern über die Anlage und Benutzung der für die Versorgung der Stadt Berlin mit fliessendem Wasser erforderlichen Wasserleitung anzurufen, und daß dieser Vertrag, in welchem „die Interessen der Stadt die gebührende Berücksichtigung gefunden“ hätten, am 14. vereinbart und von ihnen — den Ministern — „heute“ (am 20. Dezember) genehmigt sei. Die städtischen Behörden waren also bei Abschluß desselben völlig bei Seite geschoben, ein Umstand, der der Stadt später teuer zu stehen kommen sollte¹⁾. In dem Vertrage wurde den Unternehmern auf die Dauer von 25 Jahren das ausschließliche Recht erteilt, Berlin mit fliessendem Wasser zu versorgen; nach Ablauf dieser Zeit hatten sie im Falle seiner Nichtverlängerung die Verpflichtung, die Anlagen mit allem Zubehör für den Taxwert an den Staat oder seinen Rechtsnachfolger abzutreten. Als Gegenleistung mussten sie das für Spülung der Rinnsteine und für Feuerlöschzwecke nötige Wasser unentgeltlich liefern.

Im Frühjahr 1856 waren die neuen Wasserwerke auf einem zu diesem Zwecke erworbenen Grundstücke²⁾ vor dem Stralauer Thor am Ufer der Spree vollendet und traten sofort in Thätigkeit. Das Wasser wurde durch Sandfiltration gereinigt und durch Dampfkraft in ein Rohrsystem gedrückt, dessen Verzweigungen die bebauten Straßen durchzogen. Die „Berlin Waterworks' Company“, auf welche inzwischen die Rechte von Fox und Crampton übergegangen waren, unternahm es zum ersten Male, ununterbrochen während des ganzen Tages Wasser zu liefern; sonst hatte sich die Abgabe überall stets auf bestimmte Stunden beschränkt, wodurch in den Häusern die Anlage

¹⁾ Die Berechtigung zu diesem Schritte der Staatsbehörden lag wohl in der Thatssache, daß bis zum Ausgang des Jahres 1875 die Straßen und Plätze Berlins fiskalischer Besitz waren, und somit das Verfügungrecht über dieselben (z. B. die Genehmigung ihrer Benutzung zu Leitungen) und auch die Sorge für ihren Zustand dem Staate zukamen.

²⁾ Der Gesellschaft wurde zur Erwerbung eines geeigneten Grundstückes das Enteignungsrecht verliehen — der erste, gegen den es zur Anwendung kam, war der Magistrat von Berlin selbst.

besonderer leicht verschmutzender Vorratsreservoir und eines doppelten Rohrsystems bedingt war¹⁾). Nur so wurde es möglich, jederzeit frisches und nicht abgestandenes Wasser zu erhalten. Trotzdem hatten die Werke zunächst wenig Erfolg. Die Vorteile wurden nur langsam erkannt; daneben herrschte unter den Hauseigentümern eine sehr grosse Abneigung gegen die Bestreitung der erforderlichen Kosten. Es kam sogar vor, dass selbst bauverständige Besitzer ihren Mietern, die bereit waren, die nötigen Einrichtungen für ihre Wohnungen auf ihre eigene Kosten herstellen zu lassen, die Genehmigung dazu versagten, in der Annahme, die Gebäude möchten durch die Anlage beschädigt werden. Eine weitere Befürchtung betraf den Einfluss der Bleiröhren auf die Beschaffenheit des Wassers. Zahlreiche Untersuchungen, die nachwiesen, dass zwar chemisch reines Wasser das Blei stark angreift und giftige Bleiverbindungen mit fortgeschwemmt, gewöhnliches Fluss- oder Grundwasser dies aber nicht thut, übten nur langsam eine beruhigende Wirkung. Auch allerlei Erleichterungen seitens der Gesellschaft wie z. B. das Anerbieten, versuchsweise auf ihre eigenen Kosten die Hausanschlüsse zu bewirken, nutzten so wenig, dass der Polizeipräsident im Ernst den Plan anregen konnte, jedem Revierpolizeileutnant für jeden durch seine Einwirkung zugeführten Wasserabnehmer einen Thaler zu zahlen. Nicht vor Ende 1859, 3 Jahre nach der Eröffnung der Wasserwerke, gelang es, durch die Einnahmen die Betriebskosten zu decken. Das erste Tausend Abnehmer wurde nicht eher als im vierten Betriebsjahre erreicht. Erst der Beginn der Bebauung des „Köpenicker Feldes“, wobei die neuen Häuser mit Wasserleitung in allen Stockwerken versehen wurden, förderte bei der Einwohnerschaft mächtig die Überzeugung, dass diese Neuerung eine Ersparnis an Arbeit, eine Vermehrung der Bequemlichkeit und der Reinlichkeit bedeute; die Hausbesitzer in den älteren Teilen der Stadt sahen sich, um ihre Wohnungen überhaupt vermieten zu können, nun bald genötigt, dieselben ebenfalls mit Wassereinrichtungen versehen zu lassen. Während die Aktiengesellschaft im Jahre 1860 nur 1 Proz. Dividende gezahlt hatte, war sie 1868 bereits in der Lage, 9 Proz. und 1872 gar 11 $\frac{1}{4}$ Proz. zur Verteilung zu bringen.

Je gedeihlicher sich die Ergebnisse der Wasserwerke für die Besitzer gestalteten, desto unbefriedigender wurden ihre Leistungen für die Stadt. Durch die allmähliche bedeutende Erweiterung des Straßennetzes und die Vergrößerung der Anlagen vor dem Stralauer Thor war das Grundkapital der Gesellschaft erschöpft, und eine Entwicklung der Werke war nur noch bei einer starken Vermehrung des Aktienkapitals möglich. Die Unternehmer zeigten sich zu einer solchen bereitwillig genug, aber nur unter der Bedingung der Ausdehnung ihrer Berechtigung auf weitere 25 Jahre; hatten sie ja schon im Jahre 1857 entsprechende Verhandlungen angeknüpft, in der Absicht, den finanziellen Misserfolg der ersten Zeit durch die zu erwartenden guten Erträge der späteren auszugleichen. Die Regierung war der Erfüllung dieser Wünsche zunächst auch nicht abgeneigt, verweigerte dann aber bei dem starken Widerstreben der städtischen Behörden doch ihre Zustimmung. Diese waren inzwischen zu der festen Überzeugung gekommen, dass ein Unternehmen von einer derartigen Wichtigkeit für das

¹⁾ In dieser Weise wird z. B. Hamburg noch bis heute mit Wasser versehen.

Wohl der Stadt keinen Tag über die vorgesehene Vertragsdauer hinaus in den Händen einer privaten Erwerbsgenossenschaft bleiben dürfte.

Die böse Folge war, dass trotz des unaufhaltsam fortschreitenden Wachstums der Stadt die Gesellschaft sich gegenüber allen Anträgen auf weitere Ausdehnung ihrer Anlagen durchaus ablehnend verhielt. Je allgemeiner die großen Vorzüge einer künstlichen Wasserversorgung erkannt wurden, desto lebhafter waren die Klagen in den außerhalb des Versorgungsgebietes liegenden Stadtteilen, am lautesten aber in den hoch gelegenen. Viele Besitzer sahen sich genötigt, eigene kleine Wasserwerke für ihre Häuser anlegen zu lassen, in denen das Wasser des Hofbrunnens durch Maschinenkraft in ein Reservoir unter dem Dache gehoben wurde; ähnliche Einrichtungen mit einer kleinen Centralstation traf man für ganze Gruppen von Häusern — ein mangelhafter und unsicherer Notbehelf. Ein besonders dringendes Bedürfnis zeigte sich schon sehr früh in der Schönhauser Allee, die erst im Jahre 1877 mit Wasseranlagen versehen werden konnte. Hier verkaufte bis zum genannten Jahre ein Unternehmer Wasser in Gefäßen aus einer am Ende der Rohrleitung beim Schönhauser Thor angelegten Zapfstelle.

Ein fernerer sehr misslicher Übelstand kam dazu, um eine Änderung der bestehenden Verhältnisse unumgänglich notwendig erscheinen zu lassen. Wie oben erwähnt, hatte in erster Reihe der böse Zustand der Rinnsteine die Einführung einer künstlichen Wasserversorgung veranlaßt. Die Hoffnung auf eine Besserung durch reichliche Spülung derselben schien zunächst auch in Erfüllung gehen zu sollen, leider aber nicht auf lange. Abgesehen davon, dass die Wasserzufuhr sich bei weitem nicht auf das ganze bebaute Gebiet der Stadt erstreckte, trug das Heilmittel selbst den Keim zu einer ganz bedeutenden Verschlimmerung des Leidens in sich. Mit der Vermehrung der Hausanschlüsse wurde das Wasser in immer stärkerem Maße benutzt, um allerlei Schmutz aus dem Hause hinaus zu schwemmen; immer häufiger wurde auch die in Berlin bisher unbekannte Einrichtung von Aborten mit Wasserspülung, der Zustand der Rinnsteine ekelregender und gesundheitsgefährlicher. Zwar war die Gesellschaft vertragsmäßig gebunden, das zur Spülung der Rinnsteine gebrauchte Wasser unentgeltlich zu liefern und kam der übernommenen Verpflichtung im allgemeinen auch nach, obschon über die für den erwähnten Zweck erforderliche Menge zwischen ihr, die weniger für nötig hielt, und dem vom Staate bestellten Kommissar, der mehr verlangte, gelegentlich Streitigkeiten eintraten. In der That wäre eine wirkliche Reinigung der Rinnsteine auch nur durch wahre Fluten von Wasser zu erreichen gewesen. Daneben wurden diese auch durch die Weise ihrer Anlage und ihre Abmessungen immer bedenklicher. Schlecht abgeplasterte Rinnen mit ungenügendem Gefälle, ohne bestimmten Plan nach dem rein örtlichen Bedürfnis über das ganze Stadtgebiet hin angeordnet, mußten sie, um einen Abfluß des Wassers zu ermöglichen, tiefer und tiefer in den Boden eingeschnitten werden, so dass stellenweise gewaltige Gräben von bedeutender Tiefe und bis zu 1 m Breite entstanden — ein Schandfleck im Gesamtbilde der Stadt, für den Verkehr ein Hindernis und eine Gefahr. Wenn die schlimmsten im Laufe der Zeit auch durch unterirdische Kanäle ersetzt wurden, so änderte das doch im Ganzen nicht viel.

So bleiben durfte es nicht; immer dringlicher zeigte sich die Notwendigkeit einer allgemeinen Entwässerung der Stadt nach einem einheitlichen Plane unter gänzlicher Beseitigung der offenen Rinnsteine, und damit im Zusammenhang stehend auch der Übernahme der Wasserversorgung durch die Kommunalbehörden. Während die erstgenannte grosse Frage erwogen wurde, bereiteten diese sich zugleich vor, spätestens vom 1. Oktober 1881 ab (mit welchem Tage die Berechtigung der Gesellschaft abließ), den Betrieb der Wasserwerke in eigene Hand zu nehmen. Indessen sollte es nicht so lange währen; die mit dem mächtigen Wachstum und Aufblühen Berlins täglich fühlbarer werdenden Missstände nötigten den Magistrat dazu, mit der „Waterworks' Company“ über eine frühere Abtretung ihrer Rechte und ihres Besitzes Verhandlungen anzuknüpfen, nachdem der Handelsminister in der Überzeugung von der Unhaltbarkeit des Bestehenden die in dem betreffenden Vertrage dem Staate vorbehaltenen Ankaufsrechte bereitwillig auf die Stadt übertragen hatte¹⁾). Zwar mußte letztere sich zu ganz ungeheuren Opfern verstehen²⁾), war aber trotzdem zufrieden, durch einen Vertragsabschluß vom 31. Dezember 1873 ihre Wasserversorgung in die eigene Verwaltung zu bekommen.

Schon in den Jahren 1868 und 1869 waren von dem Civilingenieur Veitmeyer im städtischen Auftrage umfassende Vorarbeiten für einen Erweiterungsplan der bestehenden Anlagen ausgeführt worden. In seinem Entwurfe wurde grundsätzlich daran festgehalten, das Wasser, wenn irgend möglich, nicht unmittelbar aus offenen Wasserläufen zu entnehmen und durch künstliche Filtration zu reinigen, sondern es durch natürliche Filtration oder aus tieferen Schichten „als ein ursprünglich reines und klares, keiner weiteren Behandlung bedürftiges“ zu gewinnen. Das Schlussergebnis erachtete die Havel und Spree mit ihren oberirdischen Wasseransammlungen, beziehungsweise ihrem Grundwasserbecken als natürlichste und zweckmäßigste Bezugsquellen für eine Berliner Wasserversorgung. Eine Anlage am Tegeler See habe $\frac{1}{3}$, eine weitere am Müggelsee $\frac{2}{3}$ der erforderlichen Wassermenge durch Brunnen aus dem Untergrunde der Seeufer zu liefern. Bei der Übernahme der Wasserversorgung betraute der Magistrat dann den Direktor Gill, seit Bestehen der Stralauer Werke technischer Leiter derselben und bei ihrem Ankauf in den Dienst der Stadt getreten, mit der Aufstellung eines endgültigen Planes zur Hebung der Wasserwerke zunächst auf reichlich die doppelte Leistungsfähigkeit³⁾). Den Gedanken an einen weiteren Ausbau der Stralauer Anlagen ließ man dabei ganz fallen, weil die Beschaffenheit des in diesen geschöpften Wassers nicht mehr einwandfrei erschien.

¹⁾ Schon 1868 hatte der Polizeipräsident beim Ministerium die Frage angeregt, ob es aus gesundheitspolizeilichen Gründen nicht angebracht wäre, das Privileg der Gesellschaft überhaupt aufzuheben.

²⁾ Der Wert der Grundstücke und Anlagen wurde nach der Taxe mit ca. $11\frac{1}{4}$ Million Mark beglichen; dazu kam aber noch eine Entschädigung von ca. $13\frac{3}{4}$ Millionen für entgehenden Gewinn. Dadurch entstand von vornherein eine außerordentliche Belastung der Wasserwerke, so daß auf eine längere Reihe von Jahren hinaus 25% von dem für 1 cbm Wasser gezahlten Preise als Zinsen und Amortisation des ganz bedeutenden Anlagekapitals zu rechnen waren.

³⁾ Bis Ende 1873 hatte nur etwas über die Hälfte aller bebauten Grundstücke mit Wasseranschluß versehen werden können. Erst vom April 1885 ab konnte dies für alle erreicht werden.

Gill's Entwurf schloß sich in der Hauptsache eng an Veitmeyer's Vorschläge an. Letzterer hatte die Mindestergiebigkeit des Havelstroms oberhalb Spandau auf 9000 l in der Sekunde festgestellt, wovon 1000 ohne Nachteil für die Schiffahrt entzogen werden könnten. Doch sollte das Wasser nicht unmittelbar der Havel bez. dem Tegeler See, einer Ausbuchtung derselben, entnommen werden, sondern aus Tiefbrunnen am südlichen Ufer des Sees. Der sechsmonatliche Betrieb einer Versuchsstation an jener Stelle hatte nicht nur die ausreichende Ergiebigkeit derartiger Brunnen nachgewiesen, sondern auch hatten fortgesetzte chemische Untersuchungen des gehobenen Wassers gezeigt, daß dieses keine ungeeigneten Bestandteile enthielt, keine künstliche Filtration bedurfte und eine gleichmäßige Temperatur von 10 bis 12° C. aufwies. Für die Wahl des Ortes war mitbestimmend, daß die Ufer des fast ganz von fiskalischen Forsten umschlossenen Sees dauernd vor der Verunreinigung durch Ackerbau oder Ansiedelungen bewahrt schienen, daß ferner bei einem etwaigen späteren Nichtgenügen der Brunnen das 27 Millionen cbm enthaltende Seebecken einen sicheren Ersatz bot und zudem ein treffliches Klärbassin für allerlei Sinkstoffe abgab, durch welchen Umstand die dann notwendig werdende künstliche Filtration sehr erleichtert werden mußte.

Die Ausführung des ersten Abschnittes der Tegeler Anlagen erfolgte mit möglichster Beschleunigung, so daß sie bereits im Herbst 1877 dem Betriebe übergeben werden konnten. Sie schöpften ihr Wasser aus 23 am Rande des Sees eingesenkten Brunnen von beträchtlicher Tiefe (10 bis 24 m) und bewährten sich zunächst tadellos. Sechs Monate nach ihrer Inbetriebsetzung traten die ersten Klagen über die Beschaffenheit des Wassers auf. Es zeigte sich in immer verstärktem Maße trübe und von rotbraunen Flocken durchsetzt. Eingehende von Fachmännern ausgeführte Untersuchungen klärten endlich diese sehr unangenehme und ganz unvorhergesehene That-sache auf. Der märkische Boden, wie der von fast ganz Norddeutschland, ist reich an Eisenverbindungen, welche durch Kohlensäure und organische Substanzen, die von der Erdoberfläche stammend mit dem versickernden Regenwasser zur Tiefe gelangen, als Eisenoxydulverbindungen in Lösung gehen. Kommt mit ihnen beladenes ganz klares Grundwasser mit der Luft in Berührung, so tritt alsbald Trübung ein, weil unter dem oxydierenden Einfluß des Luftsauerstoffs das vorhandene Eisenoxydul sich zu Eisenoxyd umbildet, das wegen seiner eigenartigen chemischen Verwandtschaftsverhältnisse mit den obengenannten Körpern nicht länger verbunden bleiben kann und sich daher in unlöslicher Form als Eisenhydroxyd ausscheidet. Dazu begünstigt der Eisengehalt des Wassers die üppige Entwicklung einer sich ausnehmend schnell vermehrenden Algenart, *Crenothrix polyspora*, die dann lebend oder auf verschiedenen Stufen der Zersetzung in das Röhrensystem gelangte und dadurch die Trübung des Wassers noch bedeutend verstärkte. Zahlreiche und mannigfache Versuche zur Beseitigung dieses Übelstandes führten zu keinem brauchbaren Ergebnis, und so beschlossen die Kommunalbehörden im Januar 1882, nach dreijähriger Erörterung der Angelegenheit, in Tegel vorläufig 10 Sandfilter zu erbauen, mit deren Hilfe das unter Aufgabe der Brunnen aus dem See zu entnehmende Wasser gereinigt werden sollte. Daneben wurde eine gemischte Deputation für die Vornahme von noch weiteren Versuchen zur Gewinnung

reinen Brunnenwassers niedergesetzt. Letztere hatten aber auch ferner keinen befriedigenden Erfolg, so dass sie im März 1886 als aussichtslos eingestellt wurden.

Dafs die zunächst ausgeführte erste Hälfte der Tegeler Anlage in Verbindung mit den alten Werken vor dem Stralauer Thor nur kurze Zeit noch dem Bedarf der stetig wachsenden Stadt genügen konnte, wurde schon 1879 erkannt, obgleich eine einschneidende Mafsregel der städtischen Behörden gleich nach der Übernahme der Wasserversorgung den Zeitpunkt für die vorzunehmende Erweiterung ganz bedeutend hinausgeschoben hatte. Da die englische Gesellschaft sich zunächst für die Wasserlieferung im allgemeinen einen gewissen Prozentsatz vom Mietswert jedes Grundstücks hatte zahlen lassen, ohne den wirklichen Verbrauch festzustellen, und erst allmählich und in beschränktem Mafse mit der Einführung von Wassermessern vorging, war eine ganz gewaltige Wasservergeudung die natürliche Folge. Die städtische Verwaltung dagegen machte sofort die Verwendung jener zur Pflicht. Ohne dafs der Verbrauch von Wasser für nützliche Zwecke im mindesten geshmälert wurde, sank derselbe, nach Jahressdurchschnitt berechnet, von 106 l auf den Kopf und Tag auf $62\frac{2}{3}$! In einzelnen Jahren stieg er allerdings auch wieder auf $68\frac{1}{2}$!¹⁾. Die Ausführung des im Juni 1882 beschlossenen Erweiterungsbaues der Tegeler Werke erfuhr durch verschiedene Verhältnisse eine unliebsame Verzögerung, weshalb derselbe erst im Herbste 1888 vollständig seiner Bestimmung übergeben werden konnte. Die Notwendigkeit der Beschleunigung zeigte sich bereits im Hochsommer 1883 in dem zeitweisen Wassermangel der oberen Stockwerke vieler Häuser, so dafs man bereits eine Einschränkung der Wasserentnahme für mancherlei Zwecke erwog, die dann im folgenden Jahre für reichlich 2 Monate auch wirklich eintreten müfste.

Mit Vollendung der Tegeler Anlagen waren die Wasserwerksbauten im Havelbecken zum Abschluss gebracht und konnten nun 86 400 cbm in 24 Stunden liefern, 146 000 zusammen mit den älteren Anlagen vor dem Stralauer Thor, hinreichend für den Bedarf von 1460 000 Menschen, wenn man 100 l auf den Kopf als höchste tägliche Verbrauchsmenge annimmt. Dieser Zahl aber näherte sich die Bevölkerungsmenge mit Riesenschritten (sie wurde 1889 bereits erreicht); daher musste schleunigst eine weitere Ausdehnung ins Auge gefafst werden. Dazu stand bei der starken Verschmutzung des Wassers durch die oberhalb angesiedelten Fabriken und die bedeutend vermehrte Schiffahrt noch die Notwendigkeit des völligen Eingehens der Stralauer Werke in naher Aussicht.

Weil das Havelbecken für die weitere Wasserentnahme nicht mehr in Betracht kam, schlug der im Jahre 1888 genehmigte Entwurf eine Neuanlage am Müggelsee oberhalb von Friedrichshagen vor. Für die Wahl des Ortes waren ähnliche Gründe

¹⁾ Der Durchschnittsbedarf einer längeren Reihe von Jahren betrug neuerdings 67 Liter, mit vielen anderen Städten verglichen ein nur geringer Betrag. Dabei ist aber zu beachten, dafs bei dem Wasserreichtum des Untergrundes der Stadt noch sehr beträchtliche Mengen für gewerbliche Zwecke, Badeanstalten u. dgl. aus Brunnenanlagen auf den einzelnen Grundstücken (ganz abgesehen von den öffentlichen Brunnen), teilweise auch unmittelbar aus der Spree entnommen werden. Da so die Kosten für die Reinigung, die Leitung und die Hebung des Wassers zu bedeutender Höhe wegfallen, stellen sich hier die Förderungskosten für 1 cbm Wasser wesentlich niedriger wie der Preis, zu dem die städtischen Werke liefern können. Mit Einschluss dieser Wassermengen lässt sich der Verbrauch auf etwa 113 Liter schätzen.

bestimmend wie bei der Tegeler Anlage. Die Müggelseewerke sollten nach ihrer Fertigstellung zusammen mit denen am Tegeler See das für $2\frac{1}{2}$ Million Menschen nötige Wasser liefern, wobei zwei Drittel der Aufgabe (2 cbm in der Sekunde, 172 800 in 24 Stunden) auf die ersteren fallen. Nach Überwindung vieler Schwierigkeiten und langwieriger Verhandlungen mit einer Reihe von Behörden¹⁾ konnte der erste Abschnitt der neuen Werke, zuletzt mit Anspannung aller Kräfte, im Oktober 1893 fertiggestellt werden. Der Betrieb der bedenklich gewordenen Stralauer Werke wurde im Laufe des vorhergehenden Sommers allmählich eingeschränkt, im November völlig eingestellt.

Werk Müggelsee wird nach seiner Vollendung (im Herbst 1899 wurde das dritte Viertel beendet) aus 4 ungefähr gleich leistungsfähigen Abteilungen bestehen, deren jede selbstständig für sich arbeitet, die aber so miteinander verbunden sind, dass sie sich bezüglich der einzelnen Teile (Maschinen, Filter u. s. w.) jederzeit gegenseitig ergänzen bzw. ersetzen können (in Tegel 2 solcher Abteilungen), eine Einrichtung, die zur Sicherheit des Betriebes gegen Unterbrechungen getroffen ist. Das Wasser wird dem See nicht unmittelbar am Ufer entnommen, wo es stärker verunreinigt ist, sondern die Entnahme erfolgt durch einen 120 m in den See vorgeschobenen Kanal von Eichenholz, welcher auf dem Seeboden so tief verlegt ist, dass der Wellenschlag auf die Reinheit des Wassers keinen schädlichen Einfluss mehr ausüben kann. Auf seinem Wege zu den beiden Schöpfmaschinen jeder Abteilung (eine dritte in Reserve gehalten) geht es durch ein Gitter und ein feinmaschiges Sieb, die Schmutzteile, Pflanzen und Tiere möglichst zurückhalten, und wird nun auf die Filter getrieben. Ihr Material besteht von unten nach oben aus 30 cm Feldsteinen, 30 cm Kies und 60 cm Sand (10 cm gröberem und 50 cm feinerem). Sie sind überwölbt und mit Erde bedeckt, um sie selbst bei starkem Frost betriebsfähig zu erhalten, namentlich auch um jederzeit ohne Rücksicht auf die Temperatur eine Blofslegung und Reinigung zu ermöglichen. Ihre Anzahl beträgt am Müggelsee gegenwärtig 34, in Tegel 21, mit einer Sandfläche von je 2330 qm, im ganzen also c. 128 000 qm Filterfläche. Durch die die Filterschichten durchbrechenden Zuführungsschachte tritt das Rohwasser von unten her auf den Sand und breitet sich allmählich überfließend aus, ohne die ebene Lagerung desselben im mindesten zu stören. Dabei wird durch besondere Regulievorrichtungen der Wasserspiegel stets an derselben Stelle gehalten, im neu aufgeschütteten Filter auf 130 cm Höhe. Das Wasser sinkt durch den Sand mit einer Geschwindigkeit von 10 cm in der Stunde, geht durch die Kies- und Steinpackung, welche ein Fortschwemmen des Sandes verhindert, sammelt sich auf dem cementierten Boden des Bassins in einem mit durchbrochenen Wänden versehenen Abfluskanal und tritt durch die Mefsapparate des „Filterhäuschens“ in die Reinwasserbehälter, welche mit abwechselnd an die Seitenmauern angeschlossenen Leitmauern versehen sind, um dem durchströmenden Wasser eine schlängenförmige Bewegung zu geben und das Stagnieren zu verhindern.

Die Güte des gereinigten Wassers wird nach der Zahl von entwickelungsfähigen „Keimen“ beurtheilt, die in 1 ccm noch vorhanden sind. Zu dem Zwecke wird es in

¹⁾ Der Ausbruch der furchtbaren Choleraepidemie in Hamburg (Herbst 1892), welcher auf die schlechten Wasserverhältnisse zurückzuführen war, brachte sie endlich zu einem beschleunigten Abschlussse

kurzen Zwischenräumen einer eingehenden bakteriologischen Prüfung unterworfen, welche sich auch auf das Rohwasser erstreckt, und nach den Ergebnissen dieser regelt sich der Betrieb. Die Zahl der Keime im Rohwasser beträgt durchschnittlich c. 350 auf 1 ccm, steigt selten auf 1000, gelegentlich aber auch auf 6000—8000 und noch höher. Als „einwandsfrei“ gilt auf Koch's Vorschlag seit der Choleraepidemie von 1892 Wasser mit 100 Keimen auf 1 ccm (früher wurde ein Gehalt von 150, noch früher von 300 für zulässig erachtet), während die Prüfungen seit längerer Zeit selten mehr wie 20—30 erkennen ließen. Einwandsfrei ist das filtrierte Wasser jedoch nur in bedingter Weise. Wenn auch die Sandfilter einen weitgehenden Schutz gegen das Durchschlüpfen von krankheitserregenden Keimen bieten, so doch jedenfalls keinen unbedingten. Da sie eben kein ganz keimfreies Wasser liefern, so ist es wohl denkbar, dass zur Zeit ausbreiteter Epidemien Krankheitserreger, wie Typhus- oder Cholerabacillen, wenn sie durch Zufall in größerer Menge in das Rohwasser gelangen, in einzelnen Exemplaren mit den harmlosen Keimen zusammen auch die Filter passieren. Zur größeren Sicherheit dürfte es sich in solchen Zeiten daher empfehlen, durchaus nur vorher abgekochtes Wasser zu genießen.

Eine ausnehmend wichtige Rolle bei der Reinigung des Wassers spielt die sogenannte „Bakterienhaut“, eine Anhäufung von Milliarden von Bakterien auf und in der obersten Sandschicht bis zu etwa 12 cm Tiefe. Nicht nur, dass ihre die einzelnen Sandkörner umspinnenden Kolonien den verschiedenen Keimen gewissermaßen den Weg verlegen und sie durch ihre kleberige Beschaffenheit festhalten, sondern sie vernichten geradezu eine grosse Zahl derselben (darunter auch von krankheitserregenden), ebenso wie sie die Beschaffenheit des Wassers auch durch die Beseitigung gelöster fäulnisfähiger organischer Substanzen, die ihnen ebenfalls zur Nahrung dienen, verbessern. Ihre Thätigkeit erinnert an die der Lebewesen, welche bei der „Selbstreinigung der Flüsse“ (vgl. weiter unten) in's Spiel kommen. Von größter Wichtigkeit für ihr Wirken ist es dabei, dass der Durchgang des Wassers durch den Sand ein langsamer sei, und dass jede Zunahme der Geschwindigkeit vermieden werde, weil die an den Sandkörnern bereits zurückgehaltenen Organismen sonst Gefahr laufen, wieder weggespült zu werden. Nach Filtrationsversuchen, die man mit durch Ausglühen steril gemachtem Sande anstellte, lässt dieser zunächst eine ganz besonders große Zahl von Keimen durchgehen, da ihm eben noch die nützlichen Bakterien fehlen.

Nach durchschnittlich sechswöchentlichem Betriebe (im Winter nach längerer, im Sommer schon nach kürzerer Zeit) muss das Filter trocken gelegt und gereinigt werden, weil die auf ihm sich ablagernde Schlammschicht durch ihre Stärke die Filtration zu sehr verlangsamt, allmählich auch in Zersetzung übergehen würde; sie wird zusammen mit der obersten Sandschicht abgehoben. Ist durch öftere Wiederholung des Verfahrens die Hälfte des feineren Sandes (25 ccm) abgeräumt, so wird dieser wieder bis zur ursprünglichen Höhe aufgefüllt (eine weitere Ausräumung der Filter hat sich bisher noch nicht als nötig erwiesen). Die abgehobene Schicht wird zum Zwecke der Wiederbenutzung in einer mit Dampf betriebenen Sandwäsche gereinigt. Das sehr unreine Waschwasser geht mit allen anderen Abwässern des Werkes Müggelsee durch einen 1,8 km langen Kanal in die Spree unterhalb des Sees, um eine Verun-

reinigung des geschöpften Wassers zu verhüten (in Tegel durch den Möckernitz- und den Nonnengraben und die „faule Spree“ bei Fürstenbrunn ebenfalls in die Spree). Nach jeder Reinigung läfst man die Filtration zunächst mit einer sehr geringen Geschwindigkeit ($\frac{1}{4}$ der normalen) vor sich gehen und steigert dieselbe nur langsam. Noch sorgfältiger mußt man nach einer Wiederauffüllung des weggeräumten Sandes verfahren. Hier pflegt das Wasser erst nach etwa 5 Tagen den vorschriftsmäßigen Gehalt an Keimen aufzuweisen und darf nicht eher der Reinwasserleitung zugeführt werden; bis dahin fliesst es durch den erwähnten Abzugskanal wieder der Spree zu. Erst in dieser Zeit haben sich also in den obersten Sandschichten die nützlichen Bakterien in hinreichender Menge entwickelt.

Sowohl die Müggelsee- wie die Tegeler Werke schöpfen und reinigen in jeder Zeiteinheit der 24 Stunden eine ungefähr gleiche Wassermenge. Da jedoch schon in den Tagesstunden der Verbrauch ein sehr schwankender ist, derselbe aber in der Nacht auf einen kleinen Bruchteil zurückgeht, ergiebt sich die Notwendigkeit von Zwischenstationen, die, in der Nähe der Stadt möglichst hoch gelegen, den zeitweise geförderten Überschuss an Wasser in überwölbten Behältern aufsammeln und ihn dann in den Stunden stärkeren Bedarfs weiter befördern. Sie haben demnach für die Wasserwerke eine ähnliche Bedeutung wie für die Gasanstalten die Gasbehälter. Die Zwischenstation für die Anlagen am Müggelsee ist „Werk Lichtenberg“, für Tegel „Werk Charlottenburg“. Nach Lichtenberg führen 2 Rohrstränge von je 120 cm lichter Weite, die an 3 Punkten durch Schieberstellungen so in Zusammenhang stehen, daß jede Teilstrecke bei einem etwaigen Rohrbruch ausgeschaltet und durch den nebenliegenden Strang ersetzt werden kann. Die Pumpen der Entnahmestationen fördern das Wasser zunächst in die Behälter der Zwischenstationen (über ihre innere Einrichtung vgl. S. 11), aus denen es dann weiter in das Rohrsystem der „Niederstadt“ mit einem Überdruck von $3\frac{1}{2}$ Atm. (über der mittleren Pflasterhöhe gemessen) gepresft wird. Eine besondere Schwierigkeit erwächst aus der Versorgung der „Hochstadt“. Die Druckhöhe des von den Maschinen der Zwischenstation gehobenen Wassers genügt für diese Bezirke nicht. Um nicht die Wassermenge für die ganze Stadt überflüssig hoch heben zu müssen, war man daher genötigt, diese Teile mit einem in sich geschlossenen Rohrnetz zu versehen, welches von einer Nebenanlage des Lichtenberger Werks, „Werk Belforterstrasse“, gespeist wird. In dessen Behälter wird das Wasser von Lichtenberg aus gefördert, um dann nochmals in Hochreservoir gehoben zu werden, aus denen es sich weiter durch hydrostatischen Druck verteilt. Eine ähnliche Aufgabe, nur in viel kleineren Verhältnissen, hat die Anlage auf dem Tempelhofer Berge, die ihr Wasser von Werk Charlottenburg erhält, für den hochgelegenen Teil am Kreuzberge zu erfüllen. Als Sicherheitsventil, um durch Begrenzung der größten Druckhöhe das Rohrnetz der Niederstadt gegen einen etwaigen Überdruck und dessen Folgen zu schützen, sind auf Werk Belforterstrasse wie auf Werk Charlottenburg offene Wasserstandsrohre mit Überfallrohr in turmartigen Gebäuden angebracht.

Gegenwärtig erfreut sich Berlin einer so trefflichen Versorgung mit gutem Wasser wie wenige andere Grossstädte. Ist eine Dauer dieses befriedigenden Zustandes fest verbürgt? Leider kann die Frage nicht sicher bejaht werden. In dem Maße als die

weitere Umgebung Berlins stärker bebaut wird, unbedeutende Dörfer zu stadtlichen städtischen Gemeinwesen heranwachsen, allerorten Fabrikanlagen und andere industrielle Unternehmungen sich ansiedeln, rückt die Gefahr einer stärkeren Verunreinigung des Wassers des Tegeler und des Müggelsees näher. Schon wurde die Stadt in einen Rechtsstreit mit Anwohnern des Nonnengrabens verwickelt, durch den sie zum Schutz der Tegeler Werke neben den Abwässern dieser auch die nach einem eigentümlichen Klärverfahren gereinigten Abwässer der Gemeinde Tegel, die das Vorflutrecht nach dem See besitzt, mit Umgehung des letzteren der Unterspree zuführte. Bei dem unsicheren Ausgange hat die Stadt inzwischen die Verleihung des Enteignungsrechts nachgesucht, weil sie im Falle des Unterliegens nicht wüste, wo sie mit den Abwässern bleiben sollte. Wie abhängig bei dem gegenwärtigen Zustande die Beschaffenheit des Wassers von äusseren Verhältnissen sein kann, deren Regelung außerhalb der Machtbefugnisse der städtischen Verwaltung liegt, zeigte im verflossenen Jahre das Vorkommnis vom 17. Dezember. In weiten Bezirken der Stadt, in allen denen, welche ihr Wasser ganz oder teilweise vom Müggelsee her erhalten, erwies sich dieses plötzlich ganz ungenießbar, von sehr unangenehmem und widerlichem Geschmack. Sofort an Ort und Stelle angestellte Nachforschungen ergaben, daß keine Betriebsfehler vorlagen und die Filter in tadeloser Weise arbeiteten, daß aber u. a. der Keimgehalt des Rohwassers auf die hohe Zahl von 8000 in 1 ccm, und der Ammoniakgehalt auf mehr wie das Doppelte gestiegen war. Bisher ist es noch nicht gelungen, die Ursache herauszufinden, doch muß eine sehr starke Verunreinigung des Wassers von außen her gekommen sein, wahrscheinlich durch irgend welchen Unrat, der von Erkner oder noch weiter her durch die Spree in den Müggelsee geführt wurde. Als auch für alle Zukunft völlig gesichert kann man somit die jetzige Weise der Wasserversorgung Berlins durchaus nicht betrachten. Da ist die Thatsache von Bedeutung, daß eine Aufgabe, mit deren Lösung man sich nach Errichtung der Tegeler Werke in kostspieligen, jahrelangen Versuchen vergeblich bemühte, später in anscheinend völlig befriedigender Weise wirklich gelöst wurde, nämlich die Gewinnung von klarem und eisenfreiem Wasser mit Hilfe von Tiefbrunnenanlagen.

Während die Tegeler und Müggelseewerke naturgemäß nur das Gebiet der Stadt Berlin versorgten, übernahm es eine Aktiengesellschaft, die „Charlottenburger Wasserwerke“, außer Charlottenburg auch eine gröfsere Zahl anderer der westlichen und südlichen Vororte mit Wasser zu versehen. In 3 Entnahmestationen (am Teufelssee im Grunewald, am Wannsee bei Beelitzhof und an der Spree am Nonnendamm in der Jungfernhaide) wird das nötige Wasser aus einer gröfsen Zahl von Tiefbrunnen gefördert, um, ehe es die Werke verlässt, einem eigenartigen „Enteisungsverfahren“ unterworfen zu werden, welches nach dem System eines Beamten der Berliner Wasserwerke, des Ingenieurs Piefke, der auch schon bei den obenerwähnten Versuchen in Tegel beteiligt war, zur Ausführung kommt. Zu diesem Zwecke tritt das gehobene Wasser zunächst auf die sogenannten „Rieseler“, Bassinanlagen, die in 3,5 m Höhe früher mit Koks, jetzt meist mit in besonderer Weise gepackten Schichten von Ziegelsteinen ausgesetzt sind (einer Anordnung, wie sie in ähnlicher Weise auch bei den Siemens-schen Regeneratorkammern zur Verwendung kommt). Das Wasser fliesst erst über die

vielfach durchbohrten Wellbleche, welche den Anlagen zur Decke dienen, fällt 1 m hoch in einzelnen Strahlen auf das Steingitter und erfährt bei diesem Falle und beim Hinrieseln über das letztere eine so innige Berührung und Mischung mit der Luft, daß durch den dadurch bedingten regen Oxydationsprozeß eine schnelle Ausscheidung der löslichen Eisenoxydulverbindungen in Form von unlöslichem Eisenhydroxyd erfolgt. Die klar eintretende Flüssigkeit verläßt die Rieseler trübe und schlammig und geht nun auf die Filter, welche ähnlich wie die früher beschriebenen geschichtet sind. Da hier indessen nicht mit einer starken Verunreinigung durch Lebewesen und gelöste organische Substanzen zu rechnen ist, kann das Filtrieren mit einer sehr bedeutenden Geschwindigkeit, 1 m Wasserschicht in der Stunde¹⁾ (also der 10fachen Ausnutzung der Filter wie auf den städtischen Werken), vorgenommen werden, wodurch der Bedarf an diesen so kostspieligen Einrichtungen ein ganz außerordentlich geringerer wird. Mit der Enteisenung des Wassers in den Rieselern ist zudem eine noch weitere Reinigung verbunden durch Befreiung von Schwefelwasserstoff, der teilweise entweicht, zum andern Teile ähnlich wie die Eisenverbindungen oxydiert wird (zu Wasser und Schwefel), und von flüchtigen organischen Verbindungen, die, im Rohwasser mit Eisenoxydul vereinigt, in Gemeinschaft mit Kohlensäure dasselbe in Lösung halten, bei dessen Oxydation aber frei werden und durch einen starken im Rieselergebäude auftretenden Geruch, der sich mit dem des Schwefelwasserstoffs mischt, ihr Entweichen verraten. Für Berlin haben die Enteisenungsanlagen der Charlottenburger Wasserwerke die Bedeutung eines im größten Maßstabe ausgeführten wohlgelungenen Experiments und zeigen einen Weg, den man zu gehen haben wird, falls die Entnahme von Wasser unmittelbar aus dem Tegeler oder Müggelsee aus einem oder dem anderen Grunde irgendwie bedenklich werden sollte, wobei noch zu beachten ist, daß, obgleich es ganz reines und keimfreies Wasser in der Natur überhaupt nicht giebt, jedenfalls doch Tiefbrunnenwasser dem Oberflächenwasser gegenüber von vornherein viel einwandfreier erscheint. Indessen bleibt dabei noch die Frage offen, ob für eine Bevölkerung von vielleicht bald 2 Millionen die Wasserversorgung ausschließlich durch Brunnenanlagen wirklich möglich sein würde.²⁾

II.

Im engsten Zusammenhange mit der Wasserzufuhr steht die Entwässerung Berlins. Wie früher angegeben wurde, war es gerade die zwingende Notwendigkeit einer besseren Entwässerung der Stadt, die den Gedanken an eine künstliche Wasserzufuhr überhaupt erst anregte. Im Februar 1842 zum erstenmal führte der Geh. Oberbaurat Crelle in einem vor der Akademie der Wissenschaften gehaltenen Vortrage aus, daß mit der Einrichtung der Wasserleitung auch die Anlage unterirdischer Entwässerungskanäle unter Beseitigung der offenen Rinnsteine verbunden sein müsse. So hatten auch die Staatsbehörden in ihrem Vertrage mit den englischen Unternehmern über die

¹⁾ Durch die Rieseler geht das Wasser mit der fünffachen Geschwindigkeit.

²⁾ Vgl. den Nachtrag auf Seite 27.

Wasserversorgung Berlins die Frage der Entwässerung nicht ganz übersehen können. Diese wurden verpflichtet, einen bestimmten Bruchteil ihres Reingewinns, falls er eine gewisse Höhe erreichte, einem Fonds zur Herstellung und Unterhaltung eines Kloakensystems zu überweisen. Als die Stadt die Wasserwerke selbst übernahm, hatte jener indessen erst die bescheidene Höhe von 450 000 Mark erreicht. In welcher Weise sich die Sache später tatsächlich gestaltete, und wie das Übel, anstatt abzunehmen, zu einer unerträglichen Höhe anwuchs, wurde ebenfalls schon erwähnt. Wenn man auch in weiterem Umfange daran ging, die anstößigsten Rinnsteine durch Granitplatten zu überdecken oder durch tiefer liegende unterirdische Kanäle zu ersetzen, so ließen sich dadurch wohl unangenehme oder selbst gefährliche Verkehrshindernisse beseitigen, die Bedenken in gesundheitlicher Beziehung waren jedoch nicht gehoben, eher noch vermehrt. Die offenen Rinnsteine waren doch wenigstens der Reinigung mit dem Besen zugänglich, während jene Anlagen ausgedehnte unterirdische Kloaken vorstellten, die bei dem Mangel ausreichender Spülung Anhäufungen faulender Substanzen verursachten, deren gasförmige Zersetzungprodukte, an den vorhandenen Öffnungen austretend, die Luft verpesteten. Dazu kam mit der schnellen Vergrößerung Berlins und der starken Steigerung des Wasserverbrauchs eine in beängstigender Weise zunehmende Verschmutzung der öffentlichen Wasserläufe innerhalb und unterhalb der Stadt. Zumal bei der stets wachsenden Schwierigkeit, die Abfälle und den Schmutz der Häuser durch Abfahren zu entfernen, wurden diese in immer steigendem Grade der Sammelort für alldergleichen. Mit dem Grünen Graben z. B., einem seither zugeschütteten Spreearm, waren in seiner ganzen Länge die Aborten der angrenzenden Häuser in unmittelbare Verbindung gebracht. Eine entsprechende öffentliche Anlage befand sich unter der Gertraudtenbrücke; zudem war die Gegend der Jungfernbrücke eine bevorzugte Stelle, an der nächtlicher Weile jedmöglicher Unrat der Häuser in den Fluss entleert wurde — und gerade unterhalb beider Brücken, und ausschließlich hier, standen den ganzen Tag die Wasserwagen der Weißbierbrauereien, um dasselbst das edle Nafs für ihren Betrieb zu schöpfen. Bekannt ist Fr. Rückert's Ausspruch: „Die Spree tritt in Berlin als ein Schwan und verlässt es wie ein Sch . . .“. Das hinderte indessen nicht, dass sie bei ihrem Austritt, nachdem sie soeben noch alles aus dem großen Militärlazarett aufgenommen, zwei sehr beliebte Badeanstalten (von Lutze und Tichy) speiste, beide in der Gegend der heutigen Moltkebrücke gelegen.

Da es unmöglich so weitergehen konnte, entsandte der Minister v. d. Heydt im Jahre 1860 zur Prüfung der in anderen grossen Städten bestehenden Entwässerungsanlagen eine Kommission nach Hamburg, Frankreich und England. Im Anschluss an die gemachten Erfahrungen veröffentlichte bereits im folgenden Jahre der Geh. Oberbaurat Wiebe einen Vorschlag „über die Reinigung und Entwässerung der Stadt Berlin“, dem der Entwurf zu einem allgemeinen Kanalsystem beigegeben war. Die gesamten Abwässer sollten unterhalb der Stadt an einer Stelle bei Moabit zusammengeführt und hier in die Spree gelassen werden. Der fortschreitenden Verseuchung der öffentlichen Wasserläufe im Berliner Stadtgebiet ließ sich so zwar ein Ziel setzen; was hätten indessen die Verwirklichung dieses Plans für die flussabwärts liegenden Städte Charlottenburg und Spandau bedeutet!

Wenn auch der Wiebe'sche Entwurf zur Ausführung nicht geeignet erschien, so hatte er doch den guten Erfolg, eine sehr weitgehende Teilnahme für den Gegenstand anzuregen. Nicht nur kam es innerhalb der Behörden zu eingehenden (leider auch überaus langwierigen) Verhandlungen, sondern es entspann sich auch ein langer und heftiger Kampf der verschiedenen Ansichten in den ausgedehntesten Kreisen von Fachmännern, des Publikums und der Presse. Das vorläufige Ergebnis war der Entschluss, nach allen in Betracht kommenden Richtungen hin Versuche und Untersuchungen anstellen zu lassen, mit deren Ausführung im Jahre 1869 der Baurat Hobrecht unter Leitung einer zu diesem Zwecke eingesetzten städtischen Deputation beauftragt wurde. 1872 erschien über dieselben ein zusammenfassender Bericht in dem Werke „Reinigung und Entwässerung Berlins“. Im Gegensatz zu Wiebe betonte der Hobrecht'sche Entwurf die Unmöglichkeit des Einleitens der Abwässer unmittelbar in die Spree; es bliebe nichts weiter übrig, als sie durch Dampfkraft auf die Felder der weiteren Umgebung zu treiben und sie erst nach einer gründlichen Reinigung auf den berieselten Strecken den öffentlichen Wasserläufen wieder zuzuführen. Nur für die bei heftigen Regengüssen nicht zu bewältigenden Wassermassen war ein unmittelbarer Eintritt in die letzteren vorgesehen. Die Ausführung des Entwurfes wurde im März 1873 beschlossen, und während der Errichtung der ersten von der Stadt selbst angelegten Wasserwerke in Tegel war auch der erste Abschnitt der planmäßigen Entwässerungsanlagen Berlins in vollem Bau begriffen. Mit dem 1. Januar 1876 konnte der regelmäßige Betrieb desselben eröffnet werden; im Laufe des Jahres 1893 kam das große Werk im wesentlichen zu Ende.

H. teilte das ganze Stadtgebiet in 12 von einander unabhängige Entwässerungsgebiete („Radialsysteme“), hauptsächlich bedingt durch die sehr verschiedene Höhenlage der einzelnen Bezirke und die vorhandenen Wasserscheiden und Wasserläufe, jedes mit einer „Pumpstation“, die möglichst annähernd am tiefsten Punkte des Systems liegen müsste, damit das Wasser den Pumpwerken, die es heben und durch eine besondere Druckrohrleitung weiter auf die Rieselfelder führen, mittelst seines natürlichen Gefälles zufließen kann. Nahe der Station vereinigen sich alle einzelnen Kanäle zu einem einzigen, der sich kurz vor dieser zu dem „Sandfang“ erweitert, einem kreisrunden offenen Brunnen von 12 m Durchmesser. Ein senkrechttes Eisen-gitter teilt ihn in 2 gleiche Hälften. Die bedeutende Verbreiterung des Profils veranlaßt eine starke Verringerung des Geschwindigkeit des Wassers und dadurch die Ablagerung der bis hierher mitgeführten Sinkstoffe, hauptsächlich aus Sand bestehend, während Lappen und ähnliche größere schwimmende Körper durch das Gitter zurückgehalten werden, sodass nun das Wasser ohne Gefahr für die Ventile in die Pumpen treten kann. Erreicht infolge von starken Regengüssen der Wasserstand vor den Pumpen eine gewisse Höhe, so fliesst der Überschuss, der von den Maschinen nicht bewältigt werden könnte, durch eine hier abzweigende Leitung, den „Hauptnotauslaß“, unmittelbar dem nächsten Wasserlauf zu. Ähnliche „Notauslässe“ sind außerdem über das ganze Entwässerungsgebiet verteilt. So werden im Bedarffalle die Straßenleitungen entlastet und Überschwemmungen von Straßen und Kellern verhütet. Die dabei nicht zu umgehende Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe ist sehr viel

unbedeutender als man meinen sollte, da, sobald die Notauslässe in Thätigkeit treten, die Hauswasser schon sehr stark durch Regenwasser verdünnt sind und nur etwa $\frac{1}{8}$ Proz. von Verunreinigungen enthalten, bei der vollen Inanspruchnahme jener aber gar nur $\frac{1}{150}$ Proz.

Die Straßenleitungen bestehen überwiegend (zu mehr als $\frac{3}{4}$ der Gesamtlänge) aus glasierten Thonröhren von 21 bis 28 cm Weite, der Rest aus gemauerten Kanälen mit meist eiförmigem Querschnitt von 1 bis 2 m und noch bedeutenderer Höhe. Das Straßenwasser tritt in die unterirdische Leitung durch die „Gullies“, flache gemauerte Kästen, die oben mit einem eisernen Gitter abgedeckt und im allgemeinen dicht neben der Bordschwelle des Bürgersteigs in Entfernungen von je 60 m angeordnet sind. Sie sind als Schlammfänge konstruiert, um das Eintreten des mitgespülten Strafsenschmutzes in die Leitungen möglichst zu verhüten.

Ein weiterer wichtiger Teil der Anlage sind die „Revisionsbrunnen“, die zum Einstiegen eingerichtet und in Entfernungen von je 60 bis 80 m angelegt sind, und jedenfalls da, wo Thonrohrleitungen in wagerechtem oder senkrechtet Sinne ihre Richtung ändern, so dass zwischen 2 Brunnen stets eine gerade Rohrstrecke liegt. Mit einem eisernen durchbrochenen Deckel geschlossen, dienen sie zunächst dem Ausgleich zwischen der Luft des Leitungssystems und der äusseren, verhüten eine Ansammlung von Fäulnisgasen und besonders auch eine starke Kompression der eingeschlossenen Luft durch einstürzende Wassermassen; bei starken Regengüssen lassen sie die Luft oft mit grosser Heftigkeit entweichen. Ferner sind sie unentbehrlich für die Reinigung des Systems. Zur Spülung einer zwischen zwei Brunnen liegenden Strecke werden im oberen der beiden alle einmündenden Thonrohre mit leichten Holzpropfen geschlossen; dann wird der Brunnen bis zum Rande aus der Wasserleitung gefüllt und darauf der Propfen, welcher das unterhalb liegende Leitungsstück abschliesst, plötzlich vermittelst einer Kette herausgezogen. Die herabstürzenden Wassermassen spülen die tieferliegende Rohrstrecke kräftig. Eine noch ausgiebigere Reinigung erzielt man beim Hindurchziehen cylindrischer Bürsten von einem Brunnen zum andern. In gewissen Zwischenräumen wird es auch nötig, die Hauptkanäle von einem Brunnen aus zu begehen, um allen dorthin zusammengeführten Sand herauszunehmen. Sobald er sich zu einer Höhe von etwa 15 cm angesammelt hat, wird er nach Reinspülung durch über ihn hinfließendes Wasser während der Nachtstunden in Eimern entfernt. Die Spülung jeder Rohrstrecke erfolgt etwa alle 12 Tage, ein Begehen jedes Kanalstranges ungefähr alle 20 Tage, das Durchziehen von Bürsten nur alle 2 bis 6 Jahre.

III.

Sind nun die Abwässer Berlins durch die Druckrohrleitungen aus dem Stadtgebiet geschafft, so bleibt noch die schwierige Aufgabe zu lösen, sie unschädlich zu machen. Berlin hat nicht die glückliche Lage von London, das, in den Jahren 1859 bis 1875 mit einer systematisch angelegten unterirdischen Kanalisation versehen, seine sämtlichen Abwässer nach dem unteren Ende der Stadt in gewaltige hochgelegene Behälter fördert, von wo sie nach oberflächlicher Reinigung auf chemischem Wege, in die

Themse gelassen und durch den ausgehenden Ebbestrom ins Meer geführt werden. Auch nicht gleich zahlreichen anderen Städten darf es seine ungereinigten Schmutzwässer einfach in den nächsten Fluss leiten, mit der tröstlichen Gewissheit, daß dieser ohne weiteren Schaden für andere Orte mit denselben fertig werden wird.

Eine sehr merkwürdige, aber sicher festgestellte Thatsache ist nämlich die sogenannte „Selbstreinigung“ der Flüsse, die bewirkt, daß zahlreiche solcher, welche durch die einfließenden Schmutzmassen auch grosser Städte in stärkstem Masse unreinigt werden, weiter unterhalb in nicht zu grosser Entfernung wieder trinkbares Wasser von normaler Beschaffenheit führen. So zeigt das unsaubere Isarwasser nur 7 km unterhalb Münchens keine Spur von Verunreinigung mehr; es ist nichts mehr zu sehen, zu riechen oder zu schmecken, chemisch oder bakteriologisch nichts mehr nachzuweisen, was berechtigte, von einer Flussverunreinigung zu sprechen. Ähnlich verhält sich der Rhein unterhalb von Köln, der Main flussabwärts von Frankfurt; auch die durch Paris verpestete Seine hat bei Meulan wieder reines, genussfähiges Wasser. Unerlässlich für diese Wirkung der Flüsse ist aber neben einer gröfseren Wasserrfülle ein schnelles Fließen in einem nicht zu krummlinigen Bette, Bedingungen, die gerade bei der Spree nicht zutreffen. Sind diese aber nicht erfüllt, so sinken die mitgeführten Stoffe bald zu Boden und bilden Ablagerungen, welche durch ihre andauernde faulige Zersetzung das Wasser stetig verderben. Im Gegensatze dazu weist z. B. der Tiber, welcher zeit mehr als zwei Jahrtausenden den Unrat von ganz Rom aufnimmt, keine derartigen Ablagerungen auf. Durch den schnellen Fluss reichlicher Wassermassen werden diese verhindert; zudem wird die bewegte Flüssigkeit immer von neuem wieder ausgiebig mit Luft gemengt, wodurch die besten Verhältnisse für das günstige Gedeihen einer Reihe von Organismen geschaffen werden, die durch ihre Lebenstätigkeiten im stande sind, die sehr verwickelt zusammengesetzten organischen Substanzen in einfache mineralische aufzulösen, sie zu „mineralisieren.“ Kohlensäure und Wasser, Ammoniak oder Salpetersäure, unter Umständen auch Sumpfgas, sind die Endprodukte ihrer Einwirkung. Besonders thätig in dieser Richtung sind gewisse Bakterien, deren Einfluß uns schon in der obersten Schicht der Sandfilter entgegentrat. Für ihre Entwicklung brauchen dieselben neben den erwähnten Schmutzstoffen, die ihnen zur Nahrung dienen, vor allem grosse Mengen von Sauerstoff, welcher in geringerem Grade zwar schon unmittelbar oxydierend einwirkt, ganz überwiegend aber durch den lebhaften Atemprozeß dieser Organismen auf die oxydationsfähigen Substanz übertragen wird. Daher auch die auffällige Erscheinung, daß das Seinewasser innerhalb und unterhalb von Paris ganz frei von Sauerstoff ist und erst wieder in Meulan den normalen Gehalt daran zeigt. Ebenso erklärt sich das häufig beobachtete Absterben von Fischen in plötzlich verschmutztem Wasser nur vereinzelt durch eine unmittelbare schädliche Einwirkung der Beimengungen; sondern die Tiere sterben bei dem regen Sauerstoffverbrauch ihrer kräftigen Mitbewerber in der Hauptsache den Erstickungstod. Neben den erwähnten Bakterien, die selbst wieder höher stehenden Geschöpfen zur Nahrung dienen, ist noch eine lange Reihe von Lebewesen mittelbar oder unmittelbar bei der Reinigung des Wassers betheiligt, außer einzelnen Schmutzstoffen verzehrenden Tieren hauptsächlich Pflanzen. Wie gewisse

Landpflanzen sich ausschliesslich oder überwiegend von organischen Substanzen ernähren (vgl. die zahlreichen Schmarotzer-, Verwesungs- und „fleischfressenden“ Pflanzen), wie es nach experimentellem Nachweis eine Anzahl anderer wenigstens gelegentlich thut, so spielt bei der Reinigung des Wassers wohl die ganze Flussvegetation eine mehr oder minder bedeutende Rolle schon durch unmittelbaren Verbrauch der aufgelösten organischen Substanzen oder deren erster Zersetzungprodukte, eine noch wichtigere aber, indem sie, auf Kosten der erzeugten Kohlensäure, der Ammoniak- und Salpetersäureverbindungen üppig gedeihend, dafür grosse Mengen von Sauerstoff ausscheidet, dessen reichliches Vorhandensein für die Entwicklung der oben erwähnten Kleinlebewesen unentbehrlich ist. — Das Selbstreinigungsvermögen der Flüsse gilt heute als eine so festbegründete Thatsache, dass im Jahre 1891 der „Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege“ auf seiner Generalversammlung in Leipzig die Resolution fasste, die unmittelbare Einleitung der städtischen Abwässer in die Flüsse müfste die Regel, ihre vorherige Reinigung nur die Ausnahme sein, während er fünfzehn Jahre früher, auf der Generalversammlung zu Düsseldorf, den entgegengesetzten Standpunkt vertreten hatte. Freilich sind in jedem bestimmten Falle die besonderen Verhältnisse zu beachten. Wenn in der neuesten Zeit zwischen den Vertretern von Mannheim, das seine in der ärgsten Weise verunreinigten Abwässer in den Rhein nur 12 km oberhalb der Stelle einlassen will, wo Worms sein Trinkwasser entnimmt, und denen der letzteren Stadt ein heftiger Streit ausgebrochen ist, so wird man das Widerstreben dieser begreifflich finden. Ebenso war bei der ungünstigen Beschaffenheit der Spree auch nicht die entfernteste Möglichkeit vorhanden, ihr die ungeheuren Abwassermengen Berlins zuzuführen. Indessen liegt der Gedanke nahe, ein ähnliches Ergebnis, wie es die Selbstreinigung der Flüsse im Gefolge hat, vielleicht auf einem anderen, aber verwandten Wege zu erreichen. Die Frage ist, wie sich im folgenden zeigen wird, in sehr zufriedenstellender Weise durch die Rieselwirtschaft gelöst.

Zuerst für die in der Nähe von London gelegene Villenstadt Croydon wurde von dem Civilingenieur Latham eine Anlage geschaffen, um die Abwässer durch Berieselung von Feldern und Wiesen soweit zu reinigen, dass sie ohne Bedenken selbst in einen kleineren Fluss geleitet werden konnten. Bekannt war nur, dass die Craigentinny-Wiesen, welche seit Mitte des vorigen Jahrhunderts einen Teil der Abwässer von Edinburg aufnehmen, sich durch ein besonders üppiges Wachstum auszeichnen.¹⁾ L. entwarf später auch den Plan zu einer gleichen Anlage für Danzig, der ersten deutschen der Art, die dann dem grossen Berliner Unternehmen, dem bei weitem größten der Welt, noch unmittelbarer zum Muster dienen sollte.

Technisch richtig angelegte und gut behandelte Rieselelder bewirken nach allen Erfahrungen eine sehr weit gehende Reinigung der Abwässer. Dadurch, dass diese über ausgedehnte Flächen hinrieseln, oder durch grössere Bodenstrecken hindurchsickern, werden sie von aufgeschwemmten und aufgelösten Verunreinigungen in einem solchen Grade befreit, dass die trübe und schmutzig zufließenden Wasser klar, farb-

¹⁾ Auch bei Bunzlau fanden die Schmutzwasser seit etwa derselben Zeit einen ähnlichen Abfluss.

und geruchlos und so rein wieder abfließen, daß sie auch bei längerem Stehen keiner fauligen Zersetzung unterliegen. Die schwebenden Schmutzstoffe (einschließlich der Keime) werden in den obersten Schichten des Bodens überwiegend rein mechanisch, wie in einem engmaschigen Siebe, zurückgehalten, alle gelösten aber durch eine eigenartige Fähigkeit des Bodens, gelöste und gasförmige Substanzen durch Flächenanziehung zu fixieren. Für den Ackerbau von größter Wichtigkeit ist das Festhalten der löslichen Phosphor- und Salpetersäure-, der Kalium- und Ammoniumverbindungen in der Ackerkrume, die sonst mit dem Regenwasser in die Tiefe sinken und sich der Aufsaugung durch die Pflanzenwurzeln entziehen würden. Bekannt ist auch der Umstand, daß Torfpulver oder Gartenerde in dünner Schicht über stark riechende faulige Substanzen gestreut, den Geruch vollständig beseitigen, wie auch ferner bei Rohrbrüchen oder an undichten Stellen entweichendes Leuchtgas, das durch größere Bodenstrecken geht, völlig geruchlos wird.¹⁾ Die so in den oberen Bodenschichten festgehaltenen Verunreinigungen fallen unter reichlichem Verbrauch von Sauerstoff, der mit der Luft durch die versinkende Flüssigkeit nachgesaugt wird, einer Reihe von chemischen Veränderungen anheim, Oxydations- und anderen Vorgängen, größtenteils ähnlich denen und teilweise auch durch die Thätigkeit derselben Organismen bedingt, die wir bei der Selbstreinigung der Flüsse kennen lernten. Die Wirksamkeit dieser Zersetzung- und Fäulnisbakterien kommt erst zum Stillstand, wenn sämtliche organische Stoffe in Gase und mineralische verwandelt, völlig „mineralisiert“ sind. Dadurch werden sie geeignet, von der angebauten Vegetation aufgenommen zu werden und verschwinden aus dem Boden endlich so vollständig, wie der Dung aus einem wohlgedüngten Acker. Somit kann dieselbe Fläche, wie eine nunmehr 25jährige Erfahrung auf den Berliner Rieselfeldern lehrt, wie es auch die erwähnten Craigentinny-Wiesen bei Edinburg nach jetzt 150jähriger Benutzung zeigen, immer wieder in gleicher Weise Verwendung finden. Eine unerlässliche Bedingung für die richtige Wirksamkeit der Rieselanlagen ist eine gute Bearbeitung und Lockerung des Bodens. Nur so vermag das Wasser in gehöriger Weise den Boden zu durchsickern, und können die nötigen Sauerstoffmengen in denselben eindringen. Fehlt es an Sauerstoff, so tritt nicht die weitgehende Umbildung der organischen Substanzen ein, die endlich zu ihrer vollständigen Mineralisierung führt, sondern nur eine unvollständige Zer-

¹⁾ Für Unterrichtswerke läßt sich die Eigentümlichkeit des Bodens, gelöste Substanzen zu binden leicht experimentell nachweisen. Füllt man einen Lampen- oder Gasylinder, der unten durch einen durchbohrten Korken mit Abflusfröhrchen geschlossen ist (oder eine entsprechend hergerichtete Weinflasche mit abgesprengtem Boden) bis nahe an den oberen Rand mit festzudrückender humusreicher Gartenerde und gießt allmählich und in kleinen Mengen braune, in Zersetzung begriffene Stalljauche auf, so tropft dieselbe als klare Flüssigkeit durchaus farb- und geruchlos unten wieder ab. Ebenso verhält sich Rotwein, verdünnte Indigo- oder Lakmuslösung, verdünnte schwarze oder rote (Eosin-) Tinte (letztere schwieriger zu entfärben!). Bequemer gestaltet sich die Ausführung des Versuches, wenn man die betreffenden Flüssigkeiten in Bechergläsern mit der Erde zu einem dünnen Brei anröhrt, diesen mehrere Stunden sich selbst überläßt und dann das Überstehende filtriert. Bei stärkerem Humusgehalt des Bodens gelingt der Versuch schneller und besser; doch läßt er sich auch mit gewöhnlicher Ackererde ausführen. Nur die tierische Jauche konnte ich unverdünnt nicht in dieser Weise farb- und geruchlos erhalten; ebenso wie auch die bloße Menge mit humushaltiger Erde zu ihrer Reinigung nicht genügt.

setzung unter reichlicher Entbindung übelriechender Gase, die sogenannte „stinkende Fäulnis.“ Während erstere unter dem Einfluß von „aëroben“ (luftlebigen) Bakterien vor sich geht, vollzieht sich die letztere durch solche ohne Sauerstoffbedürfnis, die „anaëroben“ (ohne Luft lebenden) Bakterien.

Zunächst wurde für die Zwecke der Rieselwirtschaft das Gut Osdorf angekauft. Ihm folgte nach und nach eine lange Reihe anderer, so daß Berlin heute unter den Großgrundbesitzern Preußens eine erste Stelle einnimmt. Doch war es mit dem gewaltigen Aufwand von 19 Millionen Mark für diese Erwerbungen noch nicht abgethan, weitere Unsummen verschlang die „Aptierung“ der angekauften Landflächen.¹⁾ Nach der Verlegung der verschiedenen Röhren, welche das durch die Druckrohrleitung zugeführte Kanalisationswasser auf die Gesamtfläche verteilen sollen, besteht diese im wesentlichen in der ausgiebigen Drainierung des Bodens bis zu $2\frac{1}{2}$ und 3 m Tiefe, in der Ausführung der Hauptentwässerungs- und Zuführungsgräben, der Beet- und Wiesenanlagen, wie der Einstaubassins. Der leitende Gesichtspunkt bei allen diesen Anlagen ist, zur Ersparung kostspieliger Erdarbeiten, möglichste Anpassung an die zufällige Gestaltung des Terrains. Sobald die Hauptentwässerungsgräben angelegt sind, welche die einzelnen Terraininseln kranzartig umfassen, werden letztere wieder in Unterabteilungen zerlegt, die ebenfalls sämtlich von Gräben umschlossen sind und je nach ihren Neigungsverhältnissen, ob hangartig abfallend, ob wenig geneigt, oder horizontal streichend, zu Wiesen oder Beetanlagen oder zu Staubassins Verwendung finden.

Bei Wiesenanlagen fliesst das Wasser langsam und in dünner Schicht, ohne den Wiesenwuchs zu verunreinigen, über die geneigten Stücke hin. Die schwelbenden Bestandteile werden zuvor zum größten Teil in flachen Absatzbecken zur Ausscheidung gebracht, da sonst eine Reinhaltung des Wiesenwuchses nicht zu erzielen wäre, der sich niederschlagende „Schlick“ auch das Eindringen des Wassers in den Boden hindern würde. Der Schlick wird mit Vorteil in der Landwirtschaft verwendet und ergab im Jahre 1896—1897 durch seinen Verkauf eine Einnahme von 11 000 Mark. Bei Beetanlagen wird das Wasser in horizontal liegenden Furchen, welche die einzelnen Beete von einander trennen, eingestaut und dringt, wie im vorigen Falle, auch nur zu den Wurzeln der angebauten Pflanzen. In den von breiten Dämmen umgebenen Bassins (jedes von 2—9 ha Flächeninhalt) wird es im Winter, zu welcher Zeit die anderen Anlagen versagen, eingestaut und in einer Höhe von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ m gehalten. Nachdem dann im Frühjahr das nicht versickerte abgelassen ist, werden sie nach genügender Austrocknung mit Sommerfrüchten bebaut. Das Kanalisationswasser tritt auf dem höchsten Punkte jedes Abschnitts in einen offenen Graben aus, um sich aus diesem gleichmäßig weiter zu verteilen. Die Hauptentwässerungsgräben schaffen überall tiefgelegene Bodenfurchen, welche nicht nur den Zweck haben, die ihnen durch Seitengräben und die Sammeldrains zufließende gereinigte Flüssigkeit, ihrem natürlichen Gefälle folgend, in die öffentlichen Wasserläufe zu führen, sondern sie wirken zugleich selbst als größte offene Drains, die den

¹⁾ Die gesamten Grunderwerbs-, Bau- und Anlagekosten für die Kanalisation und die Rieselanlagen betrugen 95 Millionen Mark.

durch die Bodenschichten filtrierten und gereinigten Wassermassen unmittelbar durch ihre Seitenwände Zutritt gestatten.

Allerlei Befürchtungen und Einwendungen, die sich an die Einrichtung der Rieselfelder knüpften, haben sich glücklicherweise als hinfällig erwiesen; nur darf man keine ungemesenen Ansprüche an ihre Leistungsfähigkeit stellen. Wenn man z. B. rügt, dass sie die Abwässer nicht vollständig reinigen, so dass z. B. die durch den sogenannten Lülowgraben (später Nuthe genannt) von Osdorf abfließenden der Havel oberhalb Potsdams in nicht durchaus einwandsfreiem Zustande zugehen, so ist zu betonen, dass nirgendwo in der Welt eine ganz vollständige Reinigung der künstlichen Abwässer erreicht ist, dass sie ferner durch die Rieselanlagen nicht nur klar und geruchlos werden, sondern auch sonst, nach eingehenden, ständig durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen, durch ihre Beschaffenheit keinerlei Bedenken erregen, zumal da die beim Eintritt in die Havel bzw. Spree sogleich sehr stark verdünnt werden.¹⁾ Wir dürfen also wohl damit zufrieden sein, dass ungefähr 96 Prozent der aufgelösten Schmutzstoffe beseitigt werden, wie es auf den Berliner Rieselfeldern geschieht. Als nicht stichhaltig hat sich ferner die Behauptung gezeigt, nach der die Rieselfelder gefährliche Malariaherde nicht nur für die Anwohner, sondern auch für Berlin selbst werden sollten. Die Erfahrung hat gelehrt, dass weder auf den Rieselfeldern, noch in ihrer Umgegend, noch unterhalb die Gesundheitsverhältnisse schlechter sind wie oberhalb, so dass die städtische Verwaltung es sogar unternehmen konnte, vier Heimstätten für Genesende auf den Rieselgütern Blankenburg, Heinendorf, Blankenfelde und Malchow einzurichten. Bezeichnend ist auch die Thatsache, dass im Jahre 1889 zur Zeit einer starken Typhusepidemie in den nördlichen und östlichen Bezirken der Stadt nicht ein einziger Fall von Typhus auf den städtischen Rieselgütern vorkam, obgleich zweifellos zahlreiche Infektionskeime auf dieselben hinausgelangten. Nach Pettenkofers Ansicht, die allerdings von anderer Seite bekämpft wird, finden die Krankheitserreger in den Abwässern nur sehr ungünstige Lebensbedingungen und unterliegen im Kampfe um's Dasein schnell den besser für dieselben passenden Fäulnisbakterien. Immerhin ist es ein bedenklicher Unfug, wenn Arbeiter auf den Rieselgütern, trotz strenger dagegen erlassener Verbote, von dem gereinigten Wasser trinken, zumal da durch Bodenrisse oder durch Gänge von Wühlieren gelegentlich gröfsere Mengen von unfiltriertem Wasser in die Sammelgräben gelangen können. Die Ansicht, dass der Boden bald versumpfen und für Wasser und Dungstoffe nicht mehr aufnahmefähig sein würde, ist, wie oben erwähnt, auch nicht mehr aufrecht zu erhalten. Der Vorwurf einer grossen Vergeudung der wertvollen städtischen Dungstoffe auf den Rieselfeldern, die unsere Landwirtschaft in ganz anderem Grade ausnutzen könnte, erledigt sich durch die Thatsache, dass diese sich gegen ihre Aufnahme, selbst wenn sie nahe und bequem aus kleineren Städten zu beziehen

¹⁾ Nicht so befriedigend wie die Reinigung in den anderen Anlagen ist die durch die Staubassins erzielte. Während bei ersteren eine unterbrochene Filtration stattfindet, wobei die versinkende Flüssigkeit reichlich Luft in die Poren der oberen Bodenschichten nachsaugt, kommt es hier zu einer ununterbrochenen; die Poren sind lange Zeit hindurch mit Wasser gefüllt, und infolgedessen tritt bald Mangel an dem für Vollendung des Reinigungsprozesses nötigen Sauerstoff ein.

sind, ziemlich ablehnend verhält. Bleibt nur noch der Kostenpunkt. Wer aus der Bewirtschaftung der Rieselgüter fliessende grössere Überschüsse verlangt, während zeitweise, ganz abgesehen von der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, noch bare Zuschüsse zu den Kosten der Bewirtschaftung selbst geleistet werden mussten, bedenkt nicht die eigentliche Aufgabe der Rieselfelder. Nicht mit Rücksicht auf die größten landwirtschaftlichen Erträge dürfen sie bewirtschaftet werden, sondern der einzige leitende Gesichtspunkt ist, die ungeheuren Abwässermengen Berlins in geeigneter Weise unter zu bringen, zu reinigen und dadurch unschädlich zu machen. Da jeder Quadratmeter Fläche im Laufe des Jahres eine Wasserschicht von mindestens 3 m Höhe (einschliesslich der an Ort und Stelle fallenden atmosphärischen Niederschläge) zu bewältigen hat¹⁾, muss dieser gewaltigen Aufgabe gegenüber jede andere Rücksicht zurücktreten. Die grosse Entfernung der Rieselfelder und die dadurch bedingten kostspieligen Leitungen, die bedeutenden Kosten der Aptierung, der Umstand, dass nicht in jedem Fall für die Ernte und Aussaat die besten Zeiten in gebührender Weise berücksichtigt werden können, wie auch der weitere, dass die Auswahl unter den für den Anbau geeigneten Pflanzen sehr erschwert ist, die nicht nach der Möglichkeit, die Ernten gut abzusetzen, gewählt werden dürfen, sondern in erster Reihe nach ihrer Aufnahmefähigkeit für Dungstoffe, all dieses erschwert den Betrieb, verglichen mit der Bewirtschaftung eines gewöhnlichen Landgutes, in einem solchen Grade, dass man durch die Ertragsnisse günstigen Falls eine gewisse Herabminderung der Betriebskosten, nimmermehr aber eine nennenswerte Verzinsung des Anlagekapitals erhoffen darf. Vor reichlich 20 Jahren glaubte man zwar noch, dass es nur einige wenige Städte in Deutschland gäbe, bei denen sich das Berieselungsverfahren nicht mit wirtschaftlichem Vorteil einführen liefse; jetzt aber weiss man, dass eine erhebliche Zahl derselben überhaupt nicht rieseln könnte! Immerhin ist die Ertragfähigkeit der Berliner Rieselgüter durch einen geordneten Betrieb so weit gestiegen, dass jetzt nicht nur die Kosten der Bewirtschaftung gedeckt werden, sondern wenigstens auch ein Teil der Zinsen. Mit einem jährlichen Zuschuss von 0,89 Mark für die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals (Durchschnitt der letzten 10 Jahre) auf den Kopf der Bevölkerung²⁾ sind die Vorteile der Reinigung der Abwässer sicher nicht zu hoch erkaufte.

Wie in Zukunft durch besondere Umstände eine Änderung in der jetzigen Weise der Wasserversorgung Berlins wünschenswert oder vielleicht sogar unumgänglich notwendig werden kann, so ist es auch nicht ausgeschlossen, dass die Frage der Entwässerung später einmal in anderer Weise gelöst werden wird. Mit Rücksicht darauf halte ich es für angebracht, auch einige andere Verfahren der Abwasserreinigung, welche in neuerer Zeit zu einer gewissen Bedeutung gelangt sind, hier kurz zu besprechen. Sie zerfallen in zwei wesentlich verschiedene Gruppen: die chemischen Ver-

¹⁾ Die Aufgabe wird sehr wesentlich durch die rege Verdunstung des Wassers erleichtert, die nach auf den Pariser Rieselfeldern angestellten Messungen volle zwei Drittel des Wassers beseitigt, wenngleich bei unseren klimatischen Verhältnissen der Betrag nicht so hoch ausfallen wird.

²⁾ In anderen Städten mit günstigeren Verhältnissen sind die Zuschüsse wesentlich geringer, so betragen sie in Breslau z. B. nur 0,31 Mark.

fahren, die mit chemischen Mitteln, besonders mit Zusatz von Ätzkalk und löslichen Eisensalzen, auch von Chlorkalk, die Reinigung durch Niederschlagen der schwebenden Stoffe und teilweise Zerstörung der gelösten bewirken wollen, und die „biologischen“, welche sich enger an den Rieselprozess anschliessen, insofern sie dieselbe unter künstlich geschaffenen Bedingungen durch eine kräftige Wirkung von Fäulnisbakterien herbeiführen.

Im allgemeinen erscheinen die chemischen Verfahren noch unvollkommen. Zwar lassen sich die schwebenden Schmutzstoffe, wie auch etwa vorhandene Krankheitserreger, vollständig zur Ausscheidung bringen; dagegen werden die gelösten fäulnisfähigen Substanzen gar nicht oder nur in sehr unzureichender Weise entfernt. Ihre Mineralisierung ohne bakterielle Thätigkeit ist bisher noch nicht erreicht. Deshalb verlangt das englische Gesundheitsamt nach der chemischen Klärung noch eine Rieselung. Allerdings beträgt der Landbedarf dabei nur etwa ein Zehntel von dem, welchen eine einfache Rieselung erfordern würde; doch wird diese Ersparnis in den meisten Fällen wohl überreich durch die grossen Kosten des Klärverfahrens aufgewogen. Eine anscheinend unüberwindliche Schwierigkeit liegt für die chemischen Verfahren ferner in dem Umstande, dass an den meisten Orten die Abwässer täglich, ja ständig in ganz außerordentlichem Grade in ihrer Zusammensetzung wechseln, um so mehr, je kleiner die Verhältnisse sind. Den Zusatz der Chemikalien in richtiger Weise der chemischen Beschaffenheit der Abwässer anzupassen, wird dadurch sehr schwer oder ganz unmöglich. Dazu kommt der weitere Übelstand der ungeheuren Schlammmassen, mit deren Beseitigung man sich bisher umsonst bemüht hat. — Den chemischen schliesst sich eine Reinigungsweise an, die sich doch in ihrer Eigenart von allen anderen sehr unterscheidet, das sogenannte „Kohlebrei- oder Humusverfahren“. Degener, der Erfinder desselben, führt den Faktor in die künstliche Reinigung ein, welcher auch bei der auf den Rieselfeldern eine bedeutende Rolle spielt, nämlich die Anziehungskraft des Bodens für allerlei gelöste Stoffe. Namentlich den Humussubstanzen wird in der Hinsicht eine starke Wirkung zugeschrieben. Daher mischt D. dem Schmutzwasser eine gewisse Menge (0,8 kg auf 1 cbm) auf nassem Wege fein zerriebener Braunkohle, auch ältere Torfmoorerde, bei. Nachdem diese die gelösten Substanzen aufgesaugt hat, wird, da sich die Masse weder durch Absetzen noch durch Filtrieren klären lässt, etwas Eisenvitriol zugegeben, der mit den Humussubstanzen unlösliche, grossflockige Niederschläge bildet, welche wider die feinsten, schwebenden Teilchen umhüllen und mit zu Boden reissen. Nach der Klärung des Wassers durch Absetzen und Filtration des Schlammes zeigt dieses neben einer sehr geringen Trübung eine nur schwach gelbliche Färbung, besitzt aber durchschnittlich ein besseres Aussehen wie das Havelwasser in Potsdam, wo dieses Verfahren zur Anwendung kommt,¹⁾ geht auch bei längerem Aufbewahren nicht in stinkende Fäulnis über. Zur sicheren Vernichtung von Krankheitserregern ist in Potsdam noch eine Desinfektion durch etwas Kalk und Chlorkalk vorgeschrieben. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens, dem eine gewisse Bedeutung nicht abzusprechen ist, liegt in der Erzeugung eines brennbaren Schlammes, der, nachdem sein Wasser

¹⁾ Auch in Tegel ist es zur Einführung gelangt.

möglichst abgepreßt ist, zu Briketts geformt und in der Anstalt selbst zur Heizung benutzt wird; auch zur Erzeugung von Leuchtgas dürfte er sich eignen.

Die biologischen Verfahren gehen sämtlich von den Versuchen Frankland's aus, der schon im Jahre 1870 die Reinigung der Abwässer durch einen eigenartigen, dem Rieselverfahren nachgebildeten Filtrationsprozeß zu erreichen suchte. Die Ergebnisse waren lange Zeit hindurch meist nicht befriedigend, ganz gleichgültig ob vor der Filtration eine Ausfällung der Schwebestoffe auf chemischem Wege stattgefunden hatte oder nicht. In diesem Jahrzehnt hat der Londoner Stadtchemiker Dibdin sich viel mit der weiteren Ausbildung des Franklandschen Verfahrens beschäftigt, weshalb es meistens als das Dibdinsche bezeichnet wird. Es kommen bei demselben aus Koks, aber auch aus anderen Materialien von großer Oberfläche hergestellte Filter zur Verwendung, in denen sich eine unterbrochene Filtration vollzieht. Die Kanalisationswässer werden auf dem Filter eingestaut und nach mehreren Stunden langsam abgelassen, wobei sich seine Poren mit Luft füllen. Nachdem dieses einige weitere Stunden sich selbst überlassen blieb, tritt allmählich wieder Wasser zu, und so wiederholt sich der Prozeß. In den Filtern verläuft unter dem Einflusse in und auf dem porösen Material sich anhäufender Kleinlebewesen ein reger Oxydationsvorgang, der zur Mineralisierung der organischen Substanz führt. Bei Neuingebrauchnahme dauert es eine gewisse Zeit, bis das Filter durch die allmähliche Entwicklung jener auf die Höhe seiner Wirksamkeit, zur „biologischen Reife“, gelangt. Die Vorrichtung ist eigentlich überhaupt kein Filter, sondern besser als „Oxydationskörper“ zu bezeichnen. Über die Wirksamkeit lauten die Urteile verschieden. Jedenfalls ist die Handhabung nicht einfach, so daß D. selbst zugiebt, „das Filter sei in der That ein zarter Organismus und bedürfe gerade soviel Sorgfalt und Aufmerksamkeit, um es in gutem Zustande zu halten, wie jede gute Maschine“. — Eine verwandte Anlage, die zur Zeit auch in Berlin große Aufmerksamkeit erregte, wurde kürzlich mehrere Jahre hindurch mit Berliner Kanalisationswasser versuchsweise von den Firmen Schweder u. Co. und Merten u. Co. in Gr.-Lichterfelde betrieben. Sie zeigt vor dem Oxydationskörper, welcher unterbrochen benutzt wird, einen „Faulraum“ und einen „Lüftungsschacht“, beide ständig im Gebrauch. Das Wasser tritt von unten in den Faulraum, woselbst bei Luftabschluß unter dem Einflusse anaërober Bakterien faulige Zersetzung und damit die Zerstörung der organischen Substanz bis zu einem gewissen Grade vor sich geht. In dem Lüftungsschacht wird dann die Flüssigkeit einem Strome atmosphärischer Luft ausgesetzt, ehe sie auf den Oxydationskörper gelangt. Der Lüftungsschacht wurde später an anderer Stelle von Schweder selbst weggelassen, weil zu kostspielig und ohne wirklichen Vorteil. Auch über den Wert des Faulraums gehen die Ansichten auseinander. Man rügt die Vergrößerung der schon ohnehin teuren Anlage durch ihn, welcher kein entsprechender Vorteil gegenübersteht, da die aëroben Bakterien, welche auch bei dem Fäulnisverfahren schließlich doch die Reinigung zu Ende führen müssen, in solchen Substanzen, die vorher durch anaërobe zersetzt wurden, schlechter gedeihen, wie in frischem Material. Die Betriebskosten sind nur gering, die Anlagekosten dagegen, nach Angabe der Unternehmer selbst, sehr hoch. Zugegeben wird eine gute Reini-

gungswirkung; dagegen lautet das Urteil über die quantitative Leistungsfähigkeit nicht besonders günstig.

Nach den vorigen Ausführungen ist über den Wert der einzelnen künstlichen Reinigungsverfahren, verglichen mit dem der Rieselwirtschaft, zur Zeit noch kein abschließendes Urteil zu fällen, obschon nach Lage der örtlichen Verhältnisse das eine oder andere sicher bedeutende Vorzüge aufweisen kann. Daneben hat man bei den teilweise recht kostspieligen Anlagen, welche die meisten von ihnen erfordern, noch den Umstand in Betracht zu ziehen, daß jene im Laufe der Zeit durch die natürliche Abnutzung oder auch durch das Auffinden besserer Reinigungsverfahren wertlos werden, während der Stadt Berlin in ihren Rieselgütern durch die Amortisation des Anlagekapitals schließlich ein schuldenfreier Grundbesitz von gewaltiger Ausdehnung zufällt.

Vergegenwärtigen wir uns zum Schluß die Vorteile, welche die Reichshauptstadt den in so kurzer Zeit durchgeföhrten Einrichtungen der Wasserzufuhr, der Kanalisation und der Rieselfelderanlagen zu verdanken hat, so bemerken wir, daß dieselben kaum hoch genug angeschlagen werden können. Noch vor wenigen Jahrzehnten unter den europäischen Großstädten in Bezug auf Sauberkeit und Gesundheit nicht sehr hochstehend, ist Berlin heutzutage eine gesunde und sicher die sauberste aller, was oft wiederholt von den uns besuchenden Ausländern anerkannt wird. Der reichliche Wasserzufluß in die Häuser neben einer bequemen Entwässerung gestattet nicht nur ihre Reinhaltung in einem früher ganz unbekannten Grade; beide tragen auch zur Ersparnis von Arbeit und zu unserem körperlichen Behagen bei, indem sie ermöglichen, daß Badeeinrichtungen im Hause nicht mehr für einen Luxus nur weniger Begünstigter gelten, ebenso wie die öffentlichen Bassinbäder sonst nicht so zahlreich vorhanden wären. Zur Gangbarmachung von Aufzügen für Personen- und Güterbeförderung in unseren großen Hotels und Geschäftshäusern stünde keine so bequeme Triebkraft zur Verfügung. Wir hätten ohne sie eine nur mangelhafte Reinigung unserer Straßen, kein Besprengen derselben, nicht unsere schönen Schmuckplätze und Parkanlagen mit Springbrunnen, vor allem nicht die neueste und reizvollste, den Viktoriapark, auch nicht die prächtigen Privatgärten in den bevorzugten Teilen der Stadt. Kaum möglich wären die mustergültigen Anlagen unseres öffentlichen Vieh- und Schlachthofes, wie der zahlreichen Markthallen. Unser treffliches Feuerlöschwesen befände sich nicht auf seiner Höhe. Wenn wir bedenken, in welcher kurzen Spanne Zeit all' dieses und noch sehr vieles andere entstand, dessen Besprechung nicht im Rahmen der vorstehenden Ausführungen liegt, so dürfen wir freudigen Mutes in die Zukunft sehen und getrost hoffen, daß durch das neue Jahrhundert hindurch unserer jungen Kaiserstadt eine ununterbrochene Reihe von Jahren aufsteigender Entwicklung beschieden sein wird.

Nachtrag zu S. 14 u. 15. Als Ursache der erwähnten Wasserverunreinigung wurde mit ziemlicher Sicherheit festgestellt, daß eine Teerproduktenfabrik bei Erkner verbotenerweise schädliche Abwässer in den Dämeritzsee abließt. Wenn dies auch schon wiederholt ohne weitere schlimme Folgen geschah, so liegt die Erklärung in der Thatsache, daß die Werke, welche ihr Wasser nicht aus der Strömung des Sees entnehmen, durch eine gelegentliche Verschmutzung weiter oberhalb meist nicht berührt

werden, dass aber der in jenen Tagen stark eintretende Frost und die Bildung der Eisdecke den Lauf der Strömung veränderten und sie nach dem Saugrohr zu ablenkten. Zur völligen Sicherung gegen Abgabe schlechten Wassers in die Stadt ist jetzt eine regelmässige Kostprobe eingeführt. — Sehr einschneidende Folgen dürfte eine neuerdings von dem Oberpräsidenten im Auftrage der zuständigen Fachminister an den Magistrat gestellte Anfrage haben, ob und wie lange die Tegeler Werke noch genötigt seien, ihr Wasser aus dem See zu nehmen. Die Gemeinde Reinickendorf beabsichtige, ihre Abwässer in diesen abzuleiten; zudem steige mit der Zunahme der Schiffahrt und der Bebauung auch die Gefahr seiner Verunreinigung durch schädliche Keime. Die städtischen Behörden werden zu rechtzeitiger Vorsorge aufgefordert; vor allem möchten sie die Energie des nach dem See zugehenden Grundwasserstroms prüfen lassen. Bei dem jetzt bekannten guten und sicheren Enteisenungsverfahren liege nicht länger ein Grund vor, auf die Ausnutzung des Grundwassers zu verzichten. Im Falle der Möglichkeit einer anderen Wasserversorgung würden die Staatsbehörden kein Recht mehr haben, die Wasserreinheit des Sees auf Kosten der Ansprüche Dritter zu schützen.

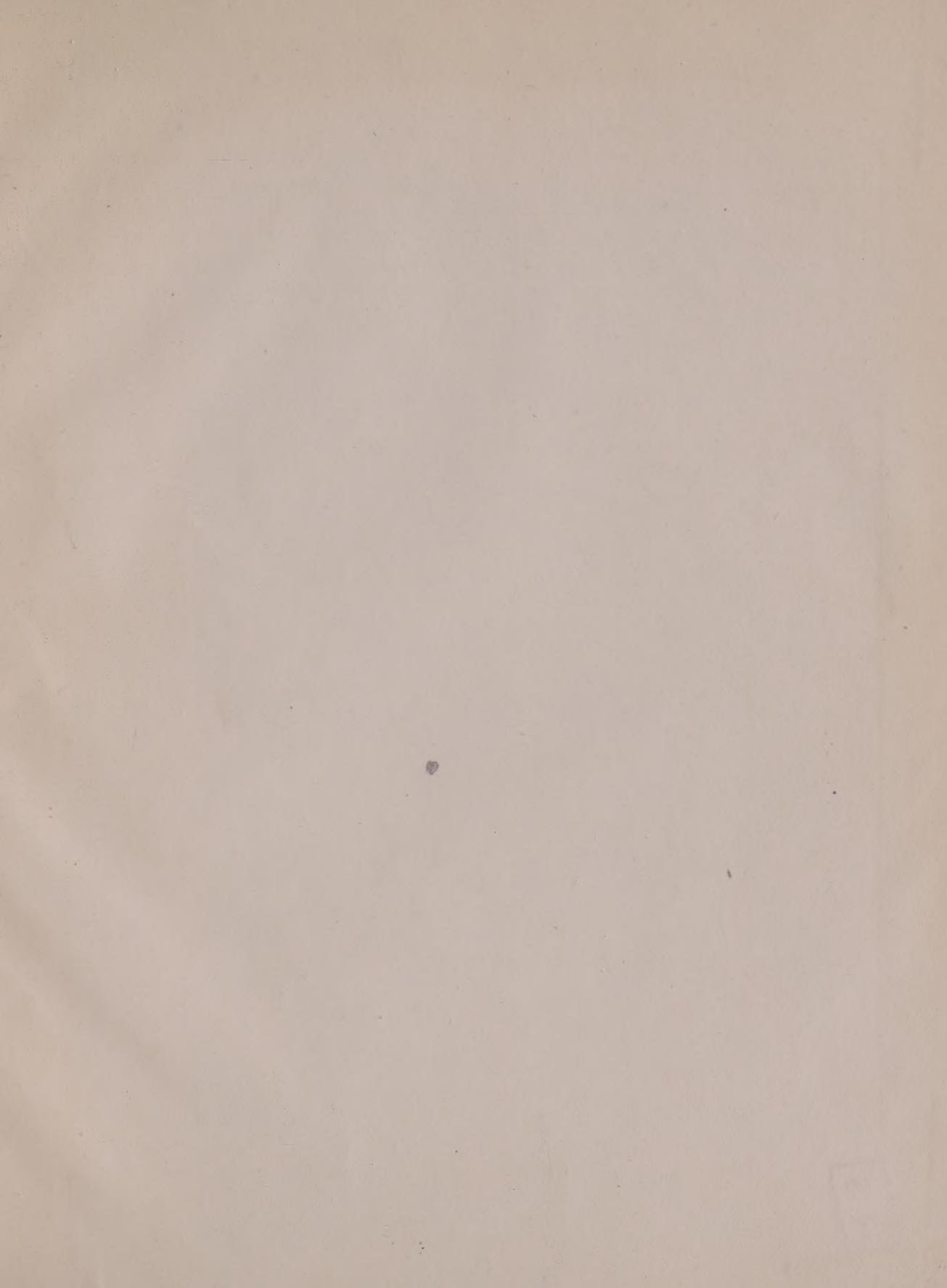
Verzeichnis der benutzten Schriften:

- „Berichte über die Gemeindeverwaltung der Stadt Berlin“,
„Festschrift zur 23. Jahresversammlung des deutschen Vereins von Wasserfachmännern“,
„Die Anstalten der Stadt Berlin, Festschrift zur 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte“,
Holtze: „Bilder aus Berlin vor zwei Menschenaltern“ (Schriften des Vereins für die Geschichte Berlins, 1898 S. 67 ff.),
Schorler: „Die Bedeutung der Vegetation für die Selbstreinigung der Flüsse“ (Gaea 1896, S. 674 ff.),
„Die Behandlung städtischer Spüljauche mit besonderer Berücksichtigung neuerer Methoden“ (Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1899 Heft I),
Schmidtmann: „Über den gegenwärtigen Stand der Städtekanalisation und Abwasserreinigung“ (Hygien. Rundschau 1899, S. 352 ff.),
Schmidtmann und Genossen: „Bericht über die Prüfung der von den Firmen Schweder und Merten bei Groß-Lichterfelde errichteten Versuchsreinigungsanlage“ (ebenda 1899, S. 457 ff.),
Proskauer und Elsner: „Über die hyg. Untersuchung des Kohlebreiverfahrens zur Reinigung von Abwässern auf der Klärstation zu Potsdam“ (ebenda S. 500 ff.).

Zudem bin ich für freundlichst erteilte Auskunft zu besonderem Danke verpflichtet
den Herren

Betriebsleiter Anklam vom Wasserwerk Müggelsee,
Professor Büsing von der Technischen Hochschule zu Charlottenburg,
Betriebsingenieur Kempf vom Wasserwerk Wannsee.





S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

|| L. inw. 31671

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10,000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298433