

III.

Erläuterungsbericht

zu den

Messungen zur Bestimmung der Terraingestaltung, der Höhenlage und der Schwankungen des Grundwasserstandes sowie der Wasserquantitäten und Durchflusgeschwindigkeiten der offenen Gewässer

der Stadt Riga.

Ausgeführt in den Jahren 1881—1884 im Auftrage der Stadtverwaltung durch
Adolf Agthe, Stadt-Oberingenieur.



III.

Erläuterungsbericht

zu den

Messungen zur Bestimmung der Terraingestaltung, der Höhenlage und der Schwankungen des Grundwasserstandes sowie der Wasserquantitäten und Durchflussgeschwindigkeiten der offenen Gewässer der Stadt Riga.

Ausgeführt in den Jahren 1881—1884 im Auftrage der Stadtverwaltung durch
Adolf Agthe, Stadt-Oberingenieur.

I. Der Boden.

Zur Darstellung der Terraingestaltung des Rigaer Stadtgebietes ist eine hypsometrische Karte angefertigt worden, in der die Terrainpunkte, welche eine gleiche Höhenlage über dem Meeresspiegel aufweisen, durch Linien (Isohypsen oder äquidistante Niveau-Curven) mit einander verbunden sind. Eine jede dieser mit gelber Farbe gezeichneten Isohypsen trägt an mehreren Punkten Zahlen, welche die Höhenlage derselben über dem Meeresspiegel in Metern angeben.

Als Nullebene ist eine solche angenommen worden, deren Höhenlage mit der Höhe des Nullpunktes am Kronstädter Pegel zusammenfällt.

Dieser Nullpunkt liegt 0,01 Faden über dem auf Grund von 30jährigen Beobachtungen ermittelten mittleren Meeresspiegel der Ostsee bei Kronstadt. Es kann daher der Einfachheit halber diese Nullebene als Ostseespiegel bezeichnet werden.

Die Isohypsen folgen in Höhenabständen von je 1 Meter aufeinander. Eine Wasserfläche, deren Niveau 1 Meter über dem Ostseespiegel liegt, würde, wenn alle die freie Bewegung des Wassers hemmenden Hindernisse fortgedacht werden, eine Uferlinie bilden (Schnittlinie mit der Terrainfläche), welche mit der auf dem Plane mit 1 bezeichneten Linie zusammenfällt. Steigt das Wasser um einen Meter höher, so würde die neue Uferlinie die mit 2 bezeichnete Linie des Planes sein. Bei einem Wasserstande von 10 Meter über dem Ostseespiegel würde z. B. nur diejenige Fläche des Stadtgebietes über dem Wasser noch hervorragen, die von den mit 10 bezeichneten Linien umgeben ist.

An jedem Punkte des Stadtgebietes kann man mit Hilfe dieser Linien erkennen, wie hoch das Terrain sich über dem Meeresspiegel erhebt, und erhält man aus der Anzahl und Gruppierung dieser Linien eine Uebersicht über die Gestaltung des Terrains.

Zu beiden Seiten des Dünastromes lassen sich zwei 9—10 Meter hohe Plateaux erkennen, die durch 1—2 Meter hohe Niederungen vom Fluss getrennt sind. Diese Plateaux tragen in ihrer mannigfaltigen Gestaltung der Oberfläche charakteristische

Merkmale der Dünenbildung, während die Niederungen sich als von dem Fluss angeschwemmtes Land darstellen.

Das Hochplateau des rechten Dünaufers hat die höchsten Punkte in den zwischen den Ausläufern der Petersburger und Moskauer Vorstadt und der Mühlgrabener Bahn belegenen Griesenbergen, von denen der höchste 24 Meter und die beiden nächst niedrigeren 22 und 20 Meter über dem Ostseespiegel liegen. Die zwischen der Moskauer Vorstadt und der Riga-Dünaburger Eisenbahn sich ausdehnende Fläche sterilen Sandes hat zum grössten Theil eine Höhe von 9—12 Meter, und erreicht nur an einem Punkte die Höhe von 18 Meter. Dieses Hochplateau fällt nach Süden, in der Nähe der grossen Moskauer und Witebsker (Neureussischen) Strasse, in einen parallel mit dem Dünaufer verlaufenden Abhang von 11 Meter bis auf 4 Meter in einer Neigung von 1:10 ab, während es nach Westen zwischen der Dünaburger und Romanow-Strasse sich allmählig in einer Böschung von 1:72 von 10 Meter bis auf 3 Meter abflacht.

Am weitesten nach Westen schiebt sich das Hochplateau an derjenigen Stelle vor, wo die ältesten Theile der Stadt sich befinden. Hat hier auch die Anlage der Befestigung der Stadt und die spätere Bebauung der Petersburger Vorstadt vielfach umgestaltend auf die ursprüngliche Terrainoberfläche eingewirkt, so lässt sich doch noch jetzt erkennen, dass ein von ONO—WSW verlaufender Dünenzug zur Zeit der Gründung Rigas bis hart an die Düna sich erstreckte.

Die Richtung dieses Dünenzuges ist wahrscheinlich mit den am linken Dünaufer noch jetzt deutlich ausgeprägten Dünenketten parallel gewesen. Einen abgeflachten Rest dieser Dünenkette erblicken wir in der Erhebung die in der Nähe der Gertrudkirche die Höhe von 11 Meter erreicht und im Norden von der Nikolaistrasse, im Süden von der Suworowstrasse, im Osten von der Revaler (Lager-)Strasse und im Westen von der Elisabethstrasse begrenzt wird. Ein 7 Meter hoher Wasserstand über dem Ostseespiegel liesse den von den obengenannten Strassen umgrenzten Theil der Petersburger Vorstadt als eine Insel hervortreten, die sich 4 Meter über diesem Wasserstande erheben würde. Aus diesen Linien lässt sich die Lage des alten Kubbsberges beurtheilen, der als westlicher Ausläufer dieser Dünenkette noch vor zwei Jahrhunderten die Wälle der Stadt beherrschte.

Die Isohypsen 6, 7, 8 und 9 laufen in der Gegend der Kreuzung der Ritterstrasse mit der Nikolai- (Euphonie-) Strasse in eine steile Böschung zusammen. Hier muss der höchste Punkt der letztgenannten Strasse gelegen haben, von dem Brotze im fünften Theil seiner Rückblicke sagt, dass die jetzige Nikolai- (Euphonie-) Strasse nach der Stadt zu allmählig sich erhob und man nicht eher etwas von derselben sehen konnte, als bis man auf die Anhöhe, den Kubbsberg, kam, die sich längs der Esplanade bis an die Gertrudkirche erstreckte und höher als die Stadtwälle war. (Dr. W. v. Gutzeit. Der Rigibach und seine Umgebung). Die Strasse führte offenbar nicht über den Gipfel des Kubbsberges, sondern über einen Ausläufer desselben und ist es aus den Isohypsen ersichtlich, dass die stärksten Veränderungen der ursprünglichen Gestalt des Berges in der Umgebung des Kreuzungspunktes der Ritter- und Nikolaistrasse vorgenommen worden sind.

Auch am linken Dünaufer ist aus dem Schichtenplan das Dünenterrain und das Flussablagerungsgebiet deutlich abgegrenzt, erkennbar. Im Gebiet der Flussablagerungen hat das Terrain durchgängig eine Höhe von 1—2 Meter über dem Ostseespiegel, und nur an den Flussufern ist durch künstliche Anschüttungen auf Grossklüversholm und besonders am Kiepenholm eine grössere Terrainhöhe erzielt worden.

Das Dünengebiet hat hier eine mannigfaltige Terrainbeschaffenheit, in der wir als gleichartig mit dem Gebiet auf dem rechten Dünaufer eine Plateauhöhe von 9—10 Meter erblicken. Die vielfachen Vertiefungen und Erhöhungen lassen in

ausgesprochener Weise die charakteristischen Formen der Dünenbildung erkennen, da auf dem linken Dünaufer die Bebauung nicht in so intensiver Weise die Terrainformen beeinflusste und ausserdem die Bewaldung zur Erhaltung der ursprünglichen Dünenformen nicht unwesentlich beigetragen hat.

Wenn bei Dünenbildungen sich häufig eine Vordüne, eine hohe Düne und eine Innendüne erkennen lassen, so finden wir solche Dünenketten am linken Dünaufer vollständig ausgeprägt vor. Die Vordüne, als ausserhalb der Stadtpolizeibezirks liegend, ist im Schichtenplan nicht verzeichnet. Die hohe Düne wird durch eine Hügelreihe gebildet, die an der Dünamündschen Strasse mit dem Lämmerberg beginnend, von ONO nach WSW streicht. Die grösste Erhebung dieser Hügelkette, die Spitze des Lämmerbergs mit 28 Meter über dem Ostseespiegel, ist zugleich der höchste Terrainpunkt des Stadtgebietes. Die übrigen Spitzen dieser Dünenkette besitzen die Höhen von 24, 22 und 20 Meter. Die Innendüne zeigt eine sehr zerrissene Gestalt. Dieselbe besteht aus zwei getrennten Zügen die von NO nach SW streichen. Der kürzere dieser Züge beginnt nördlich von der Martinskirche und besitzt eine Länge von ca. 500 Meter, der zweite beginnt gegenüber Schwarzenhof und hat eine Länge von ca. 800 Meter. Der höchste Punkt der letztgenannten Hügelreihe liegt 20 Meter über dem Ostseespiegel und schwanken die übrigen Erhöhungen zwischen 14 und 18 Meter.

(Das Bett der Düna). Welche Einwirkungen hat nun der Dünastrom auf das Dünenplateau ausgeübt?

Es muss hier zunächst hervorgehoben werden, dass der historisch interessanteste Punkt am Dünastrom, die Stelle an welcher die Stadt Riga gegründet wurde, auch beim Beschauen der Schichtenkarte sich in topographischer Beziehung als von hervorragender Bedeutung auf dem ganzen Dünalauf im Stadtgebiet markirt.

Oberhalb und unterhalb dieser Stelle hat der Fluss im weiten Bogen das Dünenplateau zerstört, sodass die Breite des Stromthales oberhalb der Stadt, gegenüber der Moskauer Vorstadt, über 3 Kilometer, und unterhalb der Stadt, gegenüber der Mitte der Stadtweide, über 4 Kilometer beträgt. Gegenüber dem ältesten Theile der Stadt treten die beiden Dünenplateaux des rechten und linken Dünaufers gegen den Fluss hin vor, und engen das Flussthal bis auf eine Breite von 1½ Kilometer ein. Aus der Gesamtform des Flussthales im Stadtgebiet erkennen wir, dass der Strom, so vielfach er sein Bett oberhalb und unterhalb der Stadt veränderte, in seinem Lauf das unmittelbar vor der Altstadt belegene Bett eingehalten hat, da das Dünengebiet sich hier nur wenig angegriffen zeigt. Die vielfachen S-Curven des Stromlaufes haben hier alle einen gemeinschaftlichen Durchgangspunkt. Indem hierbei der Abbruch des Dünengebietes bald am rechten und bald am linken Flussufer erfolgte, bildeten sich oberhalb und unterhalb der Stadt zwei Bassins, die durch das Plateau, auf dem sich gegenwärtig die Petersburger Vorstadt ausdehnt, getrennt werden.

Aus dem Schichtenplan lassen sich die zusammengehörigen Ufer des rechten und linken Flussthales für je eine Stromrinne erkennen.

(Erste Stromrinne). Die steile Halde, welche sich längs der grossen Moskauer Strasse von der Johannisporfte bis zur Katholischen Strasse von 3 Meter bis auf 10 und 11 Meter mit einem mittleren Neigungswinkel von 1:15 erhebt, gehört als rechtes Thalufer zu einer Flussrinne, dessen linkes Thalufer sich noch gegenwärtig in dem Abhange kennzeichnet, der von dem Hohen Damm beim sogenannten Durchbruch (Kreuzung der Dünamündschen und der Wald-Strasse) beginnend, sich bis zum Lämmerberge hinzieht und parallel mit der Dünamündschen Strasse verläuft. Die Thalwand ist an den beiden genannten Sectionen mit einem Radius gekrümmt, dessen Werth zwischen 1500 und 2000 Meter liegt.

(Zweite Stromrinne). Die zweite Stromrinne hat im Gegensatz zur erstgenannten ein linkes oberes und ein rechtes unteres Thalufer, das aus dem Schichtenplan

erkennbar ist. Das linke Ufer dieses Bettes ist der Terrainabhäng, der den Richtungslinien der Gesellenstrasse und der Dorotheen- (grossen Schmiede-) Strasse auf Hagensberg im Allgemeinen folgt und die Höhe des unteren Wiesenterrains von 1 Meter mit der Höhe des oberen Plateaus von 8 bis 11 Meter bei einem Neigungswinkel von 1:2 bis 1:6 vermittelt. Das rechte, stromabwärts gelegene Thalufer dieses Bettes ist ein über 5 Kilometer langer Zug, der die östliche Grenze der Stadtweide bildet und im Allgemeinen den Richtungslinien der Nikolai- und Duntenhofschen (Dampfsägemühlen-) Strasse folgt. Die Neigung dieses Flussthales wird von Süden nach Norden steiler. Auf der südlichsten Strecke ist die Neigung des Terrains, durch Veränderungen, die durch Strassenanlagen und durch die Bebauung hervorgerufen worden, gegenwärtig bis zur Mathäi- (Lager-) Strasse nicht mehr die ursprüngliche. Während sich hier das Thalufer von der Höhe von 2 Meter bis auf die Höhe von 6 Meter mit einer wechselnden Neigung von 1:30 bis 1:40 erhebt, steigt diese Neigung zwischen dem Wagnerschen Garten und der Wöhrmannschen Fabrik bis auf 1:10 und erhebt sich das Dünenplateau meistens bis auf die Höhe von 8 Meter.

Es sprechen mehrere Umstände dafür, dass das obenbesprochene Flussthale unter den drei Stromrinnen, deren Ufer sich gegenwärtig noch theilweise als Grenze des Dünenterrains markiren, das älteste ist. Zur Zeit der Gründung Rigas hat der Fluss jedenfalls schon unterhalb der Stadt ein mehr nach Westen belegenes Bett gehabt und muss vor dem jetzt längs der Nikolai- und Duntenhofschen (Dampfsägemühlen-) Strasse sich hinziehenden Thalufer eine beträchtliche Flussniederung von 1 bis 2 Meter Höhe besessen haben, da andernfalls die Gründung der Stadt am Ufer eines Rigibaches topographisch unerklärlich erscheint.

Die Stromrinnen der Düna in ihrem unteren Laufe werden bekanntlich durch aussergewöhnlich schwere Eisgänge und durch die in Verbindung mit den letzteren auftretenden grossen Durchflussquantitäten mit grossen Stromgeschwindigkeiten umgestaltet. Es muss daher ein ganz besonders gewaltiges Hochwasser gewesen sein, welches das zuletzt beschriebene Strombett hervorrief. Der Strom, der von OSO nach WNW an die linke Thalwand bei der Hagensbergschen Dorotheen- (Schmiede-) Strasse tritt, wird hier in einem Bogen, dessen Radius etwas kleiner als 1000 Meter ist, um einen Winkel von fast genau 90 Grad nach NNO abgelenkt. Während die übrigen Thalwände der alten Stromrinnen fast ausschliesslich nach einem Radius gekrümmt sind, dessen Werth zwischen 1500 und 2000 Meter schwankt, tritt hier allein eine Krümmung auf, deren Radiuswerth noch unter 1000 Meter liegt. Um diese Erscheinung zu erklären, wird angenommen werden müssen, dass eine der vielen Strominseln (Hölmer), die zu allen Zeiten in den verschiedenartigsten Formen im untersten Lauf des Dünastromes vorhanden waren, ihre Lage vor der Stelle hatte, auf welcher sich jetzt der älteste Theil der Stadt befindet. Eine Eisbarre im rechtsseitigen Stromlauf musste die Wassermassen mit Gewalt der linken Thalwand zuweisen. Um dem Strom auf fast 5 Kilometer Länge seine Richtung zuertheilen zu können, wird die Thalwand zu dieser Zeit wohl eine grössere Länge als gegenwärtig gehabt haben. Während dieselbe jetzt circa 1 Kilometer lang ist, wird sie damals wahrscheinlich eine Länge von 1½ bis 2 Kilometer besessen haben. Durch später erfolgte Flussbettformen hat diese Thalwand alsdann eine Kürzung bis auf ihre gegenwärtige Länge erfahren. Der lose Dünensand allein konnte bei der Bildung dieser Stromrinne die Ablenkung des Stromes um 90 Grad nicht bewirken, es ist vielmehr anzunehmen, dass diese Dünen schon damals bewaldet waren. Beim Abbruch des Thales mussten die in den Strom gestürzten Bäume eine natürliche Befestigung bilden, die den Strom nach NNO hinüberzwang und ihn veranlasste, den weiten Bogen des rechten Thales zu bilden, der gegenwärtig die östliche Begrenzung der Stadtweide repräsentirt. Es ist erklärlich, dass ein unter so aussergewöhnlichen Umständen entstandenes Strombett bald neuen Formen Platz

machen musste, die der mittleren Stromgeschwindigkeit der Düna mehr entsprachen, und sehen wir daher auch, dass der Strom die beiden am linken und rechten Dünaufer entstandenen Becken mit Flussgeschiebe wieder ausfüllte.

Die Neigungswinkel der Thalwände stehen mit den Krümmungsradien der Flussrinnen in einem solchen Zusammenhang, dass dem kleineren Radius der grössere Neigungswinkel entspricht. Auch bei der eben beschriebenen ältesten Stromrinne lässt sich diese Thatsache noch mit Deutlichkeit aus der gegenwärtig vorhandenen Terraingestaltung erkennen. Obgleich nun naturgemäss die Thalwände im Laufe der Jahrhunderte eine Abflachung erfahren mussten, so haben doch diese Veränderungen die ursprünglich vorhandenen Grundformen nicht vollständig verwischen können. So hat die Thalwand der Hagensbergschen Dorotheen- (Schmiede-) Strasse, die den Strom in ein Bett von weniger als 1000 Meter Radius zwang, eine Neigung von 1:2 bis 1:6, während das rechte Thalufer längs der Nikolai- und Bleichstrasse Neigungen von 1:30 bis 1:40 zeigt, weil hier der Fluss der ihm gegebenen Richtung folgend, in fast gerader Linie sich fortbewegte. Dort, wo diese rechte Thalwand dem Strom eine wechselnde Krümmung von 1500 bis 2000 Meter gab, längs der Duntenhofschen (Dampfsägemühlen-) Strasse zwischen dem Wagnerschen Garten und der Wöhrmannschen Fabrik, beträgt die mittlere Neigung derselben 1:10.

Dritte Stromrinne. Im Stadtgebiet ist noch eine Thalwand vorhanden, die nicht zu den beiden obengenannten, sondern zu einer dritten, von der ersteren unabhängigen Stromrinne, gehört. Es ist diese die Halde, die im Wesentlichen den Richtungslinien der Windmühlenstrasse und der Bauskeschen Strasse auf Thorensberg und Seifenberg folgt, und einer Krümmung entspricht, deren Radiuswerth zwischen 1100 und 1200 Meter schwankt. Das Thalufer ist nur auf einer Strecke von etwas über 3 Kilometer als Begrenzung des Dünenterrains erkennbar, und fallen die übrigen Ufer dieser Rinne innerhalb der beiden Becken, die sich oberhalb und unterhalb der alten Stadt ausdehnen.

Die Thatsachen, die sich aus dem Schichtenplan für die Terraingestaltung ergeben, lassen sich in nachfolgende Sätze zusammenfassen:

- 1) Die durch das Stadtgebiet in Anspruch genommene Fläche zerfällt in zwei nach Höhenlage und Oberflächengestaltung vollständig von einander verschiedene Gruppen, in das Dünenterrain und in die Flussniederung.
- 2) Das Dünenterrain zeigt eine sehr mannigfaltig gestaltete Oberfläche. Auf einem Plateau von 9—10 Meter mittlerer Höhe sind die mit den charakteristischen Formen der Dünenbildung versehenen Hügel vertheilt.
- 3) Die Flussniederung hat eine mittlere Terrainhöhe von 1—2 Meter und im Wesentlichen eine horizontale Oberfläche.
- 4) Das Flussthal wird vom Dünenterrain begrenzt, und bilden die jetzigen Thalwände die Ufer älterer Flussrinnen.
- 5) Aus den Formen der jetzigen Flussthalwände lassen sich drei verschiedene alte Flussrinnen erkennen, die oben näher beschrieben worden sind.

Darstellung der durch die Bohrlöcher gewonnenen Bodenproben. (Tafel 1—5). Die Bohrlöcher für die Beobachtung des Grundwassers haben gleichzeitig zur Bestimmung der Zusammensetzung des Terrains in seinen oberen Schichten gedient, und ist die nähere Bestimmung der Bodenproben durch Herrn Professor Glasenapp, in Anlehnung an die in Berlin adoptirten Grenzwerte, ausgeführt worden. Ganz durchführbar ist die Berliner Eintheilung für die Rigaer Verhältnisse aus dem Grunde nicht, weil hier sehr häufig Sandgemenge verschiedener Korngrößen ziemlich gleichmässig gemengt auftreten. In diesen Fällen ist die Korn-

grösse zu $0,1-0,5$ oder $0,25-1,0$ etc. angegeben worden. Wo die eine Korngrösse der anderen gegenüber stark vorherrscht, ist die zurücktretende Korngrösse in Klammer darunter oder nebenbei aufgeführt worden, z. B. $\left\{ \begin{array}{l} 0,1-0,25 \\ (-0,5) \end{array} \right.$. Mehr als drei Korngrössen Sand zu unterscheiden, konnte nicht empfohlen werden, weshalb Sandgemenge die Bezeichnung des feinsten darin vorkommenden Sandes erhalten konnten, da sie ihrem allgemeinen Charakter nach diesem näher stehen. So z. B. musste ein Sand von $0,1-0,5$ mm Korngrösse noch als feiner Sand bezeichnet werden, obgleich er aus den zwei Korngrössen $0,1-0,25$ und $0,25-0,5$ zusammengesetzt ist.

Dementsprechend wären zu bezeichnen:

- als feiner Sand die Korngrösse $0,1-0,25$ und $0,1-0,5$
- als mittelkörniger Sand die Korngrösse $0,25-0,5$ und $0,25-1,0$
- als grober Sand die Korngrösse $0,5-1,0$.

Eine weitergehende Bezeichnungsweise wäre die folgende:

- feiner Sand $0,1-0,25$
- mittelfeiner Sand $0,1-0,5$
- mittelkörniger Sand $0,25-0,5$
- mittelgrober Sand $0,25-1,0$
- grob Sand $0,5-1,0$.

Nummer des Bohrloches	Tiefe in Meter	Korngrösse in Millimeter	Bezeichnung
1	1,8—3,9	$0,25-0,5$ ($0,5-1,0$)	reiner grobkörniger Sand
2	1,9—5,4	$0,1-0,25$	„ feinkörniger hellgelber Sand
3	0,9—6,0	$0,1-0,25$ ($-0,5$)	feiner gelbl. Sand mit wenig Humuskohle
4	0,9—5,4	$0,1-0,25$ ($-0,5$)	„ hellbrauner Sand mit wenig Granittrümmern bis zur Erbsengrösse
5	3,0—3,3	$0,1-0,25$ ($-0,5$)	hellgrauer mittelgrober, etwas thoniger Sand mit wenig organischen Resten
„	3,3—4,5	$0,1-0,25$ ($-0,5$)	reiner hellgrauer feiner Sand
6	1,1—5,4	$0,1-0,25$ ($-0,5$)	feiner reiner gelblicher Sand
7	2,1—3,3	$0,1-0,25$	sehr feiner reiner hellgelblicher Sand
8	1,8—4,8	$0,1-0,5$	feiner graubrauner Sand mit wenig organischen Resten
„	4,8—5,4	$0,1-0,5$	„ braungrauer Sand mit wenig organischen Resten
„	5,4—6,3	$0,1-0,5$	„ reiner hellgrauer Sand
10	4,5—5,1		braunschwarzer Lehm mit viel Humuskohle brennbar, nach dem Ausglühen gelblich
„	5,1—5,4		bräunlich grauer fetter Lehm mit etwas organischen Resten
„	5,4—5,7		„ dito
11	4,2—4,5	$0,1-0,25$	feiner reiner gelber Sand
„	4,5—4,8	$0,1-0,25$ ($-0,5$)	„ dito

Nummer des Bohrloches	Tiefe in Meter	Korngrösse in Millimeter	Bezeichnung
11	4,8—5,4	0,1—0,25	feiner schwach thoniger gelber Sand
"	5,4—6,6	0,1—0,25	" sehr schwach thoniger bräunlicher Sand
"	6,6—7,8	0,1—0,25	" reiner gelber Sand
12	2,4—2,7	0,1—0,25	" brauner schwach thoniger Sand
"	2,7—3,3	0,1—0,25	" gelber schwach thoniger Sand
"	3,3—3,9	0,1—0,25 (—0,5)	" gelber Sand
"	3,9—4,5	0,1—0,25	" hellgrauer sehr schwach thoniger Sand
"	4,5—5,4	0,1—0,25	" dunkelgrauer schwach thoniger Sand
"	5,4—6,3	0,1—0,25 (—0,5)	" hellgrauer reiner Sand
14	3,3—4,5		" hellgrauer thoniger Sand mit wenig organischen Resten
"	4,5—5,4	0,25—1,0	größerer grauer Sand mit Muscheln
15	4,2—5,6	0,1—0,25 (—0,5)	feiner grauer reiner Sand
16	3,0—3,9		gelber magerer Lehm
"	3,9—4,5	0,1—0,25	grauer feiner Sand
"	von 4,5	0,1—0,25 (—0,5)	" " "
17	4,2—4,8	0,1—0,25	sehr schwach thoniger hellgrauer feiner Sand
"	4,8—5,1		grauer Grand mit etwas grobem Sand
"	5,1—5,9	0,25—0,5	feiner grauer Sand mit wenig Beimengung des vorigen (Geschiebe bis 5 mm)
"	von 5,9		feiner grauer Grand
18	3,2—3,6		grauer Lehm mit etwas organischen Resten
"	3,6—3,9	0,1—0,5	feiner schwach thoniger grauer Sand
20	von 3,0	0,1—0,25	" reiner gelber Sand
21	2,7—3,3		blauer Lehm
"	3,3—3,6	0,1—0,25	bläulich grauer thoniger feiner Sand
22	0,6—1,2	0,1—0,25 (—0,5)	feiner brauner eisenschüssiger Sand
"	1,2—3,3		sandiger dunkelbrauner Lehm mit vielen organischen Resten (brennbar)
23	0,6—2,2	0,1—0,25	feiner dunkelgrauer schwach thoniger Sand mit vielen organischen Resten und etwas Vivianit
"	2,2—3,0	0,1—0,5	hellgrauer feiner Sand mit etwas Humuskohle
24	0,3—3,0	0,1—0,25 (—0,5)	feiner reiner gelber Sand
"	3,0—5,4	0,1—0,25	" " " "
25	0,9—5,4	0,25—0,5	mittelfeiner gelber reiner Sand
"	5,4—6,0	0,25—1,0	grober gelber reiner Sand
26	0,3—1,3		feiner grauer Sand mit vielen organischen Resten
"	1,3—3,0	0,25—1,0	" " " " weniger " "
29	0,3—4,5	0,1—0,5	feiner reiner gelber Sand
"	4,5—5,7	0,25—0,5	mittelfeiner reiner gelber Sand
"	5,7—6,9	0,25—1,0	" dito (wenig Geschiebe bis 4 mm)

Nummer des Bohrloches	Tiefe in Meter	Korngrösse in Millimeter	Bezeichnung
30	1,2—3,3	0,5—1,0	reiner graugelber grober Sand
"	3,3—4,5	0,25—0,5	feiner reiner graugelber Sand.
31	0,6—4,8	0,25—0,5	" " gelber Sand
"	4,8—5,7	0,25—0,5	" reiner etwas eisenschüssiger braungelber Sand
"	5,7—6,3	0,1—0,5	" " gelber Sand
"	6,3—9,3	0,1—0,25	" gelber schwach thoniger Sand
32	0,6—2,1	0,1—0,5	" grauer humoser Sand
"	2,1—3,0		" dunkelgrauer humoser Sand (Gartenerde)
"	3,0—4,5	0,25—0,5 (0,5—1,0)	" reiner hellgraugelber Sand
33	0,3—2,7	0,1—0,25	" hellbrauner sehr schwach thoniger Sand
"	2,7—4,5	0,25—1,0	grober grauer reiner Sand (mit Geschieben bis 5 mm)
34	1,8 2,1		feiner dunkelbrauner humoser Sand } nach dem Glühen
"	2,1—3,0	0,1—0,25	" hellbrauner " " } fast weiss
"	3,0—3,9	0,1—0,5	" reiner gelber Sand
35	1,8—3,9	(—1,0)	" " hellgraugelber Sand
"	von 3,9	0,1—0,5	" " " "
36	1,8—2,4	0,25—1,0	grober gelber Sand
"	2,4—3,0	0,25—0,5 (1,0)	mittelgrober reiner gelber Sand
37	von 2,1		grauer ziemlich fetter Lehm mit etwas organischen Resten
38	2,4—3,3	0,25—0,5	feiner reiner gelber Sand
"	3,3—4,5	0,1—0,25 (—0,5)	" " " " mit Spuren von Thon
39	2,7—4,5	0,1—0,5	" " " "
"	4,5—5,4	0,1—0,25 (—0,5)	" " " "
40	0,3—5,4	0,25—0,5 (—1,0)	" " " "
"	von 9,3	0,1—0,5	" " hellgrauer Sand (m. Geschiebe bis 3 mm)
41	0,3—3,6	0,25—0,5	" " gelber Sand
"	3,6—4,8	0,25—1,0	mittelfeiner reiner graugelber Sand
"	4,8—6,3	0,25—0,5 (—1,0)	" " " "
42	2,7—3,9	0,25—1,0	grober reiner hellgraugelber Sand
"	1,8—2,7	0,25—1,0	mittelfeiner hellgraugelber Sand
43	von 2,1		grauer, ziemlich fetter Lehm mit etwas organischen Resten
"	von 3,0	0,25—1,0	" grandiger Sand (mit Geschieben bis 4 mm)
44	1,5—2,1	0,1—0,25	feiner braungrauer lehmiger humoser Sand
"	2,1—2,7	0,1—0,25	" hellbrauner thoniger Sand
"	2,7—3,3		" Grand
"	3,3—4,5		" Grand
45	1,8—2,4		grauer ziemlich fetter Lehm

Nummer des Bohrloches	Tiefe in Meter	Korngrösse in Millimeter	Bezeichnung
45	2,4—3,3		gelber fetter Lehm
"	3,3—3,9		feiner braungrauer Grand
"	3,9—4,5	0,25—4,0	" " "
"	5,1—6,3	0,1—0,5	sehr feiner gelber reiner Sand
48	0,9—2,4	0,1—0,25	feiner hellgelber reiner Sand
49	1,8—3,3	0,25—1,0 (1—4)	" sandiger Grand
"	3,3—4,5	0,25—1,0 (1—4)	" " "
50	von 6,0	0,1—0,25	" reiner gelber Sand
"	6,0—6,05		gelber Lehm
"	6,0—8,7	0,25—0,5 (—1,0)	feiner reiner gelber Sand
"	von 10,2	0,1—0,5	" " " "
51	0,3—0,9		hellbrauner sandiger Lehm
"	0,9—3,0		blaugrauer fetterer Lehm mit organischen Resten
52	0,3—4,5	0,25—1,0	mittelgrober hellbrauner eisenschüssiger Sand
53	0,3—2,4	0,1—0,5	feiner reiner gelber Sand
"	von 2,4	0,1—0,5	mittelfeiner reiner gelber Sand
54	0,3—6,0	0,1—0,25	reiner feiner gelber Sand
"	6,0—9,3	0,1—0,25	" " " "
55	0,2—1,1	0,1—0,25	feiner grauer sehr schwach thoniger Sand
"	1,1—1,7		brauner Lehm mit organischen Resten
"	2,4—4,5		grauer Lehm mit etwas Vivianit
56	0,6—1,8	0,1—0,25	gelber feiner, sehr schwach thoniger Sand
"	1,8—2,4		graubrauner Lehm
57	0,6—4,5		lehmiger grauer Sand mit etwas organischen Resten
"	4,5—4,8		grauer fetter Lehm
61	von 1,8		dunkelgrauer sandiger Lehm mit viel Humuskohle
62	0,6—6,0	0,1—0,25	feiner reiner gelber Sand
"	6,0—7,8	0,1—0,5	" " " "
63	0,6—3,9	0,1—0,25	" " " "
"	3,9—6,3	0,25—0,5 (0,1—0,25)	" " graugelber Sand
64	0,3—2,4	0,25—0,5 (—1,0)	mittelgrober reiner gelber Sand
"	2,4—3,9	0,25—0,5	" " " "
"	3,9—5,4	0,25—0,5	" " " "
65	0,3—3,0		dunkelgrauer Lehm mit sehr vielen organischen Resten und Humuskohle
66	0,9—3,3	0,1—0,25	feiner reiner gelber Sand
"	3,3—4,5	0,1—0,5	" " lichtgrauer Sand
67	1,8—5,4	0,1—0,25	reiner feiner gelber Sand
"	5,4—6,3	0,1—0,5	feiner graugelber Sand mit etwas Humuskohle
68	0,3—3,0		Moorerde
69	0,6—3,3	0,1—0,25	feiner reiner gelber Sand
"	3,3—4,5	0,1—0,5	" gelber Sand mit wenig Humuskohle

Nummer des Bohrloches	Tiefe in Meter	Korngrösse in Millimeter	Bezeichnung
70	1,8—2,3	0,1—0,25	feiner reiner gelber Sand mit Spuren von Thon
"	2,3—4,4	0,1—0,25	" graugelber Sand mit wenig Humuskohle
"	4,4—4,5		ziemlich fetter gelber Lehm
71	0,3—1,2		
"	1,2—1,5	0,1—0,25	feiner gelber Sand mit etwas organischen Resten
"	1,5—3,0	0,1—0,25	" graugelber Sand
72	0,9—1,2	0,15—0,25	" gelber reiner Sand
"	1,2—1,5	0,1—0,25 (—0,5)	" hellgelber reiner Sand
"	1,5—1,8	0,1—0,25	" " thoniger Sand
"	1,8—7,0	0,25—0,5 (—1,0)	" gelber Sand mit größerem Sand
73	0,3—4,2	0,1—0,20	sehr feiner reiner hellgelber Sand
"	4,2—6,3	0,1—0,25	feiner reiner graugelber Sand
74	0,3—2,1	0,1—0,25	" " heller Sand
"	2,1—3,9	0,1—0,25	" " hellgraugelber Sand
75	0,3—3,0	0,1—0,5	" " gelber Sand
"	3,0—4,5	0,1—0,5	" " " "

II. Das Grundwasser.

Um über die Höhenlage des Grundwasserspiegels und über die Schwankungen desselben Messungen anstellen zu können, wurden im Jahre 1881 fünfundsiebenzig gusseiserne Röhren vertical in den Boden versenkt. Durch die mit dieser Arbeit verbundenen Erdbohrungen sollte gleichzeitig die Beschaffenheit der oberen Erdschichten festgestellt werden.

Diese gusseisernen Röhren haben einen lichten Durchmesser von 6 Zoll = 15 Centimeter, und eine Wandstärke von $\frac{3}{5}$ Zoll = $1\frac{1}{2}$ Centimeter. Der obere Rand der Röhren wurde durch einen gusseisernen Deckel von 7 Zoll = $17\frac{1}{2}$ Centimeter Durchmesser, und $1\frac{4}{5}$ Zoll = $4\frac{1}{2}$ Centimeter Stärkeverschluss. Dieser Deckel trägt die Nummer des Bohrloches und kann nur unter Zuhilfenahme eines zu diesem Zwecke besonders angefertigten Schlüssels geöffnet werden.

Durch ein Nivellement wurde die Höhe der Oberkante sämtlicher Bohrlöcher über dem Ostseespiegel bestimmt, so dass die Messung der Grundwasserstände auf eine gemeinschaftliche Nullebene bezogen werden konnte, indem der Abstand des jeweiligen Grundwasserspiegels von der Oberkante der Beobachtungsröhren gemessen wurde. Die Röhren wurden so tief in den Boden versenkt, dass die Unterkante derselben noch circa $1\frac{1}{2}$ Meter unter dem bei der Bohrung angetroffenen Grundwasserspiegel zu liegen kam. An denjenigen Stellen, wo der Untergrund aus Trieb- sand bestand, wurden mehrere übereinander liegende Schichten von anfänglich grobem und dann feinerem Kies angebracht um ein Aufdringen des Trieb- sandes zu verhindern. Trotz dieser Vorsichtsmassregel mussten doch an einigen Bohrlöchern, wegen des aufgetriebenen Sandes die Grundwasserbeobachtungen eingestellt werden.

Ueber die Lage der Bohrlöcher auf dem Stadtgebiet giebt der beifolgende Grundwasserschichtenplan Aufschluss. In demselben sind die Bohrlöcher durch einen Doppelring bezeichnet, neben welchem die Nummern der Bohrlöcher eingetragen wurde.

Bei der Vertheilung wurden die Bohrlöcher zu 17 Profilen gruppirt, in denen ein Aufschluss über die Höhenlage und über die Bewegung des Grundwassers zu erwarten stand. Die tiefgelegenen Ebenen, in welchen von vornherein ein horizontaler Grundwasserstand anzunehmen war, dessen Höhenlage aus den in diesen Ebenen vorhandenen Brunnen und stehenden Gewässern sich ergab, konnten hierbei mit einer geringeren Anzahl von Bohrlöchern bedacht werden. Die Richtungslinien dieser Profilebenen sind in den Plan durch gestrichelte Linien eingetragen und ausserdem die Bohrlöcher je eines Profils in Tafel 14, 15 und 16 aufgetragen worden.

Die Messung der Grundwasserstände in diesen Röhren wurde im Jahre 1882 begonnen. Wegen der grossen Distanzen zwischen den einzelnen Bohrlöchern konnte im Laufe eines Tages von einem Beobachter nur eine beschränkte Anzahl Messungen gemacht werden, weshalb im ersten Jahre drei Beobachter mit diesen Messungen ausschliesslich betraut wurden.

Jeder Beobachter erhielt für die ihm zur Messung übergebenen Bohrlöcher eine Anzahl Formulare, auf deren Kopf die Nummer des Bohrloches, die Gesamttiefe desselben und die Höhenlage der Oberkante des Bohrloches über dem Ostseespiegel eingetragen war.

Die Beobachter hatten ihrerseits in diese Formulare den Tag und die Stunde der Beobachtung, den Abstand des Grundwasserspiegels von der Oberkante des Bohrloches, die Höhenlage des Grundwasserspiegels über dem Ostseespiegel, die Temperatur des Grundwassers in Graden Celsius, sowie Bemerkungen über Witterungsverhältnisse und besondere Ereignisse einzutragen.

Es muss hier erwähnt werden, dass trotz aller Vorsichtsmassregeln die Beobachtung der Grundwasserstände in diesen Röhren Störungen ausgesetzt war. Zum Theil rührten dieselben von der Strassenjugend her, welche die Deckel mit vieler Mühe entfernte und die Röhren mit Steinen anfüllte. Wurden hierbei grössere Granitfeldsteine angewendet, die sich an den Wandungen festklemmten, so musste ein solches Bohrloch aufgegeben werden, indem die Beseitigung der Steine mehr Kosten als die Herstellung eines neuen Bohrloches verursacht hätte. Sodann entstand eine Fehlerquelle daraus, dass bei sehr heftigen Regengüssen einzelne Bohrlöcher sich mit Meteorwasser anfüllten, welches nur langsam in den Boden versickerte. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, waren nach Möglichkeit die Bohrlöcher mit ihren Rändern erhöht angeordnet. Trotzdem liess sich feststellen, dass insbesondere bei plötzlich eintretendem Thauwetter einzelne Bohrlöcher Meteorwasser aufgenommen hatten. Es wird weiter unten beschrieben werden, in welcher Weise die aus diesem Umstande resultirenden Fehler ausgeschaltet worden sind.

Die Grundwassermessungen wurden vom Juli 1882 bis zum Juli 1883 in der Weise durchgeführt, dass dieselben im Jahre 1882 an allen Bohrlöchern die zugänglich blieben täglich, dagegen im Jahre 1883 nur die Bohrlöcher Nr. 1–12 und das Bohrloch Nr. 19 täglich, die übrigen wöchentlich einmal beobachtet wurden. Sämmtliche Beobachtungen eines Bohrloches wurden in einem besonderen Büchlein vereinigt. Von solchen Büchern sind 75 Stück vorhanden.

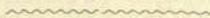
Die Ausscheidung der Beobachtungsfehler geschah in folgender Weise. Sämmtliche Messungsergebnisse eines Bohrloches wurden graphisch aufgetragen, indem die Zeiten als Abscissen, die Grundwasserstände als Ordinaten verzeichnet wurden. Nachdem auf diese Weise auf 23 Zeichnungsblättern die Curven der täglichen Grundwasserschwankungen verzeichnet waren, wurden in gleichem Massstabe für die Zeiten auf einem durchsichtigen Streifen Pausleinewand die täglichen Regennengen

und die Curve der mittleren Tagestemperaturen aufgetragen. Diese graphische Darstellung der Niederschläge und Temperaturen für die Zeitperiode vom Juli 1882 bis zum Juli 1883, in welcher die Grundwasserbeobachtungen stattfanden, ist aus der beigefügten Tafel 20 zu ersehen. Durch Auflegen dieses durchsichtigen Streifens auf jede einzelne Curve der täglichen Grundwasserschwankungen wurde die Letztere darauf hin geprüft, ob sie an Regentagen unwahrscheinliche Grundwasserstände enthielt. Es zeigte sich hierbei bei einigen besonders tief gelegenen Bohrlöchern, dass dieselben beim Uebergang von Frostwetter auf Thauwetter, Meteorwasser direct aufgenommen hatten. Diese Cöten wurden für die Berechnung der Wochen- und Monatsmittel ausgeschaltet.

Die Vervielfältigung sämtlicher Curven der täglichen Grundwasserschwankungen hätte zu bedeutende Kosten verursacht, auch geben die Curven der Wochenmittel ein besseres Bild der Grundwasserbewegung. Als Beispiel für die täglichen Schwankungen der Grundwasserstände sind die Beobachtungen der Bohrlöcher Nr. 19, Nr. 7, Nr. 35, Nr. 17 und Nr. 14 auf Tafel 6 aufgetragen. Das Bohrloch Nr. 19 ist auf dem Grundstück des Stadtkrankenhauses errichtet. Das Bohrloch Nr. 7 liegt am Alexanderboulevard in der Nähe der Elisabethstrasse, das Bohrloch Nr. 37 an der Kreuzungsstelle der Sprenk- und Säulenstrasse, das Bohrloch Nr. 17 (war zur Zeit der Aufnahme des Grundwasserschichtenplanes zerstört und wurde daher in diesen Plan nicht aufgenommen) beim Zollhause und das Bohrloch Nr. 14 in der Küterstrasse. Die Beispiele Nr. 14 und 17 wurden gewählt, um zu zeigen welchen Einfluss eine starke Wasserentnahme auf den Grundwasserspiegel ausgeübt hat. Für die chemische Untersuchung des Grundwassers wurden die Bohrlöcher zuerst leer gepumpt um das Wasser möglichst frei von lokalen, im Bohrloch selbst stattgehabten Verunreinigungen zu erhalten. Während im Bohrloch Nr. 17 am 13. August der Grundwasserstand 22 Centimeter über dem Ostseespiegel constatirt wurde, ist durch die Wasserentnahme für obengenannten Zweck der Grundwasserspiegel bis auf 16 Centimeter unter dem Ostseespiegel gesenkt, wobei das Grundwasser circa 14 Tage Zeit gebrauchte um sich von dieser Beeinflussung wieder zu erholen. Eine zweite Senkung des Grundwasserspiegels hat in demselben Bohrloch nach dem 9. September stattgefunden. Dem Bohrloch Nr. 14 wurde am 14. August Grundwasser entnommen, und zeigte dasselbe schon nach zwei Tagen den annähernd gleichen Wasserstand wie vor der Entnahme.

Um an einem Beispiel zu zeigen, wie nothwendig diese Correcturen waren, ist die zwischen dem 9. und 10. September am Bohrloch Nr. 17 aufgetretene plötzliche Senkung nicht aus der Wochenmittelberechnung ausgeschieden worden, wodurch der stetige Verlauf dieser Curve unterbrochen wird.

Die nachstehenden Tabellen, in welchen die für die Wochenmittelberechnung ausgeschiedenen Zahlen durch kleineren Druck dargestellt sind, geben über die täglichen Grundwasserschwankungen näheren Aufschluss.



Datum	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	
Bohrloch																																
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	5,69	5,68	5,67	5,67	5,68	5,68	—	5,69	5,70	5,70	5,69	5,70	5,70	—	5,71	—	5,70	5,71	5,71	5,71	—	—	—	5,62	5,61	5,65	5,65	5,65	5,66	5,69	
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,75	5,78	5,72	5,72	5,72	5,72	5,74	
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,77	5,76	5,76	5,76	5,76	5,77	
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,44	5,42	5,41	5,42	5,41	5,42	5,44
6	4,92	4,92	4,91	4,91	4,91	4,91	4,90	4,90	4,90	4,91	4,92	4,90	4,90	4,89	4,90	4,91	4,88	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,90	4,90	4,93	4,93	4,93	4,95	4,95	4,94	4,92	4,97
7	3,99	3,99	3,99	3,98	3,99	3,98	3,98	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,97	3,96	4,13	4,43	3,95	3,98	3,99	3,95	3,95	3,95	3,96	3,96	3,98	3,99	3,99	3,99	4,00	4,00	4,01	4,02
8	1,30	1,29	1,29	1,27	1,28	1,28	1,27	1,29	1,30	1,29	1,31	1,30	1,28	1,19	1,45	1,51	1,24	1,25	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,24	1,24	1,24	1,24
9	0,11	0,10	0,09	0,11	0,13	0,12	0,09	0,11	0,13	0,14	0,14	0,11	0,07	-0,02	0,23	0,37	0,30	0,38	0,45	0,46	0,35	0,33	0,29	0,44	0,42	0,38	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	0,38
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0,79	0,80	0,81	0,83	0,86	0,86	0,86	0,87	0,88	0,90	0,81	0,84	0,85	0,85	0,89	0,92	0,91	0,89	0,87	0,74	0,67	0,64	0,58	0,54	0,46	0,40	0,37	0,35	0,41	0,46	0,52	
12	0,08	0,08	0,07	0,07	0,09	0,06	0,05	0,07	0,08	0,10	0,10	0,17	0,09	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,10	0,09	0,09	0,11	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	
13	0,18	0,18	0,17	0,17	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,26	0,30	0,30	0,29	-0,52	-0,49	-0,44	-0,36	-0,31	-0,26	-0,29	-0,31	-0,33	-0,36	-0,39	-0,41	-0,43	-0,45	-0,46	-0,46	-0,46	-0,51	
14	2,01	2,02	2,02	2,02	2,03	2,00	2,00	2,02	2,04	2,03	2,02	2,02	1,99	1,56	1,77	2,01	2,00	2,03	2,05	2,05	2,04	2,06	2,07	2,11	2,07	2,08	2,07	2,08	2,03	1,97	2,01	
15	1,26	1,26	1,24	1,26	1,30	1,30	1,28	1,30	1,31	1,26	1,36	1,32	(1,23)	0,32	0,34	0,38	0,49	0,56	0,68	0,70	0,68	0,62	0,57	0,73	0,82	0,83	0,88	0,95	0,92	0,87	0,91	
16	2,54	2,55	2,55	2,54	2,54	2,53	2,53	2,53	2,53	2,54	2,54	2,53	2,51	1,69	1,73	1,75	2,02	1,92	1,97	2,21	2,03	2,02	2,01	2,16	2,15	2,14	2,02	2,16	2,19	2,21	2,22	
17	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	-0,16	-0,14	-0,13	-0,09	-0,08	-0,06	-0,05	-0,03	-0,03	-0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	-0,01	0,03		
18	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,24	0,45	0,45	0,45	0,46	0,47	0,46	0,45	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	2,66	2,65	2,66	2,66	2,66	2,65	2,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
21	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,41	1,41	1,41	1,42	1,42	1,42	1,39	1,39	1,40	1,41	1,44	1,49	1,55	1,59	1,60	1,60	1,61	1,61	1,64	1,68	1,59	1,57	1,57	1,56	1,58		
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26	—	1,77	1,72	1,72	1,73	1,75	1,79	—	1,79	1,80	1,80	1,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
34	6,75	6,75	6,74	6,74	6,75	6,80	6,84	6,80	6,75	6,76	6,73	6,72	6,72	6,72	6,73	6,75	6,80	6,83	6,86	6,86	6,87	6,88	6,88	6,88	6,90	6,92	6,89	6,92	6,93	6,92	6,92	
35	5,61	5,60	5,59	5,59	5,59	5,58	5,57	5,57	5,57	5,58	5,56	5,55	5,55	5,54	5,55	5,56	5,59	5,67	5,70	5,70	5,71	5,71	5,71	5,71	5,76	5,75	5,74	5,74	5,74	5,74	5,76	
36	2,81	2,81	2,82	2,82	2,81	2,80	2,79	2,80	2,81	2,82	2,80	2,80	2,81	2,81	2,80	2,82	2,88	3,01	3,03	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	
37	1,97	1,97	1,96	1,96	1,12	1,54	1,64	1,74	1,74	1,75	0,71	1,07	0,98	0,45	0,56	1,16	1,38	1,60	1,69	1,76	1,85	1,88	1,91	1,95	1,97	1,99	2,01	2,03	2,02	2,00	2,02	
38	3,01	3,01	3,00	3,00	3,00	2,99	2,99	3,00	3,01	3,01	3,00	3,00	2,98	2,97	2,99	3,02	3,04	3,06	3,07	3,06	3,05	3,05	3,05	3,07	3,06	3,08	3,07	3,06	3,04	3,02	3,08	
39	4,73	4,73	4,72	4,72	4,74	4,73	4,72	4,73	4,74	4,75	4,74	4,72	4,70	4,70	4,71	4,74	4,75	4,76	4,77	4,75	4,72	4,73	4,75	4,83	4,83	4,84	4,84	4,83	4,79	4,77	4,79	
40	5,61	5,61	5,61	5,61	5,60	5,61	5,61	5,60	5,60	5,61	5,59	5,61	5,60	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,60	5,61	5,61	5,61	5,60	5,60	5,59	5,59	5,59	5,59	5,61	5,61	5,61	
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
43	1,67	1,67	1,66	1,65	1,81	1,75	1,72	1,72	1,73	1,74	1,72	1,71	1,71	1,72	1,85	—	1,78	1,85	1,88	1,88	1,88	1,87	1,86	1,87	1,87	1,89	1,90	1,88	1,88	1,87	1,89	
44	0,85	0,84	0,84	0,82	0,84	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80	0,76	0,74	0,75	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	
45	0,90	0,89	0,89	0,88	0,90	0,88	0,87	0,87	0,87	0,88	0,87	0,87	0,88	0,87	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	
46	1,93	1,92	1,92	1,93	1,92	1,91	1,90	1,91	1,90	1,93	1,90	1,87	1,87	1,87	1,90	1,94	2,02	2,03	2,05	2,00	1,94	1,98	2,00	2,07	2,06	2,04	2,05	2,05	2,04	2,06	2,06	
47	0,20	0,29	0,28	0,26	0,25	0,21	0,19	0,22	0,24	0,25	0,27	0,31	0,31																			

Datum	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	
Bohrloch																																
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	5,89	5,88	5,67	5,67	5,68	5,68	—	5,69	5,70	5,70	5,69	5,70	5,70	—	5,71	—	5,70	5,71	5,71	5,71	—	—	—	5,62	5,61	5,65	5,65	5,65	5,66	5,69	
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,75	5,78	5,72	5,72	5,72	5,72	5,74	
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,77	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,77	
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,44	5,42	5,41	5,42	5,41	5,42	5,44	
6	4,92	4,92	4,91	4,91	4,91	4,91	4,90	4,90	4,90	4,91	4,92	4,90	4,90	4,89	4,90	4,91	4,88	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,90	4,90	4,93	4,93	4,95	4,95	4,94	4,92	4,97	
7	3,99	3,99	3,99	3,98	3,99	3,98	3,98	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,97	3,96	4,13	4,43	3,95	3,98	3,99	3,95	3,95	3,96	3,96	3,98	3,99	3,99	3,99	4,00	4,00	4,01	4,02	
8	1,30	1,29	1,29	1,27	1,28	1,28	1,27	1,29	1,30	1,29	1,31	1,30	1,28	1,19	1,45	1,51	1,24	1,25	1,24	1,24	1,24	1,24	1,23	1,25	1,25	1,25	1,25	1,24	1,24	1,20	1,20	
9	0,11	0,10	0,09	0,11	0,13	0,12	0,09	0,11	0,13	0,14	0,14	0,11	0,07	-0,02	0,23	0,37	0,30	0,38	0,45	0,46	0,35	0,33	0,29	0,44	0,42	0,38	0,34	0,36	0,36	0,38		
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	0,79	0,80	0,81	0,83	0,86	0,86	0,86	0,87	0,88	0,90	0,81	0,84	0,85	0,85	0,89	0,92	0,91	0,89	0,87	0,74	0,67	0,64	0,58	0,54	0,46	0,40	0,37	0,35	0,41	0,46	0,52	
12	0,08	0,08	0,07	0,07	0,09	0,06	0,05	0,07	0,08	0,10	0,10	0,17	0,09	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,10	0,09	0,09	0,11	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	
13	0,18	0,18	0,17	0,17	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,26	0,30	0,30	0,29	-0,52	-0,49	-0,44	-0,36	-0,31	-0,26	-0,29	-0,31	-0,33	-0,36	-0,39	-0,41	-0,43	-0,45	-0,46	-0,46	-0,51		
14	2,01	2,02	2,02	2,02	2,03	2,00	2,00	2,02	2,04	2,03	2,02	2,02	1,99	1,56	1,77	2,01	2,00	2,03	2,05	2,05	2,04	2,06	2,07	2,11	2,07	2,08	2,07	2,03	1,97	2,01		
15	1,26	1,26	1,24	1,26	1,30	1,30	1,28	1,30	1,31	1,26	1,36	1,32	(1,23)	0,32	0,34	0,38	0,49	0,56	0,68	0,70	0,68	0,62	0,57	0,73	0,82	0,83	0,88	0,95	0,92	0,91		
16	2,54	2,55	2,55	2,54	2,54	2,53	2,53	2,53	2,53	2,54	2,54	2,53	2,51	1,69	1,73	1,75	2,02	1,92	1,97	2,21	2,03	2,02	2,01	2,16	2,15	2,14	2,02	2,16	2,19	2,21	2,22	
17	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	-0,16	-0,14	-0,13	-0,09	-0,08	-0,06	-0,05	-0,03	-0,03	-0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03		
18	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,24	0,45	0,45	0,45	0,46	0,47	0,46	0,46	(0,45)	-0,05	0,21	0,41	0,49	0,54	0,57	0,71	0,59	0,59	0,16	0,71	0,69	0,66	0,67	0,67	0,66		
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,16	4,16	4,16	4,17	4,17	4,17	4,18	4,18	4,18	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,20		
20	2,66	2,65	2,66	2,66	2,66	2,65	2,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
21	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,41	1,41	1,41	1,42	1,42	1,42	1,39	1,39	1,40	1,41	1,44	1,49	1,55	1,59	1,60	1,60	1,61	1,61	1,64	1,68	1,59	1,57	1,57	1,56	1,58		
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,60	0,62	0,63	0,65	0,68	0,68	0,69	
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26	—	1,77	1,72	1,72	1,73	1,75	1,79	—	1,79	1,80	1,80	1,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	6,75	6,75	6,74	6,74	6,75	6,80	6,84	6,80	6,75	6,76	6,73	6,72	6,72	6,72	6,73	6,75	6,80	6,83	6,86	6,86	6,87	6,88	6,88	6,90	6,92	6,89	6,92	6,93	6,92	6,92	6,92	
35	5,61	5,60	5,59	5,59	5,59	5,58	5,57	5,57	5,57	5,58	5,56	5,55	5,55	5,54	5,55	5,56	5,59	5,67	5,70	5,70	5,71	5,71	5,71	5,72	5,76	5,75	5,74	5,74	5,74	5,76	5,76	
36	2,81	2,81	2,82	2,82	2,81	2,80	2,79	2,80	2,81	2,82	2,80	2,80	2,81	2,81	2,80	2,82	2,89	3,01	3,03	3,06	3,06	3,06	3,08	3,09	3,09	3,00	2,99	2,99	2,98	2,98	3,01	
37	1,97	1,97	1,96	1,96	1,12	1,54	1,64	1,74	1,74	1,75	0,71	1,07	0,98	0,45	0,56	1,16	1,38	1,60	1,69	1,76	1,83	1,88	1,91	1,95	1,97	1,99	2,01	2,03	2,02	2,00	2,02	
38	3,01	3,01	3,00	3,00	3,00	2,99	2,99	3,00	3,01	3,01	3,00	3,00	2,98	2,97	2,99	3,02	3,04	3,06	3,07	3,06	3,05	3,05	3,05	3,07	3,06	3,08	3,07	3,06	3,04	3,02	3,08	
39	4,73	4,73	4,72	4,72	4,74	4,73	4,72	4,73	4,74	4,75	4,74	4,72	4,70	4,70	4,71	4,74	4,75	4,76	4,77	4,75	4,72	4,73	4,75	4,83	4,83	4,84	4,84	4,83	4,79	4,77	4,79	
40	5,61	5,61	5,61	5,61	5,60	5,61	5,61	5,60	5,60	5,61	5,59	5,61	5,60	5,59	5,59	5,59	5,59	5,60	5,61	5,61	5,61	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,61	5,61	5,61	
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
43	1,67	1,67	1,66	1,65	1,81	1,75	1,72	1,72	1,73	1,74	1,72	1,71	1,71	1,72	1,85	—	1,78	1,85	1,88	1,88	1,88	1,87	1,86	1,87	1,87	1,89	1,90	1,88	1,88	1,87	1,89	
44	0,85	0,84	0,84	0,82	0,84	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80	0,76	0,74	0,75	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,94	0,86	0,88	0,87	0,86	0,84	0,82	0,82	
45	0,90	0,89	0,89	0,88	0,90	0,88	0,87	0,87	0,87	0,88	0,67	0,71	0,70	0,73	0,70	0,68	0,67	0,72	0,77	0,79	0,89	0,88	0,90	0,98	1,02	1,09	1,11	1,11	1,11	1,09	1,11	
46	1,93	1,92	1,92	1,93	1,92	1,91	1,90	1,91	1,92	1,93	1,90	1,87	1,87	1,87	1,90	1,94	2,02	2,03	2,05	2,00	1,94	1,98	2,00	2,07	2,06	2,04	2,05	2,05	2,04	2,06	2,06	
47	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25	0,21	0,19	0,22	0,24	0,25	0,27	0,31	0,31	0,31	0,32	0,33	0,39	0,41	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42	0,46	0,46	0,47	0,45	0,46	0,43	0,38	0,40	
48																																

Datum	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	
Bohrloch																															
1	5,58	5,57	5,56	5,56	5,55	5,53	5,53	5,54	5,53	5,52	5,51	5,51	5,50	5,50	5,49	5,48	5,48	5,47	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	
2	5,73	5,72	5,73	5,73	5,73	5,73	5,72	5,72	5,73	5,72	5,72	5,71	5,71	5,70	5,70	5,69	5,69	5,69	5,70	5,70	5,66	5,64	5,64	5,63	5,63	5,62	5,64	5,64	5,65	5,68	
3	5,78	5,78	5,77	5,78	5,78	5,78	5,78	5,78	5,78	5,78	5,79	5,79	5,80	5,78	5,75	5,76	5,76	5,75	5,73	5,72	5,71	5,71	5,71	5,70	5,70	5,70	5,70	5,69	5,69	5,69	
4	5,42	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,45	5,46	5,47	5,48	5,46	5,45	5,45	5,44	5,45	5,44	5,44	5,42	5,39	5,37	5,37	5,38	5,37	5,36	5,36	5,36	5,35	
5	4,86	4,85	4,86	4,86	4,86	4,85	4,85	4,86	4,86	4,87	4,87	4,88	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	
6	4,96	4,96	4,97	4,96	4,96	4,97	4,97	4,98	4,98	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	
7	4,02	4,00	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	4,01	4,01	4,01	4,01	4,00	3,99	3,97	3,99	4,01	3,98	3,98	3,96	3,96	3,94	3,93	3,94	3,94	3,94	3,94	3,94	3,93	3,99	3,99	3,99
8	1,26	1,25	1,24	1,24	1,23	1,21	1,21	1,25	1,26	1,25	1,25	1,26	1,24	1,21	1,22	1,21	1,23	1,22	1,22	1,21	1,20	1,19	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,17	1,17	1,15	
9	0,37	0,33	0,30	0,37	0,25	0,23	0,23	0,25	0,23	0,25	0,23	0,22	0,17	0,15	0,13	0,15	0,18	0,17	0,17	0,08	0,05	0,04	0,04	0,01	0,01	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	
10	1,63	1,64	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,58	1,61	1,59	1,59	1,60	1,59	1,57	1,58	1,58	1,58	
11	0,33	0,32	0,31	0,29	0,29	0,29	0,32	0,41	0,48	0,43	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,21	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	
12	0,07	0,03	0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,04	-0,01	0,00	-0,03	-0,04	-0,06	-0,09	-0,11	-0,13	-0,13	-0,16	-0,15	-0,15	-0,18	-0,19	-0,21	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	
13	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	-0,05	-0,03	-0,01	-0,02	-0,02	-0,05	-0,06	-0,11	-0,13	-0,15	-0,16	-0,17	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	
14	2,09	2,08	2,08	2,06	2,06	2,06	2,08	2,08	2,06	2,06	2,05	2,03	2,01	2,00	2,00	2,02	2,00	1,91	1,97	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,95	1,95	1,95	1,96	1,96	1,96	
15	0,97	1,07	1,17	1,12	1,09	1,05	1,04	1,05	1,12	1,08	1,04	1,02	0,98	0,83	0,87	0,92	0,87	0,79	0,76	0,73	0,72	0,70	0,65	0,65	0,67	0,72	0,77	0,76	0,77	0,77	
16	2,35	2,29	2,24	2,23	2,19	2,13	2,11	2,21	2,29	2,21	2,15	2,11	2,08	1,75	1,67	1,63	1,63	1,61	1,55	1,53	1,50	1,47	1,45	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	
17	0,05	0,06	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06	0,06	0,06	-0,16	-0,20	-0,23	-0,25	-0,22	-0,21	-0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	0,66	0,64	0,61	0,59	0,60	0,60	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,46	0,42	0,41	0,39	0,39	0,36	0,39	0,36	0,36	0,36	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	
19	4,20	4,20	4,20	4,19	4,19	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	1,59	1,58	1,57	1,55	1,54	1,53	1,52	1,53	1,52	1,50	1,49	1,48	1,45	1,45	1,45	1,46	1,46	1,45	1,46	1,41	1,41	1,40	1,39	1,39	1,40	1,41	1,41	1,41	1,41	1,42	
22	0,66	0,63	0,62	0,60	0,62	0,64	0,64	0,65	0,63	0,62	0,63	0,64	0,65	0,62	0,58	0,56	0,53	0,53	0,54	0,53	0,50	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,64	0,65	0,66	0,66	
23	0,06	0,03	-0,03	-0,04	-0,06	-0,08	-0,09	-0,07	-0,09	-0,09	-0,10	-0,11	-0,12	-0,12	-0,13	-0,11	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,09	-0,07	-0,07	
24	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,55	4,55	4,55	4,54	4,54	4,54	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	
25	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42
26	1,84	1,77	1,77	1,76	1,76	1,76	1,78	1,79	1,79	1,79	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,78	1,76	1,77	1,79	1,83	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,84	
27	4,93	4,86	4,86	4,83	4,81	4,80	4,80	4,79	4,78	4,77	4,76	4,75	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,74	
28	3,23	3,22	3,22	3,22	3,22	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,22	3,22	3,23	3,23	3,23	3,23	
29	2,63	2,64	2,64	2,63	2,63	2,63	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,60	2,59	2,58	2,57	2,57	2,58	2,57	2,57	2,57	2,58	2,60	
30	0,96	0,93	0,91	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81	0,81	0,80	0,81	0,81	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	
31	1,28	1,28	1,24	1,29	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,25	1,25	1,22	1,22	1,21	1,21	1,14	1,22	1,24	1,24	1,25	1,25	1,23	1,23	1,23	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,20	
32	-0,08	-0,11	-0,11	-0,02	-0,15	-0,15	-0,15	-0,17	-0,15	-0,20	-0,22	-0,23	-0,23	-0,24	-0,24	-0,28	-0,28	-0,28	-0,25	-0,23	-0,25	-0,27	-0,27	-0,25	-0,25	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,28	
33	-	-	-	-0,14	-0,23	-0,34	-0,34	-0,34	-0,37	-0,40	-0,41	-0,43	-0,43	-0,43	-0,44	-0,46	-0,48	-0,48	-0,49	-0,43	-0,31	-0,31	-0,35	-0,43	-0,48	-0,48	-0,48	-0,49	-0,49	-0,49	
34	6,96	6,95	6,95	6,94	6,93	6,92	6,93	6,94	6,93	6,92	6,92	6,91	6,90	6,88	6,87	6,86	6,84	6,84	6,85	6,87	6,80	6,78	6,76	6,75	6,74	6,74	6,75	6,75	6,76	6,76	
35	5,80	5,82	5,81	5,79	5,78	5,76	5,76	5,77	5,76	5,75	5,75	5,74	5,72	5,70	5,70	5,69	5,69	5,69	5,70	5,67	5,65	5,64	5,63	5,62	5,61	5,60	5,59	5,58	5,59	5,59	
36	3,00	2,97	2,95	2,93	2,92	2,91	2,92	2,91	2,90	2,89	2,88	2,88	2,87	2,86	2,87	2,88	2,88	2,88	2,87	2,86	2,84	2,84	2,83	2,82	2,81	2,83	2,84	2,85	2,85	2,85	
37	2,06	2,06	2,05	2,04	2,03	2,02	2,02	2,01	2,00	2,00	2,00	1,98	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,96	1,95	1,95	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	
38	3,08	3,07	3,06	3,05	3,05	3,05	3,05	3,06	3,07	3,04	3,01	3,02	3,03	3,03	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	2,98	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,98	2,99	3,01	3,02	3,02	
39	4,82	4,82	4,86	4,79	4,79	4,78	4,78	4,81	4,82	4,80	4,79	4,75	4,75	4,76	4,78	4,77	4,77	4,72	4,70	4,70	4,70	4,68	4,68	4,68	4,68	4,69	4,69	4,70	4,71	4,71	
40	5,59	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,59	5,59	5,59	5,59	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,58	5,58	
41	4,54	4,54	4,54	4,53	4,53	4,52	4,52	4,53	4,53	4,52	4,52	4,51	4,51	4,51	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,49	4,49	4,49	4,48	4,48	4,47	4,47	4,46	4,47	4,47	4,47	
42	3,05	3,04	3,02	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,00	2,98	2,98	2,97	2,96	2,96	2,95	2,96	2,96	2,95	2,94	2,94	2,93	2,93	2,92	2,92	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	
43	1,90	1,88	1,87	1,86	1,86	1,85	1,85	1,84	1,84	1,82	1,81	1,80	1,79	1,77	1,78	1,78	1,76	1,76	1,73	1,72	1,72	1,									

Datum	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	
Bohrloch	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31.	
1	5,46	5,46	5,46	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,46	5,46	5,46	5,46	5,47	5,49	5,50	5,52	5,53	5,54	5,55	5,55	5,54	
2	5,65	5,65	5,65	5,64	5,64	5,64	5,63	5,63	5,62	5,61	5,61	5,61	5,60	5,60	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,58	5,58	5,58	5,58	5,57	5,57	5,57	5,56	5,56	
3	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	5,67	5,67	5,67	5,67	5,66	5,66	5,66	5,65	5,65	5,65	5,65	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,62	5,62	5,62	5,61	
4	5,34	5,34	5,33	5,33	5,32	5,32	5,32	5,32	5,31	5,31	5,31	5,31	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,29	5,29	5,29	5,29	5,28	5,28	5,29	5,29	5,30	5,29	5,29	5,29	5,29	5,29	
5	5,06	5,05	5,05	5,05	5,04	5,04	4,97	5,01	5,01	5,04	5,08	5,12	5,16	5,15	5,15	5,15	5,15	5,16	5,16	5,16	5,15	5,15	5,18	5,26	5,30	5,31	5,32	5,29	5,26	5,24	5,24	
6	4,99	4,98	4,98	4,95	4,93	4,91	4,88	4,88	4,87	4,86	4,86	4,86	4,86	4,85	4,84	4,83	4,85	4,84	4,82	4,81	4,81	4,81	4,80	4,80	4,80	4,82	4,80	4,80	4,80	4,79	4,79	
7	3,94	3,93	3,94	3,93	3,92	3,90	3,89	3,89	3,89	3,90	3,91	3,90	3,89	3,89	3,87	3,87	3,87	3,87	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,84	3,86	3,86	3,85	3,84	
8	1,17	1,17	1,17	1,16	1,15	1,14	1,12	1,12	1,12	1,10	1,08	1,10	1,11	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,11	1,10	1,10	1,10	1,09	1,09	1,10	1,10	1,08	1,10	1,10	1,07	1,07	
9	0,06	0,04	0,03	0,01	-0,01	-0,03	-0,05	-0,06	-0,06	-0,03	-0,01	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,07	-0,09	-0,09	-0,13	-0,14	-0,02	0,03	0,07	-0,05	0,03	0,03	0,01	0,00	
10	1,58	1,58	1,57	1,57	1,56	1,55	1,55	1,56	1,55	1,54	1,53	1,52	1,54	1,53	1,53	1,54	1,53	1,53	1,53	1,52	1,52	1,51	1,50	1,51	1,52	1,53	1,54	1,54	1,52	1,52	1,52	
11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,03	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,09	-0,08	-0,11	-0,11	-0,09	-0,08	-0,07	-0,12	-0,09	-0,09	-0,12	-0,13	
12	-0,21	-0,22	-0,25	-0,28	-0,32	-0,34	-0,36	-0,36	-0,37	-0,37	-0,38	-0,40	-0,40	-0,41	-0,40	-0,41	-0,42	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	
13	-0,26	-0,26	-0,27	-0,26	-0,26	-0,26	-0,27	-0,25	-0,26	-0,27	-0,28	-0,28	-0,28	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,25	-0,21	-0,18	-0,18	-0,18	-0,17	-0,16	
14	2,01	1,96	1,96	1,93	1,91	1,90	1,90	1,89	1,88	1,89	1,90	1,90	1,89	1,89	1,88	1,88	1,90	1,87	1,87	1,88	1,88	1,87	1,86	1,88	1,90	1,90	1,90	1,94	1,93	1,93	1,93	
15	0,76	0,75	0,72	0,67	0,59	0,56	0,54	0,53	0,52	0,54	0,56	0,58	0,52	0,51	0,43	0,54	0,56	0,55	0,53	0,54	0,53	0,53	0,48	0,52	0,60	0,67	0,67	0,83	0,83	0,82	0,82	
16	1,45	1,46	1,45	1,28	1,27	1,21	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,18	1,17	1,16	1,17	1,17	1,17	1,17	1,19	1,21	1,21	1,20	1,22	1,24	1,26	1,26	1,31	1,37	1,49	1,49	1,54	
17	-0,11	-0,11	-0,11	-0,12	-0,13	-0,14	-0,15	-0,16	-0,16	-0,16	-0,17	-0,17	-0,18	-0,18	-0,18	-0,19	-0,19	-0,19	-0,20	-0,21	-0,20	-0,20	-0,20	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,19	-0,17	-0,22	-0,23	
18	0,38	0,39	0,35	0,31	0,27	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,21	0,22	0,21	0,19	0,20	0,22	0,19	0,21	0,21	0,27	0,26	0,24	
19	4,17	4,17	4,17	4,17	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16	4,15	4,15	4,15	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,13	4,13	4,13	4,13	4,13	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	
20	2,58	2,58	2,59	2,58	2,57	2,58	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,55	2,55	2,54	2,55	2,56	2,53	2,53	2,53	2,53	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,50	2,52	2,54	2,52	2,50	
21	1,41	1,41	1,40	1,39	1,38	1,38	1,36	1,37	1,38	1,38	1,39	1,38	1,37	1,36	1,36	1,38	1,37	1,41	1,45	1,43	1,43	1,43	1,41	1,43	1,45	1,44	1,49	1,51	1,56	1,56	1,54	
22	0,65	0,64	0,63	0,57	0,59	0,63	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,66	0,68	0,68	0,72	0,73	0,74	0,73	0,74	0,74	0,74	0,72	0,72	0,76	0,82	0,91	0,90	0,92	0,92	0,90	0,88	
23	-0,07	-0,07	-0,06	-0,05	-0,05	-0,04	-0,05	-0,06	-0,06	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,11	0,18	0,24	0,26	0,29	0,25	0,23	0,21	
24	4,52	4,51	4,51	4,52	4,52	4,52	4,51	4,51	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47	
25	4,40	4,40	4,40	4,40	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,38	4,38	4,38	4,38	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	
26	1,85	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,85	1,85	1,85	1,85	1,84	1,84	1,83	1,83	1,82	1,82	1,83	1,82	1,81	1,81	1,82	1,82	1,83	1,83	1,84	1,85	1,85	1,85	1,85	1,84	1,84	
27	4,76	4,76	4,76	4,77	4,77	4,78	4,78	4,78	4,77	4,77	4,76	4,77	4,77	4,78	4,80	4,88	4,87	4,87	4,86	4,86	4,86	4,85	4,89	4,96	4,98	5,03	5,07	5,06	5,05	5,04	5,03	
28	3,21	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,19	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,19	3,21	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,21	3,21	3,20	3,21	3,22	3,21	3,21	3,21	3,21	3,20	3,20	
29	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,58	2,58	2,58	2,58	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
30	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77	0,78	0,78	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,74	0,76	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
31	1,20	1,20	1,20	1,19	1,19	1,19	1,18	1,18	1,18	1,16	1,16	1,19	1,17	1,16	1,17	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,15	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,12	1,12	
32	-0,35	-0,26	-0,38	-0,42	-0,46	-0,42	-0,42	-0,42	-0,45	-0,45	-0,48	-0,50	-0,47	-0,46	-0,45	-0,40	-0,45	-0,43	-0,36	-0,41	-0,35	-0,37	-0,39	-0,47	-0,35	-0,21	-0,24	-0,27	-0,22	-0,20	-0,24	
33	-0,49	-0,51	-0,53	-0,58	-0,62	-0,63	-0,64	-0,65	-0,66	-0,67	-0,67	-0,67	-0,66	-0,64	-0,62	-0,58	-0,59	-0,57	-0,54	-0,52	-0,52	-0,52	-0,51	-0,51	-0,50	-0,49	-0,48	-0,47	-0,44	-0,43	-0,41	
34	6,73	6,73	6,72	6,71	6,70	6,69	6,68	6,68	6,68	6,69	6,69	6,68	6,66	6,66	6,66	6,66	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,66	6,65	6,65	6,65	6,66	6,68	6,73	6,72	6,71	6,70	
35	5,57	5,57	5,56	5,55	5,55	5,54	5,53	5,53	5,52	5,53	5,54	5,53	5,52	5,52	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53	5,54	5,54	5,51	5,51	5,53	5,55	5,56	5,59	5,62	5,62	5,63	
36	2,86	2,85	2,85	2,85	2,85	2,84	2,84	2,84	2,83	2,83	2,84	2,84	2,83	2,84	2,85	2,86	2,88	2,89	2,89	2,90	2,89	2,86	2,82	2,89	2,92	3,00	3,01	3,03	2,99	2,97	2,96	
37	1,98	1,98																														

Datum	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	
Bohrloch																															
1	5,54	5,54	5,53	5,52	5,51	5,51	5,50	5,49	5,49	5,49	5,48	5,47	5,49	5,53	5,61	5,64	5,64	5,63	5,61	5,60	5,58	5,57	5,56	5,54	5,53	5,53	5,52	5,51	5,51	5,53	
2	5,56	5,56	5,56	5,55	5,55	5,54	5,54	5,54	5,55	5,55	5,54	5,56	5,57	5,60	5,66	5,70	5,70	5,69	5,69	5,68	5,67	5,65	5,64	5,62	5,59	5,58	5,58	5,57	5,58	5,59	
3	5,62	5,62	5,61	5,62	5,63	5,63	5,62	5,63	5,62	5,62	5,62	5,63	5,64	5,66	5,70	5,72	5,73	5,73	5,72	5,72	5,72	5,71	5,71	5,70	5,70	5,70	5,69	5,69	5,68	5,68	
4	5,29	5,31	5,31	5,34	5,33	5,32	5,32	5,30	5,31	5,33	5,35	5,34	5,36	5,40	5,42	5,45	5,45	5,44	5,44	5,44	5,43	5,42	5,42	5,41	5,40	5,38	5,37	5,38	5,38	5,39	
5	5,22	5,21	5,20	5,19	5,18	5,17	5,15	5,14	5,11	5,11	5,10	5,14	5,31	5,36	5,40	5,46	5,44	5,41	5,36	5,38	5,35	5,30	5,26	5,18	5,19	5,19	5,20	5,19	5,21	5,23	
6	4,78	4,78	4,78	4,77	4,77	4,77	4,77	4,76	4,76	4,76	4,75	4,75	4,75	4,76	4,77	4,76	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,74	4,74	4,75	4,76	4,75	
7	3,84	3,84	3,83	3,83	3,84	3,84	3,83	3,83	3,83	3,84	3,82	3,82	3,83	3,84	3,84	3,83	3,83	3,84	3,84	3,85	3,85	3,85	3,86	3,87	3,86	3,85	3,83	3,84	3,85	3,85	
8	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,03	1,03	1,03	1,03	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,00	0,99	0,98	0,98	0,98	0,99	1,01	1,02	1,02	1,01	1,00	1,04	0,98	1,00	1,02	1,03	
9	-0,02	-0,02	-0,01	-0,05	-0,06	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,05	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	0,30	0,38	0,43	0,37	0,33	0,32	0,33	0,34	0,30	0,26	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
10	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,47	1,46	1,45	1,45	1,47	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,47	1,48	1,47	1,48	1,47	1,48	1,50	1,51	
11	-0,16	-0,16	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	
12	-0,36	-0,37	-0,38	-0,35	-0,36	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	
13	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19	
14	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,88	1,88	1,87	1,88	1,88	1,86	1,86	1,90	1,90	1,89	1,88	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	
15	0,72	0,69	0,67	0,65	0,64	0,58	0,52	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52	0,52	0,50	0,50	0,47	0,52	0,50	0,50	0,56	0,55	0,53	0,53	0,52	0,49	0,47	0,44	
16	1,42	1,40	1,40	1,42	1,42	1,37	1,37	1,37	1,36	1,36	1,28	1,37	1,37	1,30	1,50	1,51	1,52	1,54	1,47	1,45	1,44	1,43	1,41	1,40	1,37	1,37	1,34	1,32	1,24	1,21	
17	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	
18	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,27	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,24	0,25	0,50	1,10	1,08	0,86	0,70	0,69	0,68	0,66	0,65	0,63	0,61	0,60	0,59	0,56	0,55	0,53	0,53	
19	4,12	4,11	4,11	4,11	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,11	4,11	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,09	4,09	
20	2,49	2,48	2,48	2,47	2,47	2,47	2,46	2,46	2,47	2,47	2,46	2,47	2,46	2,52	2,48	2,48	2,47	2,48	2,48	2,52	2,52	2,52	2,53	2,54	2,52	2,51	2,52	2,52	2,51	2,51	
21	1,49	1,47	1,47	1,46	1,44	1,39	1,39	1,39	1,39	1,38	1,37	2,01	1,81	1,63	1,44	1,45	1,44	1,43	1,43	1,43	1,44	1,44	1,43	1,41	1,39	1,34	1,33	1,25	1,10	1,12	
22	0,70	0,70	0,69	0,66	0,70	0,72	0,74	0,75	0,77	0,77	0,78	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,01	1,00	0,89	0,68	0,64	0,60	0,60	0,60	0,61	0,62	0,61	0,64	0,67	0,72	
23	0,15	0,12	0,09	0,07	0,05	0,06	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04	0,23	0,41	0,48	0,44	0,34	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	
24	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,47	
25	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,36	4,36	4,36	4,37	4,37	4,37	4,37	4,36	4,36	4,36	4,36	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	
26	1,83	1,82	1,81	1,81	1,80	1,82	1,82	1,83	1,83	—	—	—	1,85	1,91	1,94	1,93	1,89	1,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	5,00	4,97	4,94	4,92	4,90	4,89	4,86	4,82	4,79	4,77	4,76	4,76	5,07	5,12	5,13	5,12	5,10	5,06	5,04	5,03	5,01	5,00	4,99	4,97	4,94	4,91	4,91	4,92	4,94	4,99	
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,11	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,11	1,09	1,11	1,11	1,11	1,09	1,07	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,08	1,09	1,09	
32	-0,23	-0,21	-0,23	-0,27	-0,29	-0,33	-0,37	-0,37	-0,37	-0,34	-0,29	-0,29	-0,33	-0,24	-0,19	-0,19	-0,20	-0,24	-0,24	-0,27	-0,27	-0,32	-0,37	-0,35	-0,35	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	
33	-0,43	-0,44	-0,45	-0,48	-0,50	-0,49	-0,47	-0,45	-0,44	-0,46	-0,48	-0,43	-0,41	-0,38	-0,36	-0,36	-0,35	-0,39	-0,43	-0,42	-0,41	-0,40	-0,42	-0,45	-0,47	-0,49	-0,51	-0,52	-0,52	-0,52	
34	6,70	6,69	6,68	6,69	6,70	6,71	6,70	6,69	6,68	6,66	6,64	6,63	6,69	6,73	6,75	6,74	6,73	6,74	6,73	6,74	6,75	6,76	6,76	6,76	6,76	6,77	6,78	6,79	6,80	6,82	
35	5,60	5,59	5,57	5,58	5,59	5,60	5,59	5,58	5,57	5,56	5,56	5,55	5,54	5,56	5,62	5,63	5,64	5,66	5,67	5,67	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66	5,64	5,63	5,62	5,61	5,59
36	2,93	2,89	2,86	2,85	2,84	2,84	2,84	2,85	2,85	2,85	2,84	2,84	2,86	2,94	3,00	2,97	2,93	2,92	2,92	2,91	2,91	2,89	2,89	2,88	2,87	2,85	2,89	2,91	2,93	2,96	
37	2,06	2,03	2,01	2,00	1,98	1,97	1,96	1,96	1,95	1,96	1,96	1,98	2,01	2,04	2,06	2,02	1,98	1,97	1,96	1,95	1,94	1,93	1,92	1,91	1,90	1,89	1,86	1,88	1,89	1,90	
38	2,99	2,98	2,97	2,96	2,96	2,96	2,96	2,95	2,95	2,94	2,93	2,95	2,96	2,97	2,95	2,97	2,95	2,96	2,97	2,97	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,96	2,97	2,97	2,96	2,96	
39	4,61	4,60	4,59	4,58	4,58	4,59	4,59	4,59	4,59	4,58	4,58	4,57	4,59	4,61	4,62	4,60	4,59	4,57	4,56	4,58	4,59	4,60	4,60	4,62	4,62	4,59	4,59	4,62	4,65	4,64	
40	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,50	5,49	5,50	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,52	5,52	5,50	5,50	5,50	5,50	
41	4,44	4,44	4,43	4,43	4,43	4,43	4,42	4,42	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,44	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,46	4,46	4,47	4,47	4,47	4,46	4,46	4,45	4,46	4,47	4,48	
42	2,96	2,96	2,95	2,94	2,93	2,93	2,92	2,91	2,91	2,91	2,91	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	
43	1,85	1,82	1,78	1,77	1,75	1,73	1,72	1,71	1,71	1,72	1,73	1,74	1,74	1,81	1,84	1,82	1,71	1,71	1,70	1,68	1,67	1,67	1,66	1,65	1,64	1,63	1,62	1,64	1,65	1,67	
44	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65	0																									

Datum	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
Bohrloch																															
1	5,64	5,72	5,77	5,78	5,76	5,72	5,65	5,60	5,55	5,53	5,52	5,51	5,50	5,49	5,48	5,46	5,45	5,41	5,39	5,38	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	5,37	
2	5,63	5,63	5,63	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62	5,61	5,61	5,62	5,63	5,62	5,62	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	5,61	
3	5,67	5,67	5,68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	5,39	5,40	5,39	5,38	5,37	5,35	5,31	5,26	5,24	5,23	5,22	5,22	5,22	5,21	5,21	5,21	5,20	5,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	5,29	5,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	4,75	4,75	4,73	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	
7	3,85	3,85	3,85	3,84	3,84	3,83	3,82	3,81	3,81	3,81	3,81	3,82	3,82	3,82	3,79	3,83	3,83	3,83	3,83	3,82	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	
8	1,03	1,03	1,03	0,99	0,97	0,85	0,73	0,70	0,70	0,73	0,76	0,76	0,75	0,81	0,75	0,75	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,69	0,85	0,83	—	—	—	—	—	—	
9	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,81	0,23	0,21	0,23	0,25	0,23	0,22	0,22	0,23	0,22	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	1,50	1,49	1,49	1,48	1,47	1,46	1,48	1,45	1,47	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,50	1,49	1,49	1,48	1,48	1,47	1,46	1,52	1,52	—	—	—	—	—	—	
11	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	-0,11	-0,13	-0,14	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,19	-0,17	-0,20	-0,21	-0,21	-0,22	-0,23	-0,24	-0,13	-0,09	—	—	—	—	—	—	
12	-0,33	-0,30	-0,29	-0,30	-0,31	-0,32	-0,33	-0,35	-0,37	-0,37	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38	-0,39	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37	-0,36	-0,15	0,01	—	—	—	—	—	—	
13	1,06	1,04	1,02	0,99	0,97	0,95	0,94	0,90	0,87	0,85	0,81	0,79	0,76	0,74	0,73	0,68	0,66	0,65	0,61	0,63	0,62	0,60	0,55	0,52	—	—	—	—	—	—	
14	1,83	1,83	1,83	1,83	1,82	1,81	1,80	1,80	1,79	1,81	1,84	1,83	1,82	1,82	1,82	1,82	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,80	1,83	1,82	1,80	—	—	—	—	—	
15	0,44	0,43	0,42	0,40	0,39	0,38	0,42	0,38	0,37	0,42	0,51	0,50	0,49	0,52	0,52	0,52	0,51	0,48	0,47	0,45	0,44	0,42	0,49	0,47	—	—	—	—	—	—	
16	1,21	1,22	1,24	1,26	1,20	1,20	1,18	1,15	1,14	1,17	1,20	1,21	1,22	1,21	1,31	1,30	1,30	1,33	1,35	1,37	1,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,23	-0,24	-0,26	-0,26	-0,27	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,28	-0,11	-0,07	-0,05	-0,04	—	—	—	—	—	
18	0,51	0,50	0,49	0,49	0,47	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,41	—	—	—	—	—	—	
19	4,09	4,09	4,09	4,08	4,08	4,08	4,07	4,07	4,07	4,06	4,07	4,07	4,07	4,07	4,07	4,07	4,06	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	
20	2,52	2,50	2,50	2,49	2,48	2,50	2,49	2,48	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,46	2,46	2,46	2,45	2,46	2,49	2,52	2,51	—	—	—	—	—	
21	1,42	1,41	1,41	1,40	1,38	1,30	1,28	1,31	1,40	1,40	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,35	1,35	1,36	1,37	1,37	1,36	1,34	1,41	1,40	1,39	—	—	—	—	—	
22	0,72	0,70	0,73	0,74	0,73	0,72	0,72	0,70	0,69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
23	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24	4,47	4,47	4,48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	4,35	4,35	4,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26	1,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	5,07	5,09	5,12	5,11	5,10	5,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	-0,55	-0,55	-0,54	-0,53	-0,53	-0,53	-0,56	-0,59	-0,59	-0,59	-0,58	-0,57	-0,55	-0,56	-0,57	-0,57	-0,57	-0,56	-0,54	-0,53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	6,81	6,79	6,78	6,75	6,73	6,72	6,72	6,70	6,71	6,71	6,70	6,70	6,69	6,68	6,67	6,67	6,66	6,65	6,64	6,63	6,64	6,65	6,68	6,70	—	—	—	—	—	—	
35	5,59	5,59	5,59	5,58	5,59	5,58	5,56	5,55	5,57	5,58	5,58	5,57	5,57	5,56	5,55	5,54	5,53	5,51	5,49	5,47	5,49	5,50	5,51	5,52	—	—	—	—	—	—	—
36	2,96	2,95	2,94	2,89	2,87	2,86	2,84	2,82	2,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1,90	1,91	1,90	1,89	1,88	1,95	2,02	1,97	1,87	1,89	1,91	1,88	1,87	1,86	1,84	1,85	1,88	1,87	1,86	1,86	1,85	1,94	1,93	1,92	—	—	—	—	—	—	
38	2,96	2,96	2,96	2,96	2,95	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	—	—	—	—	—	—	
39	4,64	4,64	4,59	4,58	4,57	4,59	4,58	4,56	4,56	4,57	4,57	4,57	4,56	4,58	4,58	4,57	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,53	4,67	4,66	4,67	—	—	—	—	—	—
40	5,50	5,50	5,50	5,51	5,51	5,50	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,48	5,48	5,48	5,47	5,47	5,47	5,47	5,47	5,47	5,47	5,47	—	—	—	—	—	—	—
41	4,48	4,47	4,46	4,45	4,44	4,43	4,43	4,44	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,42	4,41	4,41	4,41	4,40	4,40	4,41	4,40	4,45	4,45	4,45	—	—	—	—	—	—	—
42	3,01	3,01	2,99	2,98	2,96	2,97	2,98	2,98	2,96	2,95	2,98	2,93	2,92	2,92	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,93	2,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	1,68	1,67	1,67	1,66	1,65	1,68	1,72	1,71	1,69	1,69	1,69	1,69	1,68	1,68	1,68	1,67	1,67	1,67	1,66	1,67	1,70	1,76	1,73	1,74	—	—	—	—	—	—	—
44	0,77	0,75	0,73	0,72	0,71	0,71	0,70	0,68	0,62	0,61	0,59	0,58	0,57	0,57	0,58	0,59	0,61	0,61	0,62	0,62	0,62	0,65	0,67	0,69	0,70	—	—	—	—	—	—
45	0,30	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	0,26	0,28	0,30	0,28	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,29	0,30	0,32	0,33	—	—	—	—	—	—
46	1,64	1,64	1,65	1,66	1,64	1,62	1,62	1,63	1,65	1,67	1,66	1,64	1,61	1,60	1,59	1,60	1,62	1,59	1,57	1,55	1,56	1,62	1,59	1,58	—	—	—	—	—	—	—
47	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,05	-0,06	-0,07	-0,08	-0,04	-0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	—	—	—	—	—	—	—
48	2,55	2,55	2,53	2,52	2,51	2,50	2,50	2,50	2,52	2,51	2,50	2,51	2,51	2,51	2,52	2,50	2,50	2,50	2,50												

Die Tafeln 7 bis 13 enthalten die graphische Darstellung der Wochenmittel der Grundwasserstände in den einzelnen Bohrlöchern, soweit die Messung derselben hat durchgeführt werden können, für die Zeitperiode vom Juli 1882 bis zum Juli 1883. Links ist die Nummer des Bohrloches neben einer horizontalen Linie eingetragen, deren Höhenlage in Metern über dem Ostseespiegel (Nullpunkt des Kronstädter Pegels) auf der rechten Seite notirt wurde. Die an dieser Linie für die einzelnen Wochen notirten Zahlen geben den Grundwasserstand an.

Die Tafeln 14, 15 und 16 geben eine graphische Darstellung der maximalen, minimalen und mittleren Grundwasserstände im Verhältniss zur Terrainhöhe. Die vollausgezogene Linie zeigt den mittleren Grundwasserstand während der Beobachtungsperiode vom Juli 1882 bis Juli 1883, die obere gestrichelte Linie verbindet die höchsten, die untere gestrichelt punktirte Linie die niedrigsten an den einzelnen Beobachtungspunkten gemessenen Grundwasserstände.

In alle Profile wurde die mittlere Grundwasserhöhe des ganzen untersuchten Terrains mit 2,85 Meter über dem Ostseespiegel als Vergleichslinie eingetragen.

Zur Ermittlung des Verlaufs der Grundwasserlinien wurden Hilfspunkte hinzugezogen, die durch eine einfache verticale Linie ohne hinzugefügte Höhenziffer in den Profilen vermerkt sind.

Das erste Profil auf Tafel 14, welches die Bohrlöcher Nr. 34, 35, 36, 37, 45 und 47 umfasst, beginnt in der Nähe der Kreuzungsstelle der Helenen- und Sprenkstrasse, verläuft annähernd parallel mit der Sprenk- und Kurmanowstrasse, kreuzt alsdann die Tiefebene des Rodenburger Grabens, um schliesslich zwischen der Turgenjew- (Steg-) und Smolensker (gr. Jesuskirchen-) Strasse sich der Düna zuzuwenden.

Das Gefälle des mittleren Grundwasserspiegels in diesem Profil beträgt zwischen der Palisadenstrasse und der Dünauferstrasse, auf einer Länge von 2050 Meter, 6,42 Meter oder im Mittel 3,13 ‰.

Ueber die einzelnen Theilstrecken dieses Profils geben die nachfolgenden Zahlen näheren Aufschluss.

Strecke	Länge	Absolutes Gefälle	Mittleres Gefälle	Mittlere Stärke der durchfeuchteten Schicht
Palisaden- — Säulenstrasse	290 m	1,34 m	4,62 ‰	1,45 m
Säulen- — Romanowstrasse	400 „	2,68 „	6,70 „	0,97 „
Romanow- — Popowstrasse	240 „	0,90 „	3,75 „	0,54 „
Popow- — gr. Bärenstrasse	670 „	1,38 „	2,05 „	0,95 „
gr. Bären- — Dünauferstrasse	450 „	0,12 „	0,26 „	1,67 „

Das zweite Profil auf Tafel 14 umfasst die Bohrlöcher Nr. 41, 42, 43 und 44. Dasselbe beginnt an der Kreuzungsstelle der Dünaburger- und Jakobstädtischen Strasse, durchschneidet den katholischen und den geschlossenen Kirchhof und wendet sich der Tiefebene des Rodenburger Kanals zu. Die Ebene dieses Profils verläuft nicht parallel mit der Richtungslinie des Grundwasserstromes, wodurch die mittleren Gefällsziffern sich reduciren. Bemerkenswerth an diesem Profil ist der Umstand, dass die Grundwasserstände des Bohrloches Nr. 43 stets höher als die des Bohrloches Nr. 44 sich herausstellen, obgleich beide Bohrlöcher sich in der Tiefebene des Rodenburger Grabens befinden. Es geht daraus hervor, dass auch unter dieser Tiefebene sich ein constanter Grundwasserstrom der Düna zubewegt.

Das Gefälle des mittleren Grundwasserspiegels in diesem Profil beträgt zwischen der Dünaburgerstrasse und der kleinen Mühlenstrasse auf einer Länge von 980 Meter, 3,70 Meter. Ueber die einzelnen Theilstrecken dieses Profils geben die nachfolgenden Zahlen näheren Aufschluss.

Strecke	Länge	Absolutes Gefälle	Mittleres Gefälle	Stärke der durchfeuchteten Schicht
Dünaburger- — Katholische Strasse . . .	340 m	1,53 m	4,50 ‰	0,84 m
Katholische — Popowstrasse	180 „	1,25 „	6,94 „	0,88 „
Popow — kleine Mühlenstrasse	460 „	0,92 „	2,00 „	0,88 „

Das dritte auf Tafel 14 dargestellte Profil umfasst die Bohrlöcher Nr. 1 bis 12 und durchschneidet, der Richtung der grossen Alexander- und Kalkstrasse folgend, die Petersburger Vorstadt und die Altstadt. Dieses Profil verläuft zwischen dem Bohrloch Nr. 1 und dem Bohrloch Nr. 6 fast senkrecht auf die Richtungslinie des Grundwasserstromes und kann daher über das Gefälle dieses Stromes auf dieser Strecke keinen Aufschluss geben. Als beachtenswerth ist an diesem Profil hervorzuheben, dass die Terraingestaltung auf den Grundwasserstrom keinen Einfluss ausübt. Während das Terrain zwischen der Mathaei- (Lager-) und Gertrud- (Schmiede-) Strasse über 3 Meter ansteigt, steht das Grundwasser an der erstgenannten Strasse nur im Mittel um 44 Centimeter höher als an der Letzteren.

Das Profil in der Altstadt zwischen den Bohrlöchern Nr. 9 und 12 zeigt zwar eine Abströmung des Grundwassers zum Stadtkanal und zur Düna, doch muss hier bemerkt werden, dass die verschiedenartigen Anschüttungsmaterialien, die tiefen Gebäudefundamente und Kelleranlagen in diesem Stadttheil einen regelmässigen Verlauf der Grundwasserströmung nicht zulassen. Es dürfte daher genügen das Grundwassergefälle dieses Profils nur zwischen den Bohrlöchern Nr. 6 und 8 d. h. zwischen der Gertrud- (Schmiede) Strasse und dem Thronfolger-Boulevard zu betrachten.

Strecke	Länge	Absolutes Gefälle	Mittleres Gefälle
Gertrud- (Schmiede-) Strasse — Elisabethstr. . .	470 m	0,93 m	1,98 ‰
Elisabethstrasse — Thronfolger-Boulevard . . .	350 „	2,90 „	8,30 „

Das Profil zeigt auf den einzelnen Theilstrecken die nachfolgenden mittleren Stärken der vom Grundwasser durchfeuchteten Schicht.

Alexanderthor — Pernauer (Löwen-) Strasse	0,66 m
Pernauer (Löwen-) Strasse — Alexanderstrasse	0,73 „
Alexanderstrasse — Artilleriestrasse	0,69 „
Artilleriestrasse — Mathaei- (Lager-) Strasse	0,71 „
Mathäi- (Lager-) Strasse — Gertrud- (Schmiede-) Strasse . . .	0,62 „
Gertrud- (Schmiede-) Strasse — Elisabethstrasse	0,55 „
Elisabethstrasse — Thronfolger-Boulevard	0,89 „
Bastei-Boulevard — Königsstrasse	0,83 „
Königsstrasse — Herrenstrasse	0,82 „
Herrenstrasse — Schaal-Ausfahrt	1,00 „

Die Tafel 15 stellt 8 Profile der maximalen, minimalen und mittleren Grundwasserstände im Verhältniss zur Terrainhöhe dar, von denen die nachstehend genannten Profilstrecken nicht zur Bestimmung der Grundwassergefälle, wohl aber zur Feststellung der mittleren Stärke der vom Grundwasser durchfeuchteten Erdschicht verwendet werden können.

Strecke	Mittlere Stärke der durchfeuchteten Schicht
Stadtweide — Nikolaistrasse	0,38 m
Nikolaistrasse — Stadtkrankenhaus	0,25 „
Stadtkrankenhaus — Alexanderstrasse	0,53 „
Zollstrasse — Thurm- (Jakobskasernen-) Strasse	1,54 „

Strecke	Mittlere Stärke der durchfeuchteten Schicht
Thurm- (Jakobskasernen-) Strasse — Sandstrasse	2,11 m
Sandstrasse — Küterstrasse	1,87 „
Alexanderstrasse — Dorpater (Kalk-) Strasse	0,52 „
Dorpater (Kalk-) Strasse — Marien- (Neu-) Strasse	0,54 „
Marien- (Neu-) Strasse — Popowstrasse	0,59 „
Bergstrasse — Kalugasche Strasse	0,59 „

Die übrigen Profile dieser Tafel liegen in der Richtung des Grundwasserstromes. Ueber die Gefällverhältnisse auf den einzelnen Theilstrecken derselben geben die nachfolgenden Zahlen Aufschluss.

Strecke	Länge	Absolutes Gefälle	Mittleres Gefälle	Mittlere Stärke der durchfeuchteten Schicht
Jaroslawsche Strasse — gr. Moskauer Strasse	390 m	4,11 m	10,53 ‰	0,68 m
Gr. Moskauer — Kojenholmsche Strasse	310 „	2,25 „	7,26 „	0,83 „
Kiefernstrasse — Duntenhofsche (Dampfsägemühlen-) Strasse	260 „	1,27 „	4,88 „	0,40 „
Alexanderstrasse — Friedensstrasse	730 „	1,23 „	1,68 „	0,64 „
Friedensstrasse — Offizierstrasse	430 „	2,47 „	5,74 „	0,45 „
Pokrowstrasse — Charlotten- (III. Weiden-) Strasse	325 „	2,16 „	6,64 „	0,68 „
Alexanderstrasse — Nikolaistrasse	320 „	2,22 „	6,94 „	0,48 „
Nikolaistrasse — Stadtweide	210 „	1,82 „	8,66 „	0,47 „
Bergstrasse — Grebentschikowstrasse	650 „	5,74 „	8,83 „	1,50 „

Die Tafel 16 stellt 6 Profile der maximalen, minimalen und mittleren Grundwasserstände am linken Dünaufer dar, von denen die nachstehend genannten Profilstrecken nicht zur Bestimmung des Grundwassergefalles, sondern nur zur Feststellung der mittleren Stärke der vom Grundwasser durchfeuchteten Erdschicht verwendet werden können.

Strecke	Mittlere Stärke der durchfeuchteten Schicht
Kirchhofstrasse — Mitauer Chaussée	0,41 m
kl. Lagerstrasse — gr. Fuhrmannsstrasse	0,77 „
gr. Fuhrmannsstrasse — gr. Lagerstrasse	1,05 „
gr. Lagerstrasse — Stadtweide	1,08 „

Die übrigen Profile dieser Tafel liegen in der Richtung des Grundwasserstromes. Ueber die Gefällverhältnisse auf den einzelnen Theilstrecken derselben geben die nachfolgenden Zahlen Aufschluss.

Strecke	Länge	Absolutes Gefälle	Mittleres Gefälle	Mittlere Stärke der durchfeuchteten Schicht
kl. Altonaer Strasse — Mitauer Chaussée	420 m	1,50 m	3,57 ‰	0,50 m
Mitauer Chaussée — Windmühlenstrasse	370 „	2,86 „	7,73 „	0,48 „
Bolderaa-Eisenb. — Kurische (kl. Lager-) Strasse	730 „	1,56 „	2,13 „	0,66 „
Kurische (kl. Lager-) Strasse — Stadtweide	600 „	4,07 „	6,78 „	0,63 „
gr. Lagerstrasse — Stadtheuschlag	350 „	4,45 „	12,71 „	0,88 „
Fabrikantenstrasse — Goldinger (Palisaden-) Strasse	510 „	1,40 „	2,74 „	0,76 „
Goldinger (Palisaden-) Strasse — Schlocksche Str.	570 „	1,70 „	2,98 „	0,48 „
Schlocksche Strasse — Dünamündesche Strasse	560 „	4,49 „	8,02 „	0,70 „

Die beste Uebersicht über die Höhenlage und Strömungsverhältnisse des Grundwassers giebt der Grundwasserschichtenplan welcher den Grundwasserstand des 3. Juni 1884 darstellt.

Zur Feststellung dieses Schichtenplanes genügten die durch die Bohrlöcher für die regelmässigen Beobachtungen gegebenen Punkte nicht, sondern es musste noch untersucht werden in welcher Weise das Grundwasser sich auf dem zwischen diesen Bohrlöchern belegenen Terrain verhielt. Um die kostspielige Herstellung der Bohrlöcher zu vermeiden, wurden zur Vermehrung der Beobachtungspunkte diejenigen Stellen hinzugezogen, an denen das Grundwasser in Nutzbrunnen zu Tage trat. Durch Zuhülfenahme der Originalpläne der Neuvermessung wurde eine Anzahl Brunnen an solchen Punkten des Stadtgebietes ausgewählt, wo man über den Verlauf des Grundwassers durch die vorhandenen Bohrlöcher keinen Aufschluss erhalten konnte. Durch eine Begehung wurden alle diese Brunnen darauf hin untersucht, ob sie zugänglich und ob die aus denselben für Nutzzwecke entnommenen Wassermengen nicht so gross waren, dass der Wasserspiegel des Brunnens als mit dem Grundwasserspiegel nicht zusammenfallend erachtet werden konnte. Stark benutzte Brunnen wurden deshalb zur Beobachtung nicht hinzugezogen. Bei der Begehung dieser Brunnen wurde ein genaues Verzeichniss derselben mit Angabe der Adressnummer und Belegenheit des Brunnens auf dem betreffenden Grundstück zusammengestellt. Die nächste Arbeit war nun an jedem der ausgewählten Brunnen einen Fixpunkt einzunivelliren von dem aus die Lage des Grundwasserspiegels gemessen werden konnte.

Nachdem die Höhenlage sämmtlicher Fixpunkte in Bezug auf eine gemeinschaftliche Horizontebene bestimmt war, konnten die gemessenen Grundwasserspiegel auf diese Horizontebene bezogen werden.

Am Brunnen selbst, oder an einer anderen geeigneten Stelle, wurde eine 3×4 Centimeter grosse Blechmarke durch vier Nägel befestigt, die in der Mitte die Nummer des Beobachtungspunktes trug.

Von den 75 Bohrlöchern waren zur Zeit der Aufnahme des Grundwasserschichtenplanes 9 theils durch den Eintritt von Tribsand, theils durch muthwillige Zerstörung unbrauchbar geworden.

Zur Beobachtung des Grundwassers wurden noch 110, auf beiden Seiten des Dünastromes belegene Brunnen hinzugezogen, so dass eine gleichzeitige Beobachtung an 176 Punkten ausgeführt werden konnte. Von diesen 176 Beobachtungspunkten wurden 9 nicht in den Plan eingetragen, weil dieselben ausserhalb des Stadtgebiets belegene waren.

Bei Gelegenheit der Feststellung der Höhenlage der einzelnen Fixpunkte, wurde die Lage des Grundwasserspiegels in Bezug auf den Fixpunkt eingemessen, und diese Messung als Controle für die zukünftigen Beobachtungen in ein Verzeichniss eingetragen.

Um die annähernd gleichzeitige Messung der Grundwasserstände an den oben genannten 176 Beobachtungspunkten zu ermöglichen, wurden 14 Beobachter ausgewählt und jedem derselben eine so grosse Anzahl dieser Punkte zur Messung zuertheilt, dass dieselbe im Verlauf von drei Stunden auf dem ganzen Stadtgebiet durchgeführt werden konnte.

Jedem der 14 Beobachter wurden genaue Instructionen über die von ihm auszuführenden Messungen ertheilt und die erforderlichen Messinstrumente eingehändigt. Um jeglichen Irrthum auszuschliessen, wurden die von demselben am gemeinschaftlichen Messungstage auszuführenden Beobachtungen vorher an jedem einzelnen Punkte in seiner Gegenwart vorgenommen und diese Messungen als eine zweite Controle für sämmtliche Punkte in einem Verzeichniss vereinigt.

Als Beobachtungstag wurde der 3. Juni 1884 erwählt. Die Beobachter erhielten auf der Centralstelle das unten wiedergegebene Formular zur Ausfüllung und mussten sie dasselbe am gleichen Tage mit den Beobachtungsergebnissen versehen wieder abliefern.

Beispiel einer Grundwasserbeobachtung.

Beobachtung des Grundwassers am 3. Juni 1884.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Bezeichnung der Beobachtungsstelle	Belegenheit der Beobachtungsstelle	Bezeichnung der Marke von welcher der Grundwasserstand anzumessen ist	Höhe der sub Pos. III genannten Marke über dem Meerespiegel	Abstand des Grundwassers von der sub Pos. III genannten Marke	Höhe des Grundwassers über dem Meerespiegel	Zeit der Beobachtung	Be-merkungen
Brunnen Nr. 9.	Rabenstr. Nr. 20, P.-Nr. 656	Oberer Rand des Brunnens an der Befestigungsstelle der Blechmarke.	9,15	1,19	7,96	6 ^h 50 ^m	Beobachter Ljubarsky.

Die nächste Arbeit bestand nun darin, sämtliche Beobachtungspunkte in einen Uebersichtsplan mit ihrer Horizontalprojection einzutragen. Die Abscissen und Ordinaten eines jeden Punktes wurden mit Zuhülfenahme der Originalplanschette in einem Verzeichniss zusammengestellt, worauf sämtliche Punkte, unter Hinzufügung der am 3. Juni ermittelten Grundwasserhöhen, auf den Uebersichtsplan im Maassstabe 1:12600 übertragen wurden.

Nachdem auf diese Weise eine genügende Anzahl auf gleicher Nullebene bezogener Punkte eingetragen war, konnte durch Interpolation der Zwischenpunkte die Gestalt der Grundwasser-Isohypsen ermittelt werden.

Es bestand die Absicht diese gleichzeitigen Messungen des Grundwasserstandes in regelmässigen Zwischenräumen von zwei Monaten zu wiederholen und durch Curvenpläne zu verdeutlichen. Die Ergebnisse der am 5. August 1884 (es wurde wiederum ein Sonntag gewählt) angestellten gleichzeitigen Messungen des Grundwassers an allen Beobachtungspunkten haben jedoch von diesem Vorhaben abgeführt. Die Höhendifferenzen zwischen den am 3. Juni, und den am 5. August ermittelten Grundwasserständen waren nicht gross genug um im Maassstab des Grundwasser-schichtenplanes noch darstellbar zu sein. Man hat sich daher begnügen müssen die am 5. August ermittelten Höhengöten in Klammern, neben den ohne Klammern verzeichneten Höhengöten des 3. Juni in den Plan einzutragen, wodurch an jedem einzelnen Punkte die Differenz der beiden Beobachtungen ermittelt werden kann.

In dem Grundwasserschichtenplan sind die Bohrlöcher, in welchen die täglichen und wöchentlichen Messungen des Grundwasserstandes stattgefunden haben, mit einem Doppelring bezeichnet, neben dem die Nummer des Bohrloches angegeben wurde. Die kleine blaue Ziffer bedeutet der Grundwasserstand vom 3. Juni 1884, die in Klammern danebenstehende Ziffer in gleicher Grösse der Grundwasserstand vom 5. August 1884. Die blauen Punkte stellen die zur Beobachtung ausgewählten offenen Brunnen dar, neben welchen die am 3. Juni und 5. August gemessenen Grundwasserstände in gleicher Weise wie bei den Bohrlöchern eingetragen wurden. Die Punkte, welche einen gleichen Grundwasserstand zeigen, sind durch blaue Linien

(Isohypsen) mit einander verbunden, deren Höhenabstände 0,5 Meter betragen. Je näher diese Linien auf dem Plane zusammentreten, um so grösser ist das Grundwassergefälle an der betreffenden Terrainstelle. Dagegen strömt dort, wo diese Linien weit auseinandertreten das Grundwasser mit einem geringen Gefälle. Die Niederungen, die auf beiden Seiten des Dünastromes sich vor dem Dünenterrain vorlagern, zeigen keine regelmässige Grundwasserströmung, die durch Isohypsen verdeutlicht werden könnte. Desgleichen konnte in der Altstadt ein regelmässiger Verlauf der Grundwasser-Isohypsen nicht ermittelt werden, da Gebäudefundamente und verschieden geartetes Anschüttungsmaterial die Bewegungen des Grundwassers hemmen und beeinflussen. Das rechte Dünaufer zeigt einen regelmässigen Grundwasserstrom, der von den Sandbergen und dem im Südosten derselben befindlichen Hochplateau dem Dünagebiet und der Stadtweide sich zubewegt. Die Niveaudifferenz zwischen der höchsten und niedrigsten Isohypse beträgt 8 Meter. Das relative Gefälle in der Richtung zur Moskauer Vorstadt ist 5,7‰, in der Richtung zum Andreashafen 3,0‰ und quer durch die Petersburger Vorstadt zur Stadtweide 5,3‰. Das stärkste Gefälle von 25‰ am rechten Dünaufer zeigt das Grundwasser in der Nähe der Witebsker (Neureussischen) Strasse und der grossen Moskauer Strasse.

Am linken Dünaufer zeigt das Grundwasser in der Nähe von Krusenhof eine Höhe von 9 Meter. Die Grundwasser-Isohypsen haben einen im allgemeinen der Richtung des Dünastromes parallelen Verlauf.

Durch die Wasserläufe des Marienmühlen- und Sassenhöfchen Baches, erhält das Grundwasser partielle Senkungen.

In Sassenhof sind in Bezug auf das Grundwassergefälle zwei Gebiete mit verschieden starkem Gefälle bemerkbar. Zwischen der Bolderaaer Eisenbahn und der Schlockschen Strasse beträgt das Grundwassergefälle circa 2‰, während zwischen diesem Gebiete und der Dünamündschen Strasse 0,73‰ Gefälle vorhanden sind.

Ein Profil quer durch Schwarzenhof, dessen Richtungslinie senkrecht auf die Stromrichtung der Düna verläuft, wird durch die Schlocksche Strasse in zwei Theile von verschieden starkem Gefälle zerlegt. Zwischen der Bolderaaer Eisenbahn und der Schlockschen Strasse beträgt das mittlere Gefälle 2,5‰, zwischen der Letzteren und der Dünamündschen Strasse 20‰.

Das Maximalgefälle des Grundwassers auf dem ganzen Stadtgebiet befindet sich an dem parallel mit der Bauskeschen Strasse verlaufenden Terrainabhang. Hier beträgt das Maximalgefälle 66,0‰.

III. Die offenen Gewässer.

Ueber die Wasserstände der Düna giebt die meteorologische Arbeit des Herren Oberlehrer Werner die erforderlichen Daten.

Die beiliegende Tafel 25 stellt das Monatsmittel der Wasserstände bei Riga und Dünamünde graphisch dar, die Tafel 26 dagegen die Eisbedeckungen der Düna bei Riga mit dem Datum des Zugangs und des Aufgangs.

Die Veröffentlichungen der Düna-Commission des Technischen Vereins im Notizblatt desselben und in der Rigaschen Industriezeitung, bieten ein reiches Material über Wasserstände, Eisbedeckung und Eisgänge, auf welches an dieser Stelle hingewiesen werden muss.

Es erschien jedoch nothwendig dieses Material durch Aufnahme einiger Dünaprofile mit Bestimmung des in der Secunde durch dieselben strömenden Wasser-

quantums zu ergänzen, da für die Zwecke der Kanalisation, sowol die Lage der grössten Strömung, als auch das Wasserquantum von Interesse ist.

Gegenwärtig sind im Stadtgebiet einige Uferbauten in der Ausführung begriffen, die auf die Lage und Tiefe der Stromrinne einen umgestaltenden Einfluss ausüben müssen, es werden daher die gemessenen Profile nur für die Bestimmung der absoluten Grösse des Durchflussquantums Verwendung finden können.

Das Profil I auf Tafel 18 wurde am 20. August 1881 aufgenommen. In siebenzehn Verticallinien wurde die Grösse der Wassergeschwindigkeit in je vier verschiedenen tiefen Punkten mit dem Woltmannschen Flügel gemessen. Die Messungen wurden von der Dünaflussbrücke aus vorgenommen.

Nachdem das Querprofil des Flusses im Massstabe von 1:2000 für die Längen und im Massstabe von 1:200 für die Tiefen aufgetragen war, wurden an jeder Verticallinie die ermittelten Geschwindigkeiten in den dazugehörigen Tiefen aufgetragen und alsdann die Geschwindigkeitsparabeln construirt. Durch Verwandlung der von der Parabel begrenzten Fläche in ein Rechteck, wurde die mittlere Geschwindigkeit an jeder der bezeichneten Verticallinien ermittelt. Die auf diese Weise festgestellten mittleren Geschwindigkeiten pro Secunde in russ. Fuss, sind auf einer gemeinschaftlichen Abscissenaxe im Massstabe von 1:20 als Ordinaten aufgetragen worden. Die Verbindungslinie der Endpunkte dieser Ordinaten giebt die Curve der mittleren Geschwindigkeiten. In die Profilfläche sind alsdann die Curven gleicher Geschwindigkeiten (Isotacheen) mit einer Steigung von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{10}$ Fuss pro Secunde eingetragen worden.

Aus diesen Curven geht nun hervor, dass auf der der Stadt zugewendeten Seite des Dünastromes Geschwindigkeiten bis zu 0,7 Fuss pro Secunde, auf der der Mitauer Vorstadt zugewendeten Seite dagegen nur solche von 0,6 Fuss pro Secunde als Maximalgeschwindigkeiten auftraten. Aus dem Verlauf der Curven ist auch der Einfluss der auf dem Wasser schwimmenden Flossbrücke deutlich zu ersehen.

Um das Wasserquantum zu bestimmen welches am Tage der Messung in einer Secunde das Profil durchströmte, wurden die Profilflächen in einzelne Lamellen zerlegt, deren horizontale Ausdehnung durch die zwischen je zwei der Beobachtungslinien eingetragenen punktirten Striche bezeichnet, und deren verticale Ausdehnung durch die Höhe der Profilflächen (bei Weglassung derjenigen Flächen in welchen keine Bewegung des Wassers ermittelt werden konnte) gegeben ist. Das Product aus dem Querschnitt jeder Lamelle und der zugehörigen mittleren Geschwindigkeit pro Secunde, giebt das der Lamelle entsprechende Wasserquantum. Die Summe aller dieser Producte giebt das Wasserquantum des ganzen Profils.

Das zu jeder Lamelle gehörige Wasserquantum ist auf der unter dem Querprofil eingetragenen Abscissenaxe graphisch dargestellt und das ermittelte Wasserquantum in Cubikfuss russ. in die dasselbe darstellende Fläche eingeschrieben worden. Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass am 20. August 1881 in jeder Secunde 9509 Cubikfuss oder 269,25 Cubikmeter bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0,304 Fuss oder 0,093 Meter pro Secunde das Querprofil durchströmten.

Für das Profil II auf Tafel 18 ist als Erläuterung hinzuzufügen, dass dasselbe am 1. Mai 1882 aufgenommen worden ist. Die Messungen wurden in 21 Verticallinien, die in das Profil eingetragen sind, vorgenommen und im Uebrigen die Profilzeichnungen in derselben Weise behandelt, wie beim Profil I beschrieben.

Als Resultat ergibt sich, dass am 1. Mai 1882 in jeder Secunde 24446 Cubikfuss = 692,18 Cubikmeter bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0,952 Fuss = 0,290 Meter pro Secunde das Querprofil durchströmten.

Die Profile III und IV auf Tafel 19 sind, während der Strom mit einer festen Eisdecke bedeckt war, aufgenommen worden, und zwar das Profil III am 21. Februar

1883 bei einem Wasserstande von 5,5 Fuss am Karlsschleusenpegel. Es herrschte zur Zeit der Aufnahme ein schwacher aber beständiger Nordostwind.

Als Resultat ergibt sich, dass am 21. Februar 1883 in jeder Secunde nur 628 Cubikfuss = 17,78 Cubikmeter bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0,077 Fuss = 0,023 Meter pro Secunde das Querprofil durchströmten.

Das Profil IV ist am 19. Februar 1883, bei anfangs schwachem Südwestwinde der allmählig in West übergang, und bei einem Wasserstande von 5,9 Fuss am Karlsschleusenpegel, aufgenommen worden.

Als Resultat ergibt sich, dass am 19. Februar 1883 in jeder Secunde nur 396 Cubikfuss = 11,21 Cubikmeter bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0,021 Fuss = 0,006 Meter pro Secunde das Querprofil durchströmten.

Die beiden letztgenannten Aufnahmen zeichnen sich durch das in beiden Fällen constatirte sehr geringe Durchflussquantum aus. Die Curven der mittleren Geschwindigkeiten sind bei den Profilen III und IV im Masstabe von 1:4 aufgetragen worden.

Die Grösse des während der Frühjahrshochwasserzeit vom Dünastrom pro Secunde abgeführten Wasserquantums hat nur annähernd genau bestimmt werden können.

Die Dünacommission des Technischen Vereins schätzte in ihrem Bericht vom Jahre 1878 (Rigasche Industriezeitung, Jahrgang 1878, Seite 273) das während des Hochwassers abfliessende Quantum auf 600 Millionen Cubikfuss pro Stunde = 166,666 Cubikfuss = 4719,15 Cubikmeter pro Secunde.

Die Inspection der Dünaregulirung hat im Frühjahr 1881 bei einem Wasserstande von 8,4 Fuss am Karlsschleusenpegel und 8 Fuss am Andreasschleusenpegel ein Abflussquantum von 143,700 Cubikfuss = 4068,86 Cubikmeter, und bei einem Wasserstande von 7,4 Fuss am Karlsschleusenpegel und 6,8 Fuss am Andreaschleusenpegel, ein Abflussquantum von 102,900 Cubikfuss = 2913,61 Cubikmeter pro Secunde ermittelt.

Die Tafel 17 giebt eine graphische Darstellung der Wassermengen, Durchflussprofile und mittleren Geschwindigkeiten die in der Zeit vom 11. Februar 1884 bis zum 20. Januar 1885 an folgenden fünf Wasserläufen auf dem Stadtgebiet bestimmt worden sind.

- I. Marienmühlenbach am linken Dünaufer.
- II. Rodenburger Kanal am rechten Dünaufer.
- III. Hospitalbach am rechten Dünaufer.
- IV. Kanal bei der Johannisporfte am rechten Dünaufer.
- V. Bach bei Kusnezow am rechten Dünaufer.

Die angewendeten Masstäbe sind auf der Tafel verzeichnet.

An den im obigen Erläuterungsbericht beschriebenen Messungen und der Bearbeitung derselben haben die nachstehend angeführten Ingenieure unter Leitung des Verfassers mitgewirkt: F. Jung, H. Knopp, D. Ljubarsky, L. v. Monkiewicz, G. Römer, H. Roedlinger, F. Thiess und H. Volkmann.

IV.

Angaben

über das

gegenwärtig in Riga in Gebrauch befindliche Verfahren zur
Reinigung und Entwässerung der Stadt,

nebst einer Beschreibung der im Stadtgebiet vorhandenen Ableitungsanlagen.

IV.

Angaben

über das

gegenwärtig in Riga in Gebrauch befindliche Verfahren zur Reinigung
und Entwässerung der Stadt,

nebst einer Beschreibung der im Stadtgebiet vorhandenen Ableitungsanlagen.

Bei der Beschreibung des gegenwärtig in Riga in Gebrauch befindlichen Reinigungs- und Entwässerungsverfahrens, soll zunächst die Entfernung der Abwässer und sodann die Beseitigung der Fäcalien und der festen Abfälle behandelt werden.

Die Beseitigung der Abwässer.

Seit dem 10. September 1880 ist die Entfernung der Abwässer durch das Ortstatut über die Zuleitungen in die natürlichen Wasserläufe, Kanäle und Gräben geregelt. Dieses Ortstatut verbietet es Küchenabfälle, Kehrlicht, Sand, menschliche und thierische Excremente den Ableitungsanlagen oder den natürlichen Wasserläufen zuzuführen. Desgleichen ist die Zuleitung von Urin und Spülwasser aus Pissoirs in der Regel verboten und nur unter Beschränkungen beim offenen Dünastrom, beim Riesing- und Stadtkanal, sowie beim Rodenburger Graben gestattet.

Die Abwässer aus gewerblichen und industriellen Anstalten müssen nach dem Ortstatut vor ihrem Eintritt in die Ableitungsanlagen und Wasserläufe gereinigt und unschädlich gemacht werden. Ob ein solches Abwasser überhaupt in den betreffenden Wasserlauf oder in die Ableitungsanlage geführt werden darf, beziehungsweise welche Vorkehrungen zur Ausschliessung der schädlichen und verunreinigenden Stoffe zu treffen sind, entscheidet in jedem einzelnen Falle das Bauamt im Einvernehmen mit der Sanitätscommission.

Die Hausbesitzer sind zur unterirdischen Ableitung der Abwässer aus den Wohnhäusern nicht verpflichtet. Die Abwässer aus industriellen Anstalten, aus Restaurationen, Badestuben und Waschküchen dürfen gagegen nur unterirdisch abgeleitet werden.

Für die Anlage der unterirdischen Leitungen sind in dem Ortstatut nachstehende Bestimmungen enthalten:

„Dem Bauamt ist ein Plan nebst Beschreibung in zwei Exemplaren zur Genehmigung einzureichen. Der Plan muss enthalten, die Situation des Grundstücks, die Querschnittsdimensionen und erforderlichenfalls auch das Längenprofil der herzustellenden Leitung, sowie endlich den Namen des mit der Ausführung zu betrauenden sachverständigen Unternehmers. Das eine Exemplar verbleibt dem Bauamt, das andere ist nach Bestätigung des Plans dem Bauherrn auszureichen.

Die Hausleitung, d. h. die Strecke, welche innerhalb der Grenzen des betreffenden Grundstücks bis zu dem auf der Strasse befindlichen Controlschacht belegen ist, darf nicht aus Holz, sondern muss aus Mauerwerk, Eisen, glasirtem Thon oder einem andern wasserdichten, vom Bauamt als zulässig erkannten Material bestehen.

Für die Strassenleitung, d. h. die Strecke vom Controlschacht bis zur Mündung, darf auch Holz verwandt werden, falls durch dieselbe nur das Grundwasser gesammelt und abgeleitet werden soll; doch müssen die Holzkanäle bis zur Höhe des muthmasslichen Wasserstandes in der Leitung festgefügt angelegt werden.

Jedes Grundstück, welches mit einer unterirdischen Leitung versehen ist, muss auf dem Hof die erforderliche Anzahl von Sammelschächten und auf der Strasse einen eigenen Controlschacht besitzen.

Sämmtliche Schächte dürfen nicht aus Holz, sondern müssen aus wasserdichtem Material hergestellt werden und sind an ihrer Oberfläche mit einem beweglichen eisernen Gitter oder mit einem Deckel zu versehen. Desgleichen sind an den Austrittsöffnungen der Schächte feste eiserne Gitter anzubringen.

Die Herstellung der Leitung und der Schächte geschieht unter Aufsicht des Bauamts bez. seiner technischen Beamten. Insbesondere darf die Stelle des Anschlusses einer neuen Leitung an eine bereits bestehende nicht ohne vorhergegangene Prüfung seitens der technischen Beamten des Bauamts verschüttet werden. Ueber den Zeitpunkt der Fertigstellung eines jeden Anschlusses ist der Stadtgenieur rechtzeitig in Kenntniss zu setzen.

Die Grundbesitzer haben für die regelmässige Reinigung der auf ihrem Grunde befindlichen Schächte Sorge zu tragen und dürfen den mit der Beaufsichtigung der Ableitungen beauftragten städtischen Beamten den Zutritt zu ihren Grundstücken behufs Vergewisserung über die Reinigung der Schächte nicht verwehren. Die regelmässige Beaufsichtigung und Reinigung der auf öffentlichem Grunde belegenen Schächte erfolgt durch die von dem Bauamt dazu angestellten Beamten und Arbeiter.“

Die Verordnungen des genannten Ortstatuts haben nur bis zur Einführung der allgemeinen systematischen Entwässerung Giltigkeit.

Durch dieses Ortstatut ist die Stadtverwaltung in den Stand gesetzt worden in mancher Beziehung die öffentlichen Wasserläufe und Ableitungsanlagen von Verunreinigungen freizuhalten, soweit dieses ohne ein nach einheitlichem System angelegtes Leitungsnetz möglich war. Dennoch finden solche Verunreinigungen noch vielfach statt, ohne dass eine Möglichkeit vorliegt dieselben zu verhindern. Dort, wo keine unterirdischen Leitungen in der Strasse vorhanden sind, ist den Hausbesitzern auch noch gestattet worden die Abwässer in Senkgruben (Schwindgruben) zu leiten, weil es anderenfalls sich in Lachen auf den Höfen ansammeln müsste und noch grössere sanitäre Gefahren hervorrufen würde.

Die Abwässer welche in gepflasterte Rinnsteine geleitet werden, erreichen zum geringsten Theil die öffentlichen Wasserläufe, sondern versickern oder verdunsten auf dem Wege dahin, wodurch dem Boden und der Luft immer neue Verunreinigungen zugeführt werden.

Beschreibung der im Stadtgebiet vorhandenen Ableitungsanlagen.

Nach der topographischen Beschaffenheit des Stadtgebietes gliedert sich dasselbe in Bezug auf die Entwässerung in drei getrennte Flächen, die am Zweckmässigsten gesondert behandelt werden; es sind diese das Gebiet zwischen der Düna und dem Stadtkanal, das Gebiet der Petersburger und Moskauer Vorstadt und das Gebiet der Mitauer Vorstadt.

I. Das Gebiet zwischen der Düna und dem Stadtkanal.

A. Das Entwässerungsgebiet des Riesing-Kanals.

In dem früher von den Festungswällen eingeschlossenen Gebiet der Altstadt gruppirt sich die meisten Entwässerungsleitungen um den Rigibach oder den späteren Rigikanal.

Der Rigibach entsprang am Fusse des Kubbsberges, jenes Hügels im Osten der Stadt, dessen Lage sich noch heute aus der Terrainbeschaffenheit der Petersburger Vorstadt erkennen lässt und verlief zwischen der kleinen und grossen Schmiedestrasse einerseits und der kleinen und grossen Königsstrasse andererseits bis zur Theaterstrasse (früher Johannisstrasse). Von hier an folgte der Rigibach der Richtung der heutigen Riesingstrasse, an deren Ende er sich direct der Düna zuwandte.

Bei Gelegenheit der Abtragung der Festungswälle wurde der alte Riesingkanal durch einen gemauerten Kanal ersetzt, der in der Nähe der Sandstrasse beginnend, seinen Lauf durch die kleine und grosse Schmiedestrasse und durch die grosse Münstereistrasse zur Düna nahm. Dieser Kanal ist begehbar und mit 10 Reinigungsschächten versehen.

In der Nähe des Platzes, auf dem sich früher der Trödelhof befand, ist ein Verschluss vorhanden, durch den der Kanal von der Düna abgeschlossen werden kann. Zur Hochwasserzeit wird hier das Wasser durch eine 9" weite Centrifugalpumpe aus einem mit dem Kanal in Verbindung stehenden Schacht über den Verschluss hinweg in einen Schacht gepumpt, der mit der Düna in Verbindung steht.

Der Kanal in der Schmiedestrasse bildet auch gegenwärtig den Hauptentwässerungsstrang, der mit seinen Nebenarmen fast die Hälfte der Altstadt entwässert. Die zu diesem Kanalsystem gehörige Fläche wird im Wesentlichen durch die Marstallstrasse, die Scharren- und Scheunenstrasse, die grosse Sandstrasse, die Wallstrasse, grosse Königsstrasse und Karlsstrasse umgrenzt, obgleich an einzelnen Punkten die Zweigkanäle über diese Grenzen auch um ein Geringes heraustreten.

Zum Entwässerungsgebiet des Riesing-Kanals gehören die nachstehend genannten Kanalstrecken:

- 1) Gemauerter Kanal mit eiförmigem Querschnitt zwischen der Düna und dem ersten Verschlusschacht von 5 Fuss 4 Zoll Höhe, 4 Fuss 4 Zoll Breite und 203 Fuss = 61,9 Meter Länge.
- 2) Gemauerter, überwölbter, unten eingeeigter und mit Holz verkleideter Kanal vom ersten bis zum zweiten Verschlusschacht von 14 Fuss 9 Zoll Höhe 8 Fuss oberer und 5 Fuss unterer Breite auf eine Länge von 84 Fuss = 25,6 Meter.

- 3) Gemauerter, oben und unten gewölbter Kanal zwischen dem zweiten Verschlusschacht und dem Pumpenschacht auf dem Stadtplatz (Münstereistrasse Nr. 1) von 5 Fuss 6 Zoll Höhe, 3 Fuss 3 Zoll Breite und 36 Fuss = 10,7 Meter Länge.
- 4) Gemauerter Kanal in der grossen Münsterei- und grossen Schmiedestrasse zwischen dem Pumpenschacht und der Kalkstrasse von 5 Fuss Höhe, 3 Fuss 3 Zoll Breite und 2206 Fuss = 672,4 Meter Länge.
- 5) Gemauerter Kanal in der kleinen Schmiedestrasse zwischen der Kalk- und grossen Pferdestrasse von 4 Fuss 8 Zoll Höhe, 3 Fuss 3 Zoll Breite und 459 Fuss = 139,9 Meter Länge.
- 6) Gemauerter Kanal in der kleinen Schmiedestrasse zwischen der grossen Pferde- und der grossen Sandstrasse von 4 Fuss 3 Zoll Höhe, 3 Fuss 3 Zoll Breite und 322 Fuss = 98,1 Meter Länge.
- 7) Thonrohrleitung in der Poststrasse zwischen der grossen Münstereistrasse und der Einfahrt zum Postgebäude von 9 Zoll Durchmesser und 98 Fuss = 29,9 Meter Länge.
- 8) Drei Thonrohrleitungen in der Herrenstrasse zwischen der Marstall- und Karlsstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 642 Fuss = 195,7 Meter Länge.
- 9) Thonrohrleitung in der Kehr wiederstrasse und der Herrenstrasse von 6 Zoll Durchmesser und 140 Fuss = 42,7 Meter Länge.
- 10) Thonrohrleitung in der Peitaustrasse zwischen der Marstall- und Schmiedestrasse von 9 Zoll Durchmesser und 320 Fuss = 97,5 Meter Länge.
- 11) Thonrohrleitung in der Reformirten Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 50 Fuss = 15,2 Meter Länge.
- 12) Thonrohrleitung in der Altstadt von 9 Zoll Durchmesser und 405 Fuss = 123,4 Meter Länge, sowie eine Zweigleitung daselbst von 6 Zoll Durchmesser und 136 Fuss = 41,5 Meter Länge.
- 13) Thonrohrleitung in der Stall- und Karlsstrasse zwischen dem Riesing-Kanal und dem Flachswaageplatz von 9 Zoll Durchmesser und 842 Fuss = 256,6 Meter Länge mit einer Abzweigung in die Riesingstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 307 Fuss = 93,6 Meter Länge.
- 14) Die in den Riesingkanal einmündenden Siele der Weberstrasse, bestehend aus den nachstehenden Kanalstrecken: a. Thonrohrleitung in der Weberstrasse zwischen der Marstall- und Schmiedestrasse auf eine Strecke von 328 Fuss = 100 Meter mit einem Durchmesser von 12 Zoll und im Anschluss hieran auf eine Strecke von 43 Fuss mit einem Durchmesser von 9 Zoll. b. Thonrohrleitung in der Weberstrasse zwischen der Schmiedestrasse und dem Theaterboulevard von 12 Zoll Durchmesser auf eine Länge von 470 Fuss = 143,3 Meter. c. Vier Zweigthonrohrleitungen in der Weberstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 215 Fuss = 65,5 Meter Länge. d. Zwei Thonrohrleitungen in der Riesingstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 560 Fuss = 170,7 Meter Länge. e. Zwei Thonrohrleitungen in der grossen Königsstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 670 Fuss = 204,2 Meter Länge. f. Thonrohrleitung auf dem Theaterboulevard von 9 Zoll Durchmesser und 322 Fuss = 98,1 Meter Länge.
- 15) Thonrohrleitung in der Johannisstrasse mit einer Abzweigung in der Scharrenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 349 Fuss = 106,4 Meter Länge.
- 16) Die Thonrohrleitung, welche in der Theaterstrasse an den Riesing-Kanal anschliesst, enthält nachstehende Theilstrecken: a. Thonrohrleitung in der Theaterstrasse zwischen dem Riesing-Kanal und dem Theaterboulevard von 9 Zoll Durchmesser und 526 Fuss = 160,3 Meter Länge. b. Thonrohrleitung

- in der Riesingstrasse im Anschluss an die unter a genannte Leitung von 9 Zoll Durchmesser und 80 Fuss = 24,4 Meter Länge. c. Zwei Thonrohrleitungen in der grossen Königsstrasse zwischen der Böttcherstrasse und der kleinen Wallstrasse, mit einer Abzweigung in die Böttcherstrasse, von 9 Zoll Durchmesser und 373 Fuss = 113,7 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Wallstrasse mit einer Abzweigung in die Böttcherstrasse, im Anschluss an die unter a genannte Leitung von 9 Zoll Durchmesser und 291 Fuss = 88,7 Meter Länge.
- 17) Thonrohrleitung in der Strasse zur Polizei-Kaserne von 9 Zoll Durchmesser und 157 Fuss = 47,8 Meter Länge.
 - 18) Thonrohrleitung zum Convent zum heiligen Geist und zum Petrifriedhof, mit einer Abzweigung in der Scharrenstrasse, von 9 Zoll Durchmesser auf 719 Fuss = 291,1 Meter Länge und von 6 Zoll Durchmesser auf 168 Fuss = 51,2 Meter Länge.
 - 19) Thonrohrleitung in der Malerstrasse, mit einer Abzweigung in die grosse Königsstrasse, von 9 Zoll Durchmesser und 393 Fuss = 119,8 Meter Länge.
 - 20) Die Leitungen der Kalkstrasse, soweit dieselben in den Riesing-Kanal einmünden, zerfallen in nachstehende Einzelstrecken: a. Thonrohrleitung in der Kalkstrasse zwischen der Münz- und Schmiedestrasse von 12 Zoll Durchmesser und 393 Fuss = 119,8 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Scheunen- und Jungfernstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 205 Fuss = 62,5 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der grossen und kleinen Scharrenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 218 Fuss = 66,4 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Kalkstrasse zwischen der Schmiede- und Wallstrasse auf eine Strecke von 379 Fuss = 115,5 Meter mit einem Durchmesser von 12 Zoll und auf eine Strecke von 112 Fuss = 34,1 Meter mit einem Durchmesser von 9 Zoll. e. Zwei Thonrohrleitungen in der kleinen und grossen Königsstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 320 Fuss = 97,5 Meter Länge.
 - 21) Thonrohrleitung der Stegstrasse, auf die ganze Länge dieser Strasse, von 9 Zoll Durchmesser und 235 Fuss = 74,7 Meter Länge.
 - 22) Thonrohrleitung der grossen Pferdestrasse zwischen der Scheunen- und Schmiedestrasse von 12 Zoll Durchmesser und 413 Fuss = 125,9 Meter Länge nebst Anschlussleitungen in der Scheunen-, Rosen- und kleinen Jakobsstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 622 Fuss = 189,6 Meter Länge.
 - 23) Thonrohrleitung in der Gildstubenstrasse zwischen der Schmiede- und Scheunenstrasse, nebst Anschlussleitungen in der Scheunen- und kleinen Münzstrasse, von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 649 Fuss = 197,8 Meter Länge.
 - 24) Zwei Thonrohrleitungen in der grossen Pferdestrasse zwischen der Schmiede- und Wallstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 498 Fuss = 151,8 Meter Länge.
 - 25) Zwei Thonrohrleitungen in der grossen und kleinen Sandstrasse, nebst Anschlussleitungen in der kleinen Brauer-, kleinen Pferde- und kleinen Königsstrasse, zwischen der Jakobs- und Wallstrasse mit 12 Zoll Durchmesser auf eine Strecke von 709 Fuss = 216,1 Meter, 9 Zoll Durchmesser auf eine Strecke von 525 Fuss = 160 Meter und 6 Zoll Durchmesser auf eine Strecke von 157 Fuss = 47,8 Meter Länge.
 - 26) Thonrohrleitung in der grossen Lärmstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 348 Fuss = 106,1 Meter Länge.
 - 27) Thonrohrleitung in der grossen Sandstrasse zwischen der Wallstrasse und dem Basteiboulevard von 12 Zoll Durchmesser und 206 Fuss = 62,8 Meter Länge.
 - 28) Thonrohrleitung in der Wallstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 527 Fuss = 106,6 Meter Länge.

B. Die direct in die Düna einmündenden Siele.

Das zwischen der Scharren-, Scheunen- und Jakobsstrasse einerseits und der Düna andererseits belegene Gebiet sendet seine Abwässer in 15 getrennten Leitungssträngen direct der Düna zu. Die neun grösseren dieser Leitungen, die in die innere Stadt eindringen, sind in der Nähe des Dünamarktes mit Hochwasserverschlüssen versehen. Die Abwässer des Zollhofes gelangen durch Leitungen direct in die Düna. Zu diesen Leitungen gehören die nachstehend genannten Kanalstrecken:

- 1) Thonrohrleitung am Dünaufer zur Ableitung der Abwässer der Ankerneek- und Flusspolizeistation von 9 Zoll Durchmesser und 123 Fuss = 37,5 Meter Länge.
- 2) Thonrohrleitung in der Marstallstrasse zwischen dem Dünaufer und der Peitaustrasse mit 12 Zoll Durchmesser bei 863 Fuss = 263 Meter Länge, von hier bis zur Sünderstrasse mit 9 Zoll Durchmesser bei 260 Fuss = 79,3 Meter Länge mit Zweigleitungen auf dem Dünamarkt von 9 Zoll Durchmesser und 90 Fuss = 27,4 Meter Länge, in der kleinen Münstereistrasse von 9 Zoll Durchmesser und 155 Fuss = 47,2 Meter Länge und in der Reformirten Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 140 Fuss = 42,7 Meter Länge und von 6 Zoll Durchmesser und 139 Fuss = 42,4 Meter Länge.
- 3) Thonrohrleitung am Dünaufer von 9 Zoll Durchmesser und 52 Fuss = 15,8 Meter Länge.
- 4) Die Leitung in der grossen Schwimmstrasse enthält die nachstehenden Kanalstrecken: a. gemauerter Kanal zwischen der Düna und dem Verschlusschacht auf dem Dünamarkt von 24 Zoll Durchmesser und 142 Fuss = 43,3 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der grossen Schwimmstrasse zwischen dem Verschlusschacht und der Sünderstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 820 Fuss = 250 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der grossen Schwimm- und Sünderstrasse im Anschluss an die unter b genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 172 Fuss = 52,4 Meter Länge. d. Zweigleitungen in der kleinen Schwimmstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 106 Fuss = 32,3 Meter Länge. e. Zweigleitung in der Kunststrasse von 9 Zoll Durchmesser und 133 Fuss = 40,6 Meter Länge. f. Zweigleitung in der kleinen Münstereistrasse von 9 Zoll Durchmesser und 86 Fuss = 26,2 Meter Länge. g. Zwei Zweigleitungen in der Herrenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 218 Fuss = 66,5 Meter Länge.
- 5) Thonrohrleitung am Dünamarkt zwischen der Schwimm- und Sünderstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 130 Fuss = 39,6 Meter Länge.
- 6) Die Leitung der grossen Sünderstrasse mit ihren Zweigleitungen enthält die nachstehenden Kanalstrecken: a. gemauerter Kanal zwischen dem Dünaufer und dem Verschlusschacht auf dem Dünamarkt von 24 Zoll Durchmesser und 144 Fuss = 43,9 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der grossen Sünderstrasse zwischen dem Verschlusschacht auf dem Dünamarkt und der Herrenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 646 Fuss = 196,9 Meter Länge. c. Zwei Zweigleitungen in der kleinen Schwimmstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 84 Fuss = 25,6 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Kunststrasse von 9 Zoll Durchmesser und 122 Fuss = 37,2 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der Reussischen Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 155 Fuss = 47,2 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der kleinen und grossen Waagestrasse von 9 Zoll Durchmesser und 450 Fuss = 137,2 Meter Länge. g. Thonrohrleitung in der Schwarzhäupterstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 94 Fuss = 28,7 Meter Länge.

- 7) Thonrohrleitung am Dünemarkt zwischen der Sünder- und Schaalpforte von 9 Zoll Durchmesser und 205 Fuss = 62,5 Meter Länge.
- 8) Die Leitung der Schaalstrasse und ihre Zweigleitung enthält die nachstehenden Kanalstrecken: a. gemauerter Kanal zwischen dem Dünaufer und dem Verschlusschacht auf dem Dünemarkt von 24 Zoll Durchmesser und 251 Fuss = 76,8 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Schaalstrasse und auf dem Rathhausplatz vom Verschlusschacht auf dem Dünemarkt bis zur grossen Petrikirchenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 576 Fuss = 175,6 Meter Länge. c. Thonrohrleitungen in der grossen und kleinen Petrikirchenstrasse sowie auf dem Petrifriedhof von zusammen 470 Fuss = 143,3 Meter Länge mit 9 Zoll Durchmesser und 627 Fuss = 191,1 Meter Länge mit 6 Zoll Durchmesser. d. Thonrohrleitung in der grossen und kleinen Münzstrasse, im Anschluss an die unter b genannte Leitung auf dem Rathhausplatz, von 9 Zoll Durchmesser und 574 Fuss = 174,9 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der grossen und kleinen Jungfernstrasse mit einer Zweigleitung zur Kalkstrasse zwischen der Münzstrasse und der Reussischen Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 977 Fuss = 297,8 Meter Länge. f. Zweigleitungen auf dem Dünemarkt, der Kämmerei- und Reussischen Strasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 302 Fuss = 92,0 Meter Länge.
- 9) Thonrohrleitung auf dem Dünemarkt zwischen der Schaal- und Neustrasse mit Entwässerung der Fischhallen von 9 Zoll Durchmesser und 457 Fuss = 139,3 Meter Länge.
- 10) Die Leitung der Neustrasse mit ihren Zweigleitungen enthält die nachstehenden Kanalstrecken: a. Thonrohrleitung in der Neustrasse und am Dünaufer, vom Bollwerk bis 60 Fuss über die Kramerstrasse hinaus, von 12 Zoll Durchmesser und 866 Fuss = 263,9 Meter Länge und im Anschluss daran, eine 9 Zoll weite Leitung auf 62 Fuss = 18,9 Meter Länge. b. Thonrohrleitung auf dem Dünemarkt von 9 Zoll Durchmesser und 95 Fuss = 29 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Kämmereistrasse von 9 Zoll Durchmesser und 93 Fuss = 28,3 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Palaisstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 230 Fuss = 70,1 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der kleinen Neustrasse von 9 Zoll Durchmesser und 145 Fuss = 44,3 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der Kramerstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 156 Fuss = 47,5 Meter Länge.
- 11) Die Leitung der Stiftsstrasse und des Domplatzes mit ihren Zweigleitungen enthält die nachstehenden Kanalstrecken: a. Thonrohrleitung am Dünaufer zwischen dem Bollwerk und dem Verschlusschacht von 18 Zoll Durchmesser und 233 Fuss = 71 Meter Länge. b. Thonrohrleitung am Dünaufer zwischen dem Bollwerk und der Bremer Strasse von 12 Zoll Durchmesser und 228 Fuss = 69,5 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Stiftsstrasse zwischen der Bremer Strasse und dem Herderplatz von 12 Zoll Durchmesser und 140 Fuss = 42,7 Meter Länge. d. Thonrohrleitung auf dem Herder- und Domplatz mit einer Abzweigung in der Neustrasse von 9 Zoll Durchmesser und 830 Fuss = 253 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der grossen Bischofsstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 114 Fuss = 34,7 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der Palaisstrasse nebst Zweigleitung von 9 Zoll Durchmesser und 417 Fuss = 127,1 Meter Länge.
- 12) Die Leitung der Küterstrasse mit ihren Abzweigungen besteht aus den nachstehenden Kanalstrecken: a. Holzkanal auf dem Dünaufer zwischen dem Bollwerk und der Bremer Strasse von 24 x 24 Zoll lichtem Querschnitt und 186 Fuss = 56,7 Meter Länge. b. Gemauerter Kanal quer durch die Bremer Strasse von 24 Zoll Durchmesser und 51 Fuss = 15,5 Meter Länge. c. Thon-

rohrleitung in der grossen Küterstrasse zwischen der Bremer und Schlossstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 439 Fuss = 133,8 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der grossen und kleinen Bischofsstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 209 Fuss = 63,7 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der grossen Schlossstrasse im Anschluss an die unter c genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 180 Fuss = 54,9 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der kleinen Küterstrasse im Anschluss an die unter c genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 132 Fuss = 40,2 Meter Länge.

- 13) Die Leitung der Katholischen Strasse mit ihren Abzweigungen enthält die nachstehenden Kanalstrecken: a. Thonrohrleitung am Dünaufer und in der Katholischen Strasse zwischen dem Bollwerk und der grossen Schlossstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 420 Fuss = 128,0 Meter Länge. b. Thonrohrleitung über den Schlossplatz in die kleine Schlossstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 462 Fuss = 140,8 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Arsenal- und Klosterstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 456 Fuss = 139,0 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der grossen Schlossstrasse mit zwei Abzweigungen in die anglikanische Strasse und die Zufahrt zur anglikanischen Kirche von 9 Zoll Durchmesser und 393 Fuss = 119,8 Meter Länge.
- 14) Die Leitung des Schlossplatzes mit ihren Abzweigungen besteht aus den nachstehenden Kanalstrecken: a. Thonrohrleitung am Dünaufer vom Bollwerk bis zum Verschlusschacht von 12 Zoll Durchmesser und 151 Fuss = 46 Meter Länge. b. Gemauerter Kanal unter dem Schlossgarten zwischen dem Verschlusschacht und dem Schlossplatz von 24 Zoll Durchmesser und 297 Fuss = 90,5 Meter Länge. c. Thonrohrleitung auf dem Schlossplatz von 12 Zoll Durchmesser und 316 Fuss = 96,3 Meter Länge nebst zwei Abzweigungen von 9 Zoll Durchmesser und 278 Fuss = 84,7 Meter Länge. d. Thonrohrleitung zum Zollamtsgebäude von 9 Zoll Durchmesser und 266 Fuss = 81,1 Meter Länge.
- 15) Zehn Thonrohrleitungen zur Entwässerung des Zollquais von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 1928 Fuss = 587,6 Meter Länge.

C. Die Siele des Stadtkanals.

Nur ein kleiner Theil der Abwässer aus der Altstadt gelangt in den Stadtkanal und zwar durch die nachstehend genannten Leitungen:

- 1) Ableitung des Riga-Tuckumer Bahnhofes in das Karls-Bassin durch einen gemauerten Kanal von $2\frac{2}{20}$ Zoll Durchmesser und 186 Fuss = 56,7 Meter Länge und im Anschluss hieran eine Thonrohrleitung auf dem Karlsplatz von 9 Zoll Durchmesser und 110 Fuss = 33,5 Meter Länge.
- 2) Leitung vom Flachswaageplatz in den Stadtkanal durch eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 165 Fuss = 50,3 Meter Länge und im Anschluss hieran Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und 519 Fuss = 158,2 Meter Länge.
- 3) Vier Ableitungen vom ehemaligen Stadttheater in den Stadtkanal durch Thonröhren von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 502 Fuss = 153,0 Meter Länge.
- 4) Die Leitung der Kalkstrasse, des Theaterboulevards und der Wallstrasse mündet bei der Alexanderbrücke in den Stadtkanal und zerfällt in die nachstehenden Kanalstrecken: a. Thonrohrleitung an der Alexanderbrücke von 12 Zoll Durchmesser und 58 Fuss = 17,7 Meter Länge. b. Thonrohrleitung

in der Kalkstrasse zwischen dem Alexanderboulevard und dem Theaterboulevard von 12 Zoll Durchmesser und 228 Fuss = 69,5 Meter Länge. e. Zwei Thonrohrleitungen in der Kalkstrasse, von denen die eine durch die Wallstrasse bis in die Malerstrasse fortführt, von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 741 Fuss = 225,9 Meter Länge. d. Zwei Thonrohrleitungen auf dem Theaterboulevard von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 481 Fuss = 146,6 Meter Länge.

- 5) Die Leitungsgruppe der Jakobsstrasse, die zum grössten Theil nach Abtragung der Citadellwälle ausgeführt wurde, mündet auf dem Platz der Gewerbeausstellung in den Stadtkanal und zerfällt in die nachstehenden Kanalstrecken: a. gemauerter Kanal auf dem Ausstellungsplatz zwischen der Jakobsstrasse und dem Stadtkanal von 24 Zoll Durchmesser und 315 Fuss = 96 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Jakobsstrasse zwischen der Zoll- und Thurmstrasse von 15 Zoll Durchmesser und 1127 Fuss = 343,5 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Zollstrasse zwischen der Peter-Paulsstrasse und Jakobsstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 630 Fuss = 192 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Jakobsstrasse zwischen der Zoll- und Michaelstrasse mit einer Abzweigung in die Letztere von 12 Zoll Durchmesser und 822 Fuss = 250,5 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der Nikolaistrasse im Anschluss an die unter b genannte Leitung von 9 Zoll Durchmesser und 94 Fuss = 28,6 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der grossen Jakobsstrasse zwischen der Thurm- und kleinen Schlossstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 359 Fuss = 109,4 Meter Länge. g. Thonrohrleitung in der Thurmstrasse zwischen der Jakobs- und Sandstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 602 Fuss = 183,5 Meter Länge. h. Thonrohrleitung in der grossen Lärmstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 405 Fuss = 123,4 Meter Länge. i. Thonrohrleitung in der Kehrwiederstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 96 Fuss = 29,3 Meter Länge. k. Thonrohrleitung in der kleinen Lärmstrasse und grossen Brauerstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 315 Fuss = 96 Meter Länge. l. Thonrohrleitung in der kleinen Schlossstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 246 Fuss = 75 Meter Länge.

II. Das Gebiet der Petersburger und Moskauer Vorstadt.

Das Gebiet der Petersburger und Moskauer Vorstadt kann nach seinen Ausmündungsstellen in die nachstehenden 5 Gruppen zerlegt werden:

- A. Die in den Dünastrom ausmündenden Siele.
- B. Die Siele des Stadtkanals.
- C. Die Siele des Rodenburger Grabens.
- D. Die durch Vermittelung der Gräben auf der Stadtweide in die rothe Düna ausmündenden Siele.
- E. Die Siele der rothen Düna und des Hospitalbaches.
- F. Die Siele des Peterholmschen Kanals.

Die drei letztgenannten Entwässerungsgruppen bergen sehr erhebliche sanitäre Gefahren für die Stadt in sich, da ein grosser Theil der in den Abwässern enthaltenen Stoffe schon in den Kanälen in Fäulniss übergeht.

In den Ausläufern der rothen Düna, im Stadtkanal und in dem Rodenburger Graben werden durch Einleitung der Hauswässer Schlammablagerungen hervorgerufen, die durch Baggerungen und Abfuhr nicht ohne eine Belästigung und sanitäre Gefährdung der Stadtbewohner beseitigt werden können. Ausserdem ist eine vollständige Beseitigung dieser Verunreinigungen auf diesem Wege nicht zu erzielen und die Verunreinigung des Bodens und des Grundwassers unvermeidlich.

A. Die in den Dünastrom ausmündenden Siele der Petersburger und Moskauer Vorstadt.

- 1) Die Sielgruppe des Hammerschen Grabens besteht aus einem Holzkanal, der die Abwässer des an der Johannispforte vorbei strömenden Baches in den Hammerschen Graben führt und sodann aus einer Thonrohrleitung in der Thomasstrasse. Zu dieser Gruppe gehören die nachstehenden Kanalstrecken:
 - a. Holzkanal längs der grossen Moskauer Strasse von der Johannispforte bis zum Hammerschen Graben mit einem Querschnitt von 23×23 Zoll und einer Länge von 2397 Fuss = 730,6 Meter.
 - b. Thonrohrleitung von der Kreuzung der Witebsker Strasse mit der grossen Moskauer Strasse zum obengenannten Holzkanal mit einem Durchmesser von 9 Zoll und einer Länge von 354 Fuss = 107,9 Meter
 - c. Thonrohrleitung in der Thomasstrasse zwischen der grossen Moskauer Strasse und dem Hammerschen Graben von 9 Zoll Durchmesser und 588 Fuss = 179,2 Meter Länge.
- 2) Die Sielgruppe der Krassnaja Gorka und der Katholischen Strasse enthält die nachstehenden Kanalstrecken:
 - a. Thonrohrleitung in der Grebentschikowstrasse und auf dem Krassnaja Gorkamarkt zwischen der grossen Moskauer Strasse und dem Dünaufer von 15 Zoll Durchmesser und 721 Fuss = 219,7 Meter Länge.
 - b. Zwei Thonrohrleitungen in der grossen Moskauer Strasse zwischen der Schmalen und Katholischen Strasse von 12 Zoll Durchmesser und zusammen 1456 Fuss = 443,8 Meter Länge.
 - c. Thonrohrleitung in der Katholischen Strasse zwischen der Jakobstädtchen und grossen Moskauer Strasse von 12 Zoll Durchmesser und 1332 Fuss = 406 Meter Länge.
 - d. Thonrohrleitung in der Katholischen Strasse nebst Anschluss in der Jakobstädtchen Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 427 Fuss = 130,1 Meter Länge.
 - e. Zwei Zweigleitungen in der Sadownikowstrasse und der Dünaburger Strasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 266 Fuss = 81,1 Meter Länge.
- 3) Thonrohrleitung in der Kurzen Strasse und in der Badstubenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 487 Fuss = 148,4 Meter Länge.
- 4) Zwei Thonrohrleitungen in der Dünauferstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 126 Fuss = 38,4 Meter Länge.
- 5) Thonrohrleitung in der Barbierstrasse und in der grossen Moskauer Strasse von der städtischen Rettungsanstalt in die Düna von 12 Zoll Durchmesser und 343 Fuss = 104,5 Meter Länge.
- 6) Thonrohrleitung in der Jesuskirchenstrasse und in der grossen Moskauer Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 868 Fuss = 264,6 Meter Länge.
- 7) Holzkanal in der Smolensker Strasse und in der grossen Moskauer Strasse zwischen der Letzteren und der Dünauferstrasse von 15×20 Zoll lichter Weite und 889 Fuss = 271,0 Meter Länge, am Dünaufer eine kurze Thonrohrleitung von 15 Zoll Durchmesser und 84 Fuss = 25,6 Meter Länge.
- 8) Thonrohrleitung in der Dünauferstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 70 Fuss = 21,3 Meter Länge.

- 9) Thonrohrleitung im I. Ambarenviertel der grossen Moskauer Strasse und in der Turgenjewstrasse zur Entwässerung des neuen Trödelhofes in die Düna von 9 Zoll Durchmesser und 1036 Fuss = 315,8 Meter Länge mit einer Abzweigung in die grosse Moskauer Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 308 Fuss = 93,9 Meter Länge.
- 10) Thonrohrleitung in der Ambarenstrasse mit Anschluss dreier Zweigleitungen im II. Ambarenviertel 1554 Fuss = 473,6 Meter lang mit einem Durchmesser von 9 Zoll.

B. Die in den Stadtkanal ausmündenden Siele der Petersburger und Moskauer Vorstadt.

Der Stadtkanal, der im Vergleich zur rothen Düna und zum Rodenburger Graben den besten Stadttheil durchzieht, ist in Bezug auf seine Verunreinigungen am meisten beachtet worden. Es hat an den verschiedenartigsten Vorschlägen zur Verbesserung seines Zustandes nicht gefehlt. Die wesentlichste Verbesserung ist wohl durch theilweise Regulirung seiner Ufer und durch eine durchgehende Regulirung seiner Tiefen erreicht worden, wodurch die früher in den Buchten und in den Vertiefungen der Kanalsohle aufgetretenen Schlammablagerungen von 7 bis 9 Fuss Mächtigkeit unmöglich gemacht wurden.

Wenn in Zukunft die Hauswässer vom Stadtkanal fern gehalten werden, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass derselbe seine Eigenschaften als unangenehmer Nachbar vollständig verlieren wird.

Die aus der Altstadt in den Stadtkanal ausmündenden Entwässerungen sind bereits beschrieben worden und erübrigt es daher nur noch die Ableitungen, die die Vorstädte demselben zusenden, in Nachstehendem kennen zu lernen.

- 1) Ein Thonrohr von 9 Zoll Weite und 378 Fuss = 115,2 Meter Länge, welches die Abwässer aus dem Verwaltungsgebäude der Riga-Dünaburger Bahn in das Karlsbassin ableitet.
- 2) Ein gemauerter Kanal von 34 × 20 Zoll Weite und 209 Fuss = 63,7 Meter Länge, welcher die Abwässer aus dem Stationsgebäude der Riga-Dünaburger Bahn in der Nähe der Marienbrücke in den Stadtkanal entsendet.
- 3) Die Gruppe der Marien-, Suworow- und Dorpater Strasse mit den dazu gehörigen Nebenstrassen beginnt am Stadtkanal mit einem gemauerten Kanal mit kreisrundem Querschnitt. In diesen mündet am Kreuzungspunkt der Marien- und Mühlenstrasse ein Holzkanal, der einerseits die Marien-Strasse bis zur Romanowstrasse hinaufführt und hier in eine Thonrohrleitung übergeht und andererseits eine Zweigleitung durch die kleine und grosse Newastrasse entsendet, welche Letztere die Leitungen aus der Suworow- und Dorpater Strasse aufnimmt.

Diese Gruppe enthält nachstehende Einzelleitungen: a. gemauerter Kanal in der Marienstrasse zwischen dem Stadtkanal und der Mühlenstrasse von 24 Zoll Durchmesser und 1645 Fuss = 501,4 Meter Länge. b. Holzkanal in der Marienstrasse zwischen der Mühlen- und Romanowstrasse von 23 × 23 Zoll Querschnitt und 1260 Fuss = 384 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Marienstrasse zwischen der Romanow- und Gertrudstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 352 Fuss = 107,3 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Marienstrasse zwischen der Gertrud- und Säulenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 553 Fuss = 168,5 Meter Länge. e. Holzkanal in der kleinen Newastrasse zwischen der Marien- und Suworowstrasse von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 798 Fuss = 243,2 Meter Länge. f. Holzkanal in der grossen Newastrasse zwischen der Suworow- und Dorpater Strasse von 15 × 20 Zoll

lichem Querschnitt und 644 Fuss = 196,3 Meter Länge. g. Thonrohrleitung in der grossen Newastrasse zwischen der Dorpater und Alexanderstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 420 Fuss = 128 Meter Länge. h. Holzkanal in der Suworowstrasse zwischen der grossen Newa- und Säulenstrasse von 15 × 20 Zoll lichtem Querschnitt und 1456 Fuss = 443,8 Meter Länge. i. Thonrohrleitung in der Suworowstrasse, im Anschluss an die unter h genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 182 Fuss = 55,5 Meter Länge. k. Holzkanal in der Dorpater Strasse zwischen der Mühlen- und Säulenstrasse von 15 × 20 Zoll lichtem Querschnitt und 1701 Fuss = 518,3 Meter Länge. l. Zweigleitungen, bestehend aus 9 Zoll weiten Thonrohrleitungen am Thronfolgerboulevard von zusammen 259 Fuss = 78,9 Meter Länge. m. Als Zweigleitung eine 9 Zoll weite Thonrohrleitung in der Pauluccistrasse von 350 Fuss = 106,7 Meter Länge. n. Als Zweigleitung eine 9 Zoll weite Thonrohrleitung in der Parkstrasse von 147 Fuss = 44,8 Meter Länge. o. Als Zweigleitungen in der Elisabethstrasse eine 12 Zoll weite Thonrohrleitung von 217 Fuss = 66,1 Meter Länge und eine 9 Zoll weite Thonrohrleitung von 228 Fuss = 69,5 Meter Länge. p. Als Zweigleitungen in der Mühlenstrasse 3 Thonrohrleitungen von 9 Zoll Weite und zusammen 554 Fuss = 168,9 Meter Länge und ein gemauerter Kanal von 24 Zoll Durchmesser und 147 Fuss = 44,8 Meter Länge. q. Als Zweigleitungen in der grossen Newastrasse 2 Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und 658 Fuss = 200,5 Meter Länge. r. Als Zweigleitungen in der Romanowstrasse 5 Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 1652 Fuss = 503,5 Meter Länge. s. Als Zweigleitungen in der Gertrudstrasse 4 Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 1176 Fuss = 358,4 Meter Länge. t. Als Zweigleitung in der Marthastrasse eine Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 217 Fuss = 66,1 Meter Länge. u. Als Zweigleitung in der Brunnenstrasse eine Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 210 Fuss = 64 Meter Länge. v. Als Zweigleitungen in der Säulenstrasse ein Holzkanal von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 217 Fuss = 66,1 Meter Länge, eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 476 Fuss = 145,1 Meter Länge und 2 Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 698 Fuss = 212,7 Meter Länge.

- 4) Die Gruppe der Suworowstrasse beginnt am Stadtkanal mit einem gemauerten Kanal, der bis zur Pauluccistrasse führt und hier in eine Thonrohrleitung übergeht die bis zur Mühlenstrasse reicht und verschiedene Nebenleitungen aufnimmt. Diese Leitungen sind mit unrichtigen Gefällen angelegt, so dass ein Theil des Wassers nicht zum Abfluss gelangt.

Zu diesem System gehören folgende Leitungen: a. gemauerter Kanal in der Suworowstrasse von 24 Zoll Durchmesser vom Stadtkanal bis zur Pauluccistrasse auf 602 Fuss = 183,5 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Suworowstrasse von 18 Zoll Durchmesser von der Pauluccistrasse bis zur Elisabethstrasse auf 672 Fuss = 204,8 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Suworowstrasse von 15 Zoll Durchmesser zwischen der Elisabeth- und Mühlenstrasse auf 497 Fuss = 151,5 Meter Länge. d. Eine Zweigleitung am Thronfolger-Boulevard, bestehend aus einer Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 256 Fuss = 78 Meter Länge. e. Zweigleitungen in der Paulucci- und Parkstrasse, sowie aus dem Wöhrmannschen Park, bestehend aus 4 Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 1085 Fuss = 330,7 Meter Länge. f. Eine Zweigleitung in der Elisabethstrasse, bestehend aus einer Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 557 Fuss = 169,8 Meter Länge, an welche sich eine Thonrohrleitung von 9 Zoll

- Durchmesser und 71 Fuss = 21,6 Meter Länge anschliesst. g. Zwei Zweigleitungen in der Mühlenstrasse, bestehend aus einer Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 525 Fuss = 160 Meter Länge und einer Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 350 Fuss = 106,7 Meter Länge. h. Eine Zweigleitung in der Suworowstrasse, bestehend aus einer Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 189 Fuss = 57,6 Meter Länge.
- 5) Die Gruppe des Thronfolger-Boulevards mündet gegenüber der Architektenstrasse in den Stadtkanal und sendet zwei Zweigleitungen durch die Architekten- und Ingenieurstrasse, von denen eine bis zur Mineralwasser-Anstalt reicht. Zu dieser Gruppe gehören die nachstehenden Leitungen: a. Thonrohrleitung von 15 Zoll Durchmesser und 102 Fuss = 31,1 Meter Länge zwischen dem Stadtkanal und dem Thronfolgerboulevard. b. Eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 546 Fuss = 166,4 Meter Länge und eine solche von 9 Zoll Durchmesser und 252 Fuss = 76,8 Meter Länge auf dem Thronfolgerboulevard. c. Eine Thonrohrleitung in der Architektenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 322 Fuss = 98,1 Meter Länge. d. Eine Thonrohrleitung in der Ingenieur- und Pauluccistrasse von 9 Zoll Durchmesser und 672 Fuss = 204,8 Meter Länge.
 - 6) Die Gruppe der grossen Alexanderstrasse mündet oberhalb der Alexanderbrücke in den Stadtkanal. Dieselbe reicht mit ihren Verzweigungen jedoch nur bis zur Elisabethstrasse, während die Entwässerungsanlagen zwischen der Elisabethstrasse und der Grossen Pumpe mit der rothen Düna in Verbindung stehen. Zu der in den Stadtkanal ausmündenden Gruppe der grossen Alexanderstrasse gehören nachstehende Leitungen: a. gemauerter Kanal in der grossen Alexanderstrasse zwischen dem Stadtkanal und dem Todlebenboulevard von 24 Zoll Durchmesser und 698 Fuss = 212,7 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der grossen Alexanderstrasse und auf dem Heumarkt von 9 Zoll Durchmesser und 826 Fuss = 251,8 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Dorpater Strasse zwischen dem Alexanderboulevard und der Elisabethstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 1124 Fuss = 342,6 Meter Länge. d. Thonrohrleitung auf der linken Seite des Alexanderboulevards zum Anschluss an den gemauerten Kanal von 9 Zoll Durchmesser und 672 Fuss = 204,8 Meter Länge.
 - 7) Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 147 Fuss = 44,8 Meter Länge zur Ableitung des Strassenwassers auf der linksseitigen Alexanderstrasse.
 - 8) Die Entwässerungsanlage der Augenheilanstalt und des Stadtgymnasiums durch einen 24 Zoll weiten gemauerten Kanal quer durch den Thronfolgerboulevard von 101 Fuss = 30,8 Meter Länge und daran anschliessend durch eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 49 Fuss = 14,9 Meter Länge.
 - 9) An der Nikolaibrücke ein Thonrohr zur Ableitung des Strassenwassers von 9 Zoll Durchmesser und 36 Fuss = 11 Meter Länge.
 - 10) Eine directe Ableitung des Hauswassers der Real-Bürgerschule besitzt keine auf die Strasse fallende Leitung.
 - 11) Ein Holzkanal zur Aufnahme der Ableitungen aus dem neuen Häuserblocke am Thronfolgerboulevard mündet bei der neuen Turnhalle in den Stadtkanal und geht durch die Turner-, Nikolaistrasse und den Thronfolgerboulevard in die Reimerstrasse. Die erste Strecke dieses Kanals vom Stadtkanal bis zur Kreuzung der Nikolaistrasse und des Thronfolgerboulevards hat einen Querschnitt von 23 × 23 Zoll und eine Länge von 679 Fuss = 206,9 Meter, von hier an verengt sich der Querschnitt des Kanals auf 15 × 20 Zoll mit einer Länge von 910 Fuss = 277,4 Meter. In der Reimerstrasse schliesst sich

an diesen Holzkanal eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 455 Fuss = 138,7 Meter Länge, die bis zur städtischen Elementarschule am Todlebenboulevard führt und eine zweite Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 104 Fuss = 31,7 Meter Länge zur Aufnahme des Strassenwassers am letztgenannten Boulevard.

- 12) Die Sielgruppe des Weidendammes und der Elisabethstrasse hat ihre Ausmündung an der Jakobsbrücke. Diese Gruppe enthält die nachstehend genannten Kanalstrecken: a. in der grossen Jakobsstrasse, zwischen dem Stadtkanal und der Elisabethstrasse, befindet sich eine Thonrohrleitung von 18 Zoll Durchmesser und 616 Fuss = 187,7 Meter Länge. b. In der Elisabethstrasse, zwischen der grossen Jakobsstrasse und dem 1. Weidendamm ein Holzkanal von 23 × 23 Zoll Querschnitt und 1169 Fuss = 357,5 Meter Länge c. In der Elisabethstrasse, zwischen dem 1. Weidendamm und der Lazarethstrasse, ein Holzkanal von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 1410 Fuss = 429,8 Meter Länge. d. In der Antonienstrasse, zwischen der Elisabeth- und Mühlenstrasse, ein Holzkanal von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 441 Fuss = 134,4 Meter Länge. e. In der Schützenstrasse zwischen dem Weidendamm und der Mühlenstrasse ein Holzkanal von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 840 Fuss = 256 Meter Länge. f. In der Elisabethstrasse und der Verbindungsstrasse zwischen der Letzteren und der Antonienstrasse eine Thonrohrleitung von 15 Zoll Durchmesser und 907 Fuss = 276,4 Meter Länge. g. Im Anschluss an die sub f genannte Leitung in der Antonien-, Andreas- und Georgenstrasse eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 805 Fuss = 245,4 Meter Länge. h. Eine Zweigleitung auf dem Todlebenboulevard, bestehend aus einer Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 252 Fuss = 76,8 Meter Länge. i. Zwei Zweigleitungen in der Antonienstrasse, bestehend aus Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 284 Fuss = 86,6 Meter Länge. k. Zwei Zweigleitungen in der Georgenstrasse, bestehend aus Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 455 Fuss = 138,7 Meter Länge. l. Zweigleitung in der Elisabethstrasse zwischen der Kaiserlichen Gartenstrasse und der Felliner Strasse von 12 Zoll Durchmesser und 357 Fuss = 108,8 Meter Länge nebst Anschlussleitung von 9 Zoll Durchmesser und 63 Fuss = 19,2 Meter Länge. m. Zweigleitung in der Kaiserlichen Gartenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 105 Fuss = 32 Meter Länge.
- 13) Eine directe Ableitung von Hauswasser aus dem russischen Seminar besitzt keine auf die Strasse entfallende öffentliche Leitungsstrecke.

C. Die in den Rodenburger Graben ausmündenden Siele der Moskauer Vorstadt.

Zwischen der Moskauer Vorstadt und der Altstadt befindet sich eine Niederung, die durch den hochgelegenen Damm der grossen Moskauer Strasse zum Dünastrom hin abgegrenzt wird. Diese Niederung wird durch einen Holzkanal entwässert, der durch Eindämmung der früher hier vorhandenen Teiche entstanden ist. Der Holzkanal mündet vor der Moskauer Strasse in einen gemauerten Kanal von eiförmigem Querschnitt, welcher die Abwässer dem Dünastrom zuführt. An der Moskauer Strasse befindet sich ein gemauerter Doppelschacht, der in der Mittelwand einen eisernen Verschlusschützen trägt. Wird dieser Schützen geschlossen, so ist die Verbindung zwischen dem Entwässerungsgebiet des Rodenburger Grabens und dem Dünastrom aufgehoben. Zur Zeit des Frühjahrshochwassers wird der Schützen

geschlossen und das durch eine 10 Zoll weite Centrifugalpumpe, welche durch eine 12pferdige Locomobile getrieben wird, im Canalsystem sich ansammelnde Wasser in den Schachttheil gepumpt, der mit dem Dünastrom in Verbindung steht.

Der Rodenburger Kanal hat nur ein sehr geringes Gefälle und ist das ihn umgebende Terrain so niedrig, dass eine Bedeckung des Kanals unmöglich wird. Derselbe durchzieht daher als ein offener Graben einen grossen Theil der Moskauer Vorstadt und verursacht durch seine Ablagerungen, die in Folge des trägen Abflusses, der bei hohen Wasserständen der Düna häufig ganz unterbrochen wird, im Kanal schon in Fäulniss übergehen, eine ernste sanitäre Gefahr zunächst für seine Umgebung und sodann in zweiter Linie für das ganze Stadtgebiet.

Ein grosser Uebelstand dieses Canalsystems besteht darin, dass dasselbe sich nicht an öffentlichen Strassen, sondern zwischen privaten Grundstücken hinzieht, wodurch sowohl eine ordnungsmässige Instandhaltung des Kanals, als auch die Fernhaltung von unerlaubten Zuleitungen wesentlich erschwert wird.

Zur Sielgruppe des Rodenburger Kanals gehören die nachgenannten Kanalstrecken:

- 1) Gemauerter Kanal zwischen der Düna und dem Hochwasserverschluss auf der grossen Moskauer Strasse von 5 Fuss 4 Zoll Höhe, 4 Fuss 4 Zoll Breite und 301 Fuss = 91,8 Meter Länge.
- 2) Gemauerter Kanal zwischen dem Verschlusschacht auf der grossen Moskauer Strasse und dem Schacht auf dem Grundstück Nr. 19 der Gruppe 43, von 5 Fuss 4 Zoll Höhe, 3 Fuss 10 Zoll Breite und 166 Fuss = 50,6 Meter Länge.
- 3) Offener, nur auf kurze Strecken überdeckter Holzkanal auf dem zwischen der grossen Moskauer Strasse und dem Kurmanowdamm einerseits, sowie der Mühlen- und Romanowstrasse andererseits belegenen Fläche.

Dieser Kanal theilt sich circa 200 Fuss = 60,9 Meter Länge oberhalb der Sadownikowstrasse in zwei Arme, von denen der eine im Wesentlichen der Richtungslinie der Mühlenstrasse, der andere der der Romanowstrasse folgt. Beide Arme unterschreiten die Riga-Dünaburger Bahn in zwei gemauerten Durchlässen. Der lichte Querschnitt dieser offenen Kanäle schwankt zwischen 21×34 und 32×32 Zoll; die Länge beträgt 5754 Fuss = 1753,7 Meter.

- 4) Thonrohrleitung in der grossen Moskauer Strasse zwischen der Romanow- und Eliasstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 439 Fuss = 133,8 Meter Länge.
- 5) Die Leitung der kleinen Romanow- und Strusenstrasse besteht aus einem Holzkanal von 24×24 Zoll Querschnitt und 763 Fuss = 232,6 Meter Länge, der von dem Grundstück des Sadownikowschen Armenhauses kommend quer durch die Romanowstrasse zum Rodenburger Kanal führt, in der Romanowstrasse eine Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser auf 54 Fuss = 16,5 Meter Länge und in der Strusenstrasse eine Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 126 Fuss = 38,4 Meter Länge aufnehmend.
- 6) Die Leitung der Bahnhofsstrasse mündet in der Nähe der Synagoge in den Rodenburger Graben und enthält die nachstehenden Kanalstrecken: a. Holzkanal in der Mühlenstrasse und zwischen den Grundstücken Nr. 37 und Nr. 45 der Gruppe 43, zwischen dem Rodenburger Kanal und der Bahnhofstrasse, von 15×20 Zoll Querschnitt und 218 Fuss = 66,4 Meter Länge. b. Zweigthonrohrleitung in der Mühlenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 175 Fuss = 53,8 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Bahnhofstrasse zwischen der Mühlen- und der Turgenjewstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 1043 Fuss = 317,9 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Turgenjewstrasse zwischen der Bahnhof- und Reeperstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 553 Fuss = 168,6 Meter Länge.

- 7) Holzkanal in der Sadownikowstrasse zwischen dem Rodenburger Kanal und der Romanowstrasse von 15×20 Zoll Querschnitt mit 574 Fuss = 174,9 Meter Länge.
- 8) Die Leitung der Turgenjewstrasse mündet in der Nähe der Riga-Dünaburger Bahn in den Rodenburger Kanal und besteht aus einer Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 847 Fuss = 258,2 Meter Länge.
- 9) Die Leitungen der Kurmanow-, Popow- und Sprenkstrasse bilden die Fortsetzung des westlichen Zweiges des Rodenburger Kanals und bestehen aus den nachstehenden Kanalstrecken: a. Holzkanal in der Kurmanowstrasse zwischen der Mühlen- und Romanowstrasse von 32×20 Zoll Querschnitt und 1428 Fuss = 435,2 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Kurmanowstrasse und in der Mühlenstrasse, im Anschluss an die sub a genannte Leitung, von 12 Zoll Durchmesser und 981 Fuss = 299 Meter Länge. c. Holzkanal in der Popowstrasse zwischen der Riga-Dünaburger Bahn und der Kurmanowstrasse von 54×29 Zoll lichten, Querschnitt und 868 Fuss = 264,6 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Romanowstrasse zwischen der Kurmanowstrasse und der Sprenkstrasse von 18 Zoll Durchmesser und 259 Fuss = 78,9 Meter Länge. e. Zweigthonrohrleitung, im Anschluss an die sub d genannte Leitung, in der Sprenk- und Romanowstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 616 Fuss = 187,7 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der Sprenkstrasse zwischen der Romanow- und Säulenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 1204 Fuss = 367 Meter Länge und zwischen der Säulen- und Matthäistrasse von 9 Zoll Durchmesser und 574 Fuss = 175 Meter Länge. g. Holzkanal in der Sprenkstrasse zwischen der Kurmanow- und Matthäistrasse von 15×20 Zoll lichtem Querschnitt und 2247 Fuss = 684,5 Meter Länge. h. Zwei Thonrohrleitungen in der Gertrudstrasse zwischen der Marien- und Gerberstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 1526 Fuss = 465,1 Meter Länge. i. Thonrohrleitung in der Säulenstrasse zwischen der Marien- und Sprenkstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 1197 Fuss = 364,8 Meter Länge. k. Thonrohrleitung in der Matthäistrasse zwischen der Färber- und Sprenkstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 375 Fuss = 114,3 Meter Länge.
- 10) Zwei Thonrohrleitungen in der Kosakenstrasse, im Anschluss an den östlichen Arm des Rodenburger Kanals, von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 749 Fuss = 228,3 Meter Länge.
- 11) Holzkanal durch das Grundstück Nr. 35 der Gruppe 40 von 18×18 Zoll lichtem Querschnitt und 91 Fuss = 27,7 Meter Länge.
- 12) Zwei Thonrohrleitungen in der Lerchenstrasse zwischen dem Rodenburger Kanal und der grossen Palissadenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 704 Fuss = 214,6 Meter Länge.
- 13) Holzkanal in der Popowstrasse, im Anschluss an den östlichen Arm des Rodenburger Kanals, mit Abzweigungen in der Romanowstrasse von 18×18 Zoll lichtem Querschnitt und 588 Fuss = 179,2 Meter Länge.
- 14) Holzkanal in der Verlängerung des östlichen Armes des Rodenburger Kanals durch das Grundstück Nr. 46 der Gruppe 31 bis zur Polotzker Strasse von 15×23 Zoll lichtem Querschnitt und 252 Fuss = 76,8 Meter Länge.

D. Die durch Vermittelung der Gräben auf der Stadtweide in die rothe Düna ausmündenden Siele.

Von allen Kanälen des Stadtgebietes rufen diejenigen der hier beschriebenen Gruppe die grössten sanitären Gefahren hervor, weil die unreinen Abwässer der Kanäle hier nicht einem Wasserlauf von bedeutendem Durchflussquantum übermittle

werden, sondern theils in den Gräben der Stadtweide, theils in der nur einen geringen Wasserwechsel zeigenden rothen Düna bedeutende Ablagerungen verursachen, die zu gewissen Jahreszeiten besorgniserregende Dimensionen annehmen. Diejenigen, welche zu solchen Zeiten einen Gang über die Stadtweide machten und die alle Niederungen anfüllenden, schwarzen Schlammflächen sahen, werden die Ueberzeugung gewonnen haben, dass hier durch eine Reinigung der Gräben, die ja nur eine Umlagerung des Schlammes von einer Stelle auf die andere herbeiführt, nicht geholfen werden kann, sondern dass man durch eine radicale Umgestaltung der Entwässerungsanlagen die von hier aus die Gesundheit der Stadtbewohner bedrohende Gefahr beseitigen muss.

Die zur Stadtweide ausmündenden Kanäle leiten die Abwässer von circa 7000 Einwohnern ab. Rechnen wir den Wasserverbrauch pro Kopf und Tag = 3,7 Cbfuss = 104,75 Liter, so gelangen täglich 733,250 Liter oder 25,900 Cubikfuss Abwässer zur Stadtweide.

Zur Stadtweide entwässern die nachstehend genannten Sielgruppen:

- 1) Die Siele des 1. Weidendammes und der Jägerstrasse. Als zu Anfang der siebziger Jahre, nach Aufhebung des Bauverbotes im Rayon der ehemaligen Citadelle, eine Parzellirung und Bebauung des zwischen dem Hause des Weidenaufsehers und dem Schützengarten belegenen Theiles der Weide in Angriff genommen wurde, entschied man sich dafür, den Chausseegraben zu verschütten und durch Anlage eines Holzkanals die Abwässer des neu geschaffenen Häuserblocks der Stadtweide zuzuleiten. Diese aus Schalenbrettern gebauten Kanäle verursachten bereits im Jahre 1881 Einstürze des Trottoirs und mussten durch Thonröhren ersetzt werden. Auf dem 1. Weidendamm liegt gegenwärtig eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 1017 Fuss = 310 Meter Länge, in der Jägerstrasse eine Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 519 Fuss = 158,2 Meter Länge.
- 2) Holzkanal in der Mühlenstrasse zwischen dem 1. Weidendamm und der Antonienstrasse von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 1673 Fuss = 510 Meter Länge.
- 3) Die Sielgruppe der Ziegelstrasse, welche das ganze zwischen der grossen Alexanderstrasse und der Stadtweide einerseits, und der Ritterstrasse und dem Todlebenboulevard andererseits, belegene Gebiet entwässert, enthält nachstehende Kanalstrecken: a. Holzkanal in der Ziegelstrasse zwischen der Stadtweide und der Nikolaistrasse von 21 × 34 Zoll Querschnitt und 623 Fuss = 189,9 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Grünstrasse zwischen der Mühlen- und Ziegelstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 818 Fuss = 249,3 Meter Länge. c. Holzkanal in der Mühlenstrasse zwischen der Lazareth- und Antonienstrasse von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 455 Fuss = 138,7 Meter Länge. d. Holzkanal in der Lazarethstrasse zwischen der Elisabeth- und Mühlenstrasse von 15 × 20 Zoll Querschnitt und 348 Fuss = 106,1 Meter Länge. e. Holzkanal in der Nikolaistrasse zwischen der Elisabeth- und Ziegelstrasse von 24 × 24 Zoll Querschnitt und 1278 Fuss = 389,5 Meter Länge. f. Holzkanal in der Nikolaistrasse zwischen der Ziegel- und Ritterstrasse von 32 × 32 Zoll Querschnitt und 1222 Fuss = 372,4 Meter Länge. g. Thonrohrleitung in der Nikolaistrasse zwischen der Ritterstrasse und dem russischen Armenasyl von 12 Zoll Durchmesser und 154 Fuss = 46,9 Meter Länge. h. Thonrohrleitung in der Nikolaistrasse zwischen dem Todlebenboulevard und der Elisabethstrasse von 15 Zoll Durchmesser und 1013 Fuss = 308,8 Meter Länge. i. Thonrohrleitung in der Nikolaistrasse, im Anschluss an die sub h genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 147 Fuss = 44,8 Meter Länge. k. Thonrohrleitung auf dem Todlebenboulevard, im

Anschluss an die sub h genannte Leitung, von 12 Zoll Durchmesser und 217 Fuss = 66,1 Meter Länge. l. Holzkanal in der Elisabethstrasse zwischen der Alexanderstrasse und der Nikolaistrasse von 24×24 Zoll Querschnitt und 845 Fuss = 257,5 Meter Länge. m. Thonrohrleitung in der Elisabethstrasse, im Anschluss an den sub l genannten Holzkanal, von 12 Zoll Durchmesser und 273 Fuss = 83,2 Meter Länge. n. Thonrohrleitung in der Elisabethstrasse zwischen der Nikolai- und Lazarethstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 203 Fuss = 61,9 Meter Länge. o. Thonrohrleitung in der Elisabethstrasse zwischen der Alexander- und Dorpater Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 189 Fuss = 57,6 Meter Länge. p. Thonrohrleitung in der grossen Alexanderstrasse zwischen der Elisabeth- und Säulenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 1708 Fuss = 520,6 Meter Länge. q. Zwei Thonrohrleitungen in der Gertrudstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 602 Fuss = 183,5 Meter Länge, eine Thonrohrleitung in der Romanowstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 392 Fuss = 119,5 Meter Länge, eine Thonrohrleitung in der grossen Newastrasse von 9 Zoll Durchmesser und 77 = 23,5 Meter Länge und eine Thonrohrleitung in der Mühlenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 421 Fuss = 128,3 Meter Länge sind Zweigleitungen des Hauptrohres in der grossen Alexanderstrasse. r. Thonrohrleitung in der Kirchenstrasse zwischen der Elisabeth- und Mühlenstrasse mit einer Abzweigung in der Mühlenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 596 Fuss = 181,7 Meter Länge. s. Thonrohrleitung in der Schulenstrasse zwischen der Elisabeth- und Mühlenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 315 Fuss = 96 Meter Länge. t. Holzkanal in der Mühlenstrasse von 15×20 Zoll Querschnitt und 147 Fuss = 44,8 Meter Länge und im Anschluss an denselben eine Thonrohrleitung zwischen der Kirchen- und Nikolaistrasse von 9 Zoll Durchmesser und 575 Fuss = 175,3 Meter Länge. u. Thonrohrleitung in der Romanowstrasse zwischen der grossen Alexander- und der Nikolaistrasse von 12 Zoll Durchmesser und 869 Fuss = 264,9 Meter Länge nebst einer Zweigleitung in der Schulenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 314 Fuss = 95,7 Meter Länge und zwei Zweigleitungen in der Kirchenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 548 Fuss = 167 Meter Länge. v. Thonrohrleitung in der Gertrudstrasse zwischen der Kirchen- und Nikolaistrasse von 12 Zoll Durchmesser und 763 Fuss = 232,6 Meter Länge mit einer Zweigleitung in der Schulenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 240 Fuss = 73,2 Meter Länge und zwei Zweigleitungen in der Kirchen- und Säulenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 945 Fuss = 288 Meter Länge. w. Thonrohrleitung in der Ritterstrasse zwischen der grossen Alexander- und der Nikolaistrasse von 12 Zoll Durchmesser und 1154 Fuss = 351,7 Meter Länge mit einer Zweigleitung in der Schulenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 452 Fuss = 137,8 Meter Länge und einer Zweigleitung in der grossen Alexander- und Säulenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 993 Fuss = 302,7 Meter Länge.

- 4) Die Sielgruppe der Charlotten- und Hilfsstrasse entwässert in einen offenen Graben, der quer durch den Wagnerschen Garten hindurch die Abwasser den Gräben auf der Stadtweide zuführt. Es gehören zu dieser Gruppe die nachstehenden Kanalstrecken: a. Holzkanal in der Charlotten- und Bäckerei-strasse zwischen der Hilfs- und grossen Alexanderstrasse von 23×23 Zoll Querschnitt und 1555 Fuss = 473,9 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Nikolaistrasse zwischen dem Nikolai-Armenhause und der Charlottenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 685 Fuss = 208,8 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Hilfsstrasse zwischen der Charlotten- und der grossen Alexanderstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 1331 Fuss = 405,7 Meter

Länge. d. Zwei Thonrohrleitungen, im Anschluss an die sub c genannte Leitung, in der Nikolaistrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 365 Fuss = 111,3 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der Karolinenstrasse zwischen der Revaler und der Hilfsstrasse mit einer Abzweigung in der Revaler Strasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 1169 Fuss = 356,3 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der Karolinenstrasse zwischen der Bäckerei- und der Hilfsstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 1071 Fuss = 326,4 Meter Länge. g. Zwei Thonrohrleitungen auf der linken Seite der Alexanderstrasse im Anschluss an den Holzkanal in der Bäckereistrasse, von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 1333 Fuss = 406,3 Meter Länge. h. Zwei Thonrohrleitungen auf der rechten Seite der Alexanderstrasse, im Anschluss an den Holzkanal in der Bäckereistrasse, von 12 Zoll Durchmesser mit einer Länge von 883 Fuss = 269,1 Meter und von 9 Zoll Durchmesser mit einer Länge von 548 Fuss = 167 Meter. i. Thonrohrleitung in der Matthäistrasse im Anschluss an die sub h genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 385 Fuss = 117,3 Meter Länge. k. Thonrohrleitung in der Ritterstrasse, im Anschluss an die sub h genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 476 Fuss = 145,1 Meter Länge.

- 5) Zwei Thonrohrleitungen quer durch die Charlottenstrasse, welche die Abwässer einzelner Grundstücke den Gräben im Wagnerschen Garten zuführen, von denen die eine einen Durchmesser von 12 Zoll und eine Länge von 78 Fuss = 23,8 Meter und die andere einen Durchmesser von 9 Zoll und eine Länge von 70 Fuss = 21,3 Meter hat.
- 6) Holzkanal in der Hospitalstrasse zwischen der Erbsen- und Beamtenstrasse, welcher quer durch das Grundstück Nr. 4 der Gruppe 17 hindurch geht mit einem Querschnitt von 15 × 18 Zoll und einer Länge von 672 Fuss = 204,8 Meter.

E. Die in die rothe Düna und den Hospitalbach ausmündenden Siele.

Diese Sielgruppe ist in ihren Wirkungen weniger gefahrdrohend, als die unter D beschriebene, weil sie einmal eine bedeutend geringere Ausdehnung als die Letztere hat und weil sodann die Wassermasse der rothen Düna und des Hospitalbaches, wenigstens zu gewissen Jahreszeiten, ausgleichend wirkt. Dessen ungeachtet ist der Hospitalbach durch die in denselben mündenden Siele zu Zeiten schon so stark verunreinigt, dass wiederholt Klagen der Umwohner und besonders der Verwaltung des Kriegshospitals an die Stadtverwaltung gelangt sind.

Hierher gehören die nachstehenden Kanäle:

- 1) Holzkanal in der grossen Alexanderstrasse zwischen der Revaler Strasse und dem Alexanderthor von 23 × 23 Zoll Querschnitt und 3849 Fuss = 1173,1 Meter Länge. Der Kanal mündet am Alexanderthor in den Hospitalbach und nimmt bei der Revaler Strasse eine in der grossen Alexanderstrasse belegene Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 307 Fuss = 93,6 Meter Länge, an der Pernauer Strasse eine in der Letzteren belegene Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 1342 Fuss = 409 Meter Länge und an der Wendenschen Strasse eine in der Letzteren belegene Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 1118 Fuss = 340,7 Meter Länge auf.
- 2) Thonrohrleitung in der Thalstrasse zwischen der Waffenstrasse und dem Hospitalbach von 12 Zoll Durchmesser und 531 Fuss = 161,8 Meter Länge nebst Anschlussleitung in der Waffenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 85 Fuss = 25,9 Meter Länge.

- 3) Thonrohrleitung in der Hospitalstrasse zwischen der Kasernenstrasse und dem Hospitalbach mit einer Abzweigung in der Kasernenstrasse von 9 Zoll Durchmesser und 1071 Fuss = 326,4 Meter Länge.
- 4) Thonrohrleitung in der Duntenhofschen Strasse zur Ableitung des Meteorwassers in den Hospitalbach von 9 Zoll Durchmesser und 105 Fuss = 32 Meter Länge.
- 5) Acht Thonrohrleitungen quer durch die Duntenhofsche Strasse in die rothe Düna von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 462 Fuss = 140,8 Meter Länge.
- 6) Thonrohrleitung in der Dampfstrasse zwischen der rothen Düna und der Sägerstrasse, mit einer Verlängerung in der Sägerstrasse, von 12 Zoll Durchmesser und 749 Fuss = 228,3 Meter Länge, an welche sich in der Nordstrasse ein Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 778 Fuss = 237,1 Meter Länge anschliesst.

F. Die Siele der Peterholmschen- und der Industrie-Strasse.

Das zwischen dem Katharinen- und Weidendamm belegene Terrain erhebt sich $3\frac{1}{2}$ —7 Fuss über dem Ostseespiegel und ist daher die Entwässerung desselben ohne Anwendung einer künstlichen Hebung der Abwässer nur unvollkommen möglich. Die Hauswässer wurden bis zum Jahre 1881 in den Hermelingshofschen Graben geleitet. Als durch die Abwässer der grossen Presshefefabrik von Wolfschmidt die Zustände in diesem Graben sich verschlechterten, entschloss man sich, die Abwässer des ganzen Gebietes in den zwischen dem Andreasholm und Hermelingshof belegenen Dünaarm zu leiten, der mit dem Hauptstrom auf eine Breite von 60 Faden in Verbindung steht. Jedoch auch in diesem Arm der Düna haben sich seit der Einleitung der Abwässer in denselben ernste Uebelstände gezeigt.

Zu dieser Sielgruppe gehören die nachstehend genannten Kanalstrecken:

- a. Cementkanal in der Peterholmschen Strasse zwischen der Düna und dem I. Weidendamm von kreisrundem Querschnitt mit 28 Zoll Durchmesser und 1476 Fuss = 449,9 Meter Länge mit einem Hochwasserverschluss auf dem Katharinen-damm.
- b. Holzkanal in der Industrie- und Walkschen Strasse zwischen der Kaiserlichen Gartenstrasse und der Peterholmschen Strasse von 20×24 Zoll Querschnitt und 1051 Fuss = 320,3 Meter Länge und von 20×15 Zoll Querschnitt und 1505 Fuss = 458,7 Meter Länge.
- c. Holzkanal in der Peterholmschen Strasse im Anschluss an den sub a beschriebenen Cementkanal von 15×20 Zoll Querschnitt und 116 Fuss = 35,3 Meter Länge.
- d. Thonrohrleitung auf dem verschütteten Theil des Vegesacksholmschen Grabens zwischen der Milch- und der Peterholmschen Strasse von 12 Zoll Durchmesser und 582 Fuss = 177,4 Meter Länge.
- e. Thonrohrleitung in der Katharinendammstrasse zwischen dem Kaiserlichen Garten und der Peterholmschen Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 1268 Fuss = 386,5 Meter Länge.

III. Das Gebiet der Mitauer Vorstadt.

Die am linken Dünaufer belegene Mitauer Vorstadt hat in Bezug auf die Entwässerung mit den in den Kap. I und II beschriebenen Stadttheilen des rechten Dünaufers nichts gemeinsam.

Mit Ausnahme von Gross-Klüversholm und Hagenschhof ist die Bebauung auch noch nicht eine so geschlossene, dass ernste sanitäre Gefahren schon in der nächsten Zeit entstehen können. In jedem Falle kann die Reinigung der Mitauer Vorstadt ganz getrennt von derjenigen, der am rechten Dünaufer belegenen Stadttheile geplant

und ausgeführt werden und ist es sogar möglich, dem verschiedenen Character der Bebauung Rechnung tragend, auf beiden Flussufern nach getrennten Systemen vorzugehen.

Es lassen sich im Gebiet der Mitauer Vorstadt 3 getrennte Sielgruppen unterscheiden. A. Siele des Kühleweinschen Grabens, B. die Siele von Gross-Klüversholm und C. die Siele der kleinen Düna.

A. Die Siele des Kühleweinschen Grabens.

Der Kühleweinsche Graben ist ein Dünaarm, der in der Nähe der Eisenbahnbrücke mit dem Hauptstrom in Verbindung steht. Zur Hochwasserzeit werden die den Kühleweinschen Graben vom Dünastrom trennenden Hölmer überströmt und geht dann auch eine ziemlich starke Strömung durch diesen Graben, welche den grössten Theil der Ablagerungen beseitigt.

Folgende Siele münden in den Kühleweinschen Graben:

- 1) Holzkanal quer durch die Bauskesche Strasse in der Nähe der Soldatenstrasse von 12×12 Zoll Querschnitt und 57 Fuss = 17,4 Meter Länge in Verbindung mit einem offenen Graben.
- 2) Thonrohrleitung in der Steilstrasse und der Windmühlenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 550 Fuss = 167,6 Meter Länge.
- 3) Holzkanal in der alten Mitauer Strasse von 23×23 Zoll Querschnitt und 2243 Fuss = 68,4 Meter Länge und im Anschluss hieran, eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 2891 Fuss = 881,1 Meter Länge.
- 4) Die Zweigleitungen des Marienmühlenbaches und des Marienmühlenteiches, bestehend aus: einer Thonrohrleitung von 15 Zoll Durchmesser und 50 Fuss = 15,2 Meter Länge, in der Altonaer Strasse 4 Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 259 Fuss = 79 Meter Länge und einem Holzkanal von 15×20 Zoll Querschnitt und 253 Fuss = 77,1 Meter Länge quer durch das ehemalige Kasacksche Höfchen in den Marienmühlenteich, sowie einer Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 252 Fuss = 76,8 Meter Länge.
- 5) Thonrohrleitung zur Entwässerung des Mitauer Stadtplatzes bestehend aus den nachstehenden Einzelstrecken: a. Thonrohrleitung in der alten Mitauer Strasse zwischen der Altonaer Strasse und dem Kühleweinschen Graben von 15 Zoll Durchmesser und 549 Fuss = 167,3 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Altonaer Strasse von 12 Zoll Durchmesser und 231 Fuss = 70,4 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Zufahrt zum Mitauer Bahnhof von 12 Zoll Durchmesser und 119 Fuss = 36,3 Meter Länge. d. Thonrohrleitung auf dem Marktplatz von 9 Zoll Durchmesser und 246 Fuss = 75 Meter Länge. e. Thonrohrleitung in der alten Mitauer Strasse von 12 Zoll Durchmesser und 176 Fuss = 53,7 Meter Länge und im Anschluss daran, eine Thonrohrleitung von 9 Zoll Durchmesser und 98 Fuss = 30 Meter Länge. f. Zweigleitung in der alten Mitauer Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 63 Fuss = 19,5 Meter Länge.

B. Die Siele von Gross-Klüversholm.

Gross-Klüversholm erhebt sich nur 4—7 Fuss über dem Ostseespiegel und ist gegen die Hochwasserüberfluthungen nicht geschützt. Bis zum Jahre 1881 sandte dieser Theil der Mitauer Vorstadt seine Abwässer in die stagnirenden Gräben der Kobernschanze und in den Rankschen Graben. Im Jahre 1881 wurde der grösste Theil von Gross-Klüversholm mit Sielen versehen die direct in die Düna ausmünden.

Die Siele sollen in Nachstehendem aufgezählt werden:

- 1) Thonrohrleitung längs dem Eisenbahndamm in die Düna von 12 Zoll Durchmesser und 119 Fuss = 36,3 Meter Länge und von 9 Zoll Durchmesser mit 42 Fuss = 12,8 Meter Länge.
- 2) Die Leitung der Stein- und Schiffsstrasse besteht aus folgenden Kanalstrecken: a. Holzkanal am Dünaufer von 23 × 23 Zoll Querschnitt und 106 Fuss = 32,3 Meter Länge. b. Thonrohrleitung in der Steinstrasse, im Anschluss an die sub a genannte Leitung bis zur Schiffsstrasse, von 15 Zoll Durchmesser und 119 Fuss = 36,3 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Steinstrasse zwischen der Schiffs- und Grabenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 391 Fuss = 119,2 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Steinstrasse zwischen der Grabenstrasse und dem Marktplatz von 9 Zoll Durchmesser und 281 Fuss = 85,7 Meter Länge. e. Zwei Thonrohrleitungen in der Schiffsstrasse, im Anschluss an die sub c genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 819 Fuss = 249,6 Meter Länge. f. Thonrohrleitung in der Grabenstrasse, im Anschluss an die sub c genannte Leitung, von 9 Zoll Durchmesser und 141 Fuss = 42,9 Meter Länge.
- 3) 2 Thonrohrleitungen am Dünaufer zwischen der Schoner- und kleinen Trinitatisstrasse von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 98 Fuss = 30 Meter Länge.
- 4) Die Leitung der Schoner- und Grabenstrasse mündet beim Polizeigebäude der Mitauer Vorstadt in die Düna und besteht aus den nachstehenden Kanalstrecken: a. Thonrohrleitung am Dünaufer, in der Schiffs- und Schonerstrasse zwischen der Düna und der Grabenstrasse von 15 Zoll Durchmesser und 811 Fuss = 247,2 Meter Länge. b. Thonrohrleitung, im Anschluss an die sub a genannte Leitung in der Schonerstrasse, von 12 Zoll Durchmesser und 168 Fuss = 51,7 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Grabenstrasse, im Anschluss an die sub a genannte Leitung, von 12 Zoll Durchmesser auf eine Länge von 147 Fuss = 44,8 Meter und von 9 Zoll Durchmesser auf eine Länge von 174 Fuss = 53 Meter.
- 5) Die Leitung der kleinen und grossen Trinitatisstrasse, der Klüver- und Grabenstrasse mündet gegenüber der Dreifaltigkeitskirche in die Düna. Es sind hier die nachstehenden Kanalstrecken zu unterscheiden: a. Holzkanal in der kleinen Trinitatisstrasse zwischen dem Dünaufer und der grossen Trinitatisstrasse mit einem lichten Querschnitt von 23 × 23 Zoll und einer Länge von 679 Fuss = 207 Meter. b. Thonrohrleitung in der grossen Trinitatisstrasse zwischen der kleinen Trinitatis- und der Klüverstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 328 Fuss = 100 Meter Länge. c. Thonrohrleitung in der Klüverstrasse zwischen der grossen Trinitatis- und der Grabenstrasse von 12 Zoll Durchmesser und 308 Fuss = 93,9 Meter Länge. d. Thonrohrleitung in der Grabenstrasse, im Anschluss an die unter c genannte Leitung, von 12 Zoll Durchmesser auf eine Länge von 236 Fuss = 71,9 Meter und von 9 Zoll Durchmesser auf eine Länge von 349 Fuss = 106,4 Meter. e. Thonrohrleitung in der grossen Trinitatisstrasse, im Anschluss an die sub b genannte Leitung, mit einem Durchmesser von 9 Zoll und einer Länge von 118 Fuss = 36 Meter.
- 6) Der Holzkanal an dem Ranksdamm, mit der Ausmündung in den Rankschen Graben, musste mit dieser Ausmündung belassen werden, weil die Gefällsverhältnisse es nicht gestatten, diese Leitung zum Dünastrom fortzuführen. Der Kanal hat einen Querschnitt von 15 × 20 Zoll und eine Länge von 526 Fuss = 160,3 Meter. An ihn schliessen sich zwei Thonrohrleitungen von 9 Zoll Durchmesser und zusammen 132 Fuss = 40,2 Meter Länge an.

C. Die Siele der kleinen Düna.

Die kleine Düna steht oberhalb und unterhalb des Kiepenholmes mit dem Dünaström in Verbindung. Eine Coupirung verhindert zwar den Durchgang grosser Wassermassen zur Zeit des Frühjahrshochwassers, gestattet aber durch die in derselben befindliche Oeffnung noch eine genügende Erneuerung des Wassers, um einem Verderben desselben vorzubeugen.

In die kleine Düna münden die nachstehend genannten Siele:

- 1) Thonrohrleitung zur Ableitung des Haus- und Meteorwassers an der Dünamündeschen Strasse durch das Grundstück der Hagensbergschen Polizeistation in die kleine Düna von 15 Zoll Durchmesser und 567 Fuss = 172,8 Meter Länge, sowie im Anschluss an dieselbe eine Leitung in der Dünamündeschen Strasse von 9 Zoll Durchmesser und 63 Fuss = 19,2 Meter Länge.
- 2) Die Thonrohrleitung der Dünamündeschen- und der grossen Schwalben-Strasse hat zwischen der kleinen Düna und der kleinen Schwalbenstrasse einen Durchmesser von 12 Zoll und 399 Fuss = 121,6 Meter Länge, von hier an aufwärts, einen Durchmesser von 9 Zoll und eine Länge von 910 Fuss = 277,4 Meter.
- 3) Die Leitung der Wasserstrasse in der Sunde nimmt die Abwässer eines natürlichen Wasserlaufes auf, der einen grossen Theil von Sassenhof durchzieht und in gemauerten Durchlässen durch die Schlocksche- und Dünamündesche-Strasse hindurchgeführt wird. Die Leitung besteht aus einem Holzkanal von 23 x 23 Zoll Querschnitt und 554 Fuss = 168,8 Meter Länge an welchen sich eine Thonrohrleitung von 12 Zoll Durchmesser und 573 Fuss = 174,6 Meter Länge direct, und eine zweite von 12 Zoll Durchmesser und 315 Fuss = 96 Meter Länge durch Vermittelung eines offenen Grabens anschliesst.

Eine Uebersicht über die im Stadtpolizeibezirk hefindlichen Siele giebt die nachstehende Tabelle.

Bezeichnung der Sielgruppe	Gemauerte Kanäle		Länge der Kanäle in Thonrohrleitungen					Gesamtlänge der Kanäle und Leitungen
	Länge Fuss russ.	Innerer Durchmesser	Durchmesser					
			18 Zoll	15 Zoll	12 Zoll	9 Zoll	6 Zoll	
1 Das Gebiet zwischen der Düna und dem Stadtkanal.								
A. Entwässerungsgebiet des Riesingkanals	3,310	—	—	—	2,898	11,621	601	
B. Die direct in die Düna mündenden Siele	885	—	233	—	5,465	12,001	766	
C. Die Siele des Stadtkanals	501	—	—	1,127	2,262	4,111	—	
	4,696	—	233	1,127	10,625	27,733	1,367	
2 Das Gebiet der Petersburger und Moskauer Vorstadt.								
A. Die in den Dünastrom ausmündenden Siele der Petersburger und Moskauer Vorstadt	—	—	—	805	3,131	6,084	—	
B. Die Siele des Stadtkanals	3,402	—	1,288	1,506	4,759	14,527	—	
C. Die Siele des Rodenburger Grabens	467	—	259	—	4,514	6,649	—	
D. Die durch Vermittelung der Gräben auf der Stadtweide in die rothe Düna ausmündenden Siele	—	—	—	1,013	9,690	13,205	—	
E. Die Siele der rothen Düna und des Hospitalbaches	—	—	—	—	4,047	2,501	—	
F. Die Siele der Peterholmschen- und Industrie-Strasse	1,476	28"	—	—	582	1,268	—	
	5,345	—	1,547	3,324	26,723	44,234	—	
3 Das Gebiet der Mitauer Vorstadt.								
A. Die Siele des Kühleweinschen Grabens	—	—	—	599	3,967	918	—	
B. Die Siele von Grossklüversholm . .	—	—	—	930	1,697	2,154	—	
C. Die Siele der kleinen Düna	—	—	—	567	1,287	973	—	
	—	—	—	2,096	6,951	4,045	—	
	10,041	—	1,780	6,547	44,299	76,012	1,367	

Kanaläle in Fuss russisch										Anzahl der Schächte			Gesamtlänge der Kanäle und Leitungen	
Holzkanäle						Offene		Hochwasser-Ver-schlüsse	Reini-gungs-Schächte	Schächte zur Auf-nahme des Rinnstein-wassers	in Fuss russ.	in Meter		
Verdeckte				Diverse		Quer-schn.	Länge							
23" × 23" und 24" × 24"	18"–24" × 20"	15"–18" × 18"	20"–23" × 15"	Querschn. Länge										
—	—	—	—	—	—	—	—	2	12	389	18,430	5,617		
186	—	—	—	—	—	—	—	9	6	365	19,536	5,955		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	98	8,001	2,439		
186	—	—	—	—	—	—	—	11	22	852	45,967	14,011		
2,397	—	—	889	—	—	—	—	—	10	81	13,306	4,056		
3,108	—	—	8,417	—	—	—	—	—	40	318	37,007	11,280		
763	—	679	3,291	32" × 20" 54" × 29"	2,296	—	5,754	2	22	119	24,672	7,520		
3,678	—	672	2,623	21" × 34" 32" × 32"	1,845	—	—	—	18	192	32,726	9,975		
3,849	—	—	—	—	—	—	—	—	2	43	10,397	3,169		
—	1,051	—	1,621	—	—	—	—	1	13	22	5,998	1,828		
13,795	1,051	1,351	16,841	—	4,141	—	5,754	3	105	775	124,106	37,828		
2,243	—	—	253	12" × 12"	57	—	—	—	11	41	8,037	2,450		
785	—	—	526	—	—	—	—	3	2	49	6,092	1,857		
554	—	—	—	—	—	—	—	2	—	7	3,381	1,031		
3,582	—	—	779	—	57	—	—	5	13	97	17,510	5,338		
17,563	1,051	1,351	17,620	—	4,198	—	5,754	19	140	1,724	187,583 =53,59 Werst	57,177 =57,17 Kilom.		

Die Beseitigung der festen Abfälle und der Fäcalien.

Die Beseitigung der festen Abfälle und der Fäcalien ist durch drei Ortstatute geregelt. Das erste dieser Ortstatute ist seit dem 4. Juli 1880 in Kraft und bezieht sich auf die Reinigung der Höfe, das zweite ist seit dem 6. October 1880 in Kraft und behandelt die Reinigung der Abtritte und Senkgruben, das dritte enthält die Bestimmungen über die Reinigung der Strassen und öffentlichen Plätze und ist seit dem 8. September 1880 in Kraft.

Die wesentlichsten Bestimmungen dieser Ortstatute sind die nachfolgenden:

Reinigung der Höfe.

Die auf den Höfen befindlichen Einfallschächte müssen wenigstens einmal wöchentlich gereinigt, und der aus denselben geschöpfte Unrath muss sogleich abgeführt werden. Kehricht und Abfälle müssen in besonderen festgefugten und mit Deckeln versehenen Kehrichtkasten, Mist in besonderen festgefugten Mistkasten gesammelt werden.

Der Inhalt der Kehricht- und Mistkasten muss, sobald er bis an den Rand derselben gestiegen ist, abgeführt werden. Die Abfuhr darf in der Zeit zwischen dem 1. April und dem 30. September nur in den Stunden von 7 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens erfolgen.

Die Schnee- und Eismassen müssen dort, wo Bodenverunreinigungen zu befürchten stehen, regelmässig entfernt werden. Gebrochenes Eis darf nicht länger als zweimal 24 Stunden auf den Höfen liegen bleiben.

Die Reinigung der Strassen und öffentlichen Plätze.

Die Vorschriften über die Reinigung der Strassen und öffentlichen Plätze haben nur für einen beschränkten Rayon, innerhalb des engeren Stadtgebietes, Geltung. Für die übrigen Theile der Stadt ist die Reinigung nach den Anordnungen der Polizei auszuführen. Zur Reinigung der Strassentrottoirs, der Rinnsteine, Strassen-gruben und öffentlichen Plätze, sind die Besitzer der angrenzenden Häuser und Grundstücke verpflichtet, und zwar an Strassen, von der Hausflucht bis zur Fahr-bahnmitte, an öffentlichen Plätzen bis auf 30 Fuss von der Hausflucht.

Die Reinigung muss täglich, und zwar in der Zeit zwischen dem 1. April und 31. August, bis 7 Uhr Morgens, in der Zeit zwischen dem 1. September und 31. März, bis 9 Uhr Morgens erfolgen, die Abfuhr des gesammelten Kehrichts in einer weiteren Stunde, d. h. bis 8 Uhr bez. 10 Uhr Morgens beendet sein.

In sanitärer Beziehung bemerkenswerth ist noch die Bestimmung welche Schnee, Eis, Kehricht und jeglichen Unrath in Flüsse, Teiche, Kanäle und Einfallschächte zuzuleiten, oder auf Strassen und Trottoirs, auch auf die Eisdecken der Gewässer abzuführen und niederzulegen verbietet. Diese Massen dürfen nur auf Plätzen abgelagert werden, die für diesen Zweck von der Stadtverwaltung im Einvernehmen mit der Polizei angewiesen sind.

Nach den bestehenden Vorschriften hat die Stadtverwaltung für die Reinhaltung der öffentlichen Plätze, der öffentlichen Gartenanlagen und derjenigen Strassen- und Trottoirstrecken Sorge zu tragen, die an städtischen Gebäuden oder städtischen Grundstücken belegen sind. Ausserdem sind der Dünamarkt des Dünaufers und die Höfe der städtischen Gebäude von der Stadtverwaltung zu reinigen.

Im Nachstehenden ist eine Uebersicht der von der Stadtverwaltung zu bereinigenden Strassenflächen gegeben.

I. Strassen und öffentliche Plätze.

1) in der Stadt	33,639		
2) " " Petersburger Vorstadt	14,954		
3) " " Moskauer Vorstadt .	23,432		
4) " " Mitauer Vorstadt . .	4,487		
		76,512	□Fad. = 348,288,74 □Meter

II. Trottoirs.

1) in der Stadt	3,613		
2) " " Petersburger Vorstadt	3,240		
3) " " Moskauer Vorstadt .	1,300		
4) " " Mitauer Vorstadt . .	1,296		
		9,449	" = 43,012,60 "

III. Hofräume.

1) in der Stadt	636		
2) " " Petersburger Vorstadt	3,522		
3) " " Moskauer Vorstadt .	2,721		
4) " " Mitauer Vorstadt . .	3,093		
		9,972	" = 45,393,34 "
		Summa 95,933	□Fad. = 436,694,68 □Meter

IV. Gartenwege und Alléen.

Gartenwege	1,354,1	lfd. Faden	
Alléen	3,100,4	" "	
	4,454,5	lfd. Faden = 8,91	Werst = 9,5 Kilometer
		oder: 6,110	□Faden = 27,813,2 □Meter.

Die Reinhaltung der öffentlichen Plätze, der Strassenfahrbahnen und der Trottoire, die einen Gesamtflächenraum von 95933 □Faden = 436694,68 □Meter einnehmen, verursachte in den Jahren 1880—1885 (incl.) im Durchschnitt einen Kostenaufwand von 16148 Rbl. 55 Kop. pro Jahr oder 16,83 Kop. pro □Faden = 3,69 Kop. pro □Meter.

In dieser Summe sind die Kosten für die Abfuhr der zusammengekehrten Massen sowie des aus den Strassenschächten gehobenen Schlammes mit enthalten. Dagegen sind die Kosten für das Reinigen der Schächte, sowie diejenigen für die Reinhaltung der Alléen im Winter nicht in den obigen Summen enthalten.

Die Reinhaltung der Abtritte und Senkgruben.

Die Abtritte und Senkgruben müssen alle Jahre wenigstens einmal bis auf den Grund gereinigt werden. Ausserdem muss eine Reinhaltung der Gruben erfolgen, sobald der Inhalt derselben bis auf 6 Zoll von dem Rande der Grube gestiegen ist.

Die Reinhaltung der Abtritte und Senkgruben ist am Tage nur unter Anwendung von Latrinepumpen, Gasverbrennungsöfen und luftdichtschliessenden Kasten, zur Nachtzeit (von 11 Uhr Nachts bis 5 resp. 6 Uhr Morgens) unter Anwendung von wasserdichten, mit festschliessenden Deckeln versehenen Kasten und Tonnen, gestattet.

Die Apparate zur Reinhaltung der Gruben, sowie die Abfuhrwagen, müssen, bevor sie in Gebrauch genommen werden, und ausserdem mindestens dreimal jährlich den von der Polizeiverwaltung und der Stadtverwaltung dazu bestellten Personen zur Besichtigung vorgewiesen werden. Bei dieser Besichtigung erhalten die Apparate Stempel und je eine Fahne als Kennzeichen für den ordnungsmässigen Befund.

Die im Nachstehenden mitgetheilten Ziffern über die Abfuhr des Grubeninhaltes können keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit erheben, da die Stadtverwaltung seither keine fortlaufende Controle über diese durch Privatunternehmer ausgeführten Arbeiten ausgeübt hat.

Es beschäftigen sich sieben Unternehmer mit der Abfuhr von Grubeninhalt die zusammen 56 Fuhrwerke in Betrieb erhalten. Dabei wird der überwiegend grösste Theil der Abfuhr durch das sog. I. Rigasche Bereinigungsgeschäft besorgt, welches circa 60 Pferde im Betrieb hat, während die übrigen sechs Unternehmer susammen nur 17 Pferde verwenden. Die Entleerung der Gruben wird durch das I. Bereinigungsgeschäft am Tage durch eine Druckpumpe und durch zwei Luftpumpen bewerkstelligt. Bei der ersten Methode wird der flüssige Grubeninhalt durch die Pumpe in die Tonnen gedrückt, bei der zweiten wird in den Tonnen ein Vacuum erzeugt, wobei der Grubeninhalt durch den atmosphärischen Druck in die Tonnen gepresst wird. Zur ersteren Methode werden hölzerne, zur zweiten eiserne Tonnen benutzt. Die Pumpen beanspruchen eine Kraftleistung von je 3 Pferdestärken. Die freiwerdende Grubenluft wird durch einen besonderen Schlauch unter die Kesselfeuerung geleitet. Die festeren Bestandtheile des Grubeninhaltes werden durch Schöpfer in sehr primitiver Weise in die Kastenwagen entleert.

Für die Abfuhr eines Tonneninhaltes aus der Stadt werden 3 Rubel, für die Abfuhr eines gleichen Quantums aus den Vorstädten im Durchschnitt 2 Rbl. 50 Kop. den Hausbesitzern berechnet. Für den Inhalt eines Kastenfuhrwerks wird nach Angabe der Unternehmer der gleiche Preis in Rechnung gesetzt.

Die Abfuhr von einem Cubikfuss Grubeninhalt berechnet sich somit auf circa 7 Kopeken. Von den Unternehmern werden die Preise, je nach den Jahreszeiten und nach dem Bedarf an Abfuhrwagen, sehr willkürlich geändert.

Die Fäcalien der Mitauer Vorstadt werden zum grössten Theil durch die umwohnenden Landwirthe zur Düngung ihrer Felder verwendet. Am rechten Dünaufer werden die Fäcalien auf einem in der Nähe der Mühlgrabener Eisenbahnlinie, zwischen der Alexanderpforte und dem Matthäi-Freibegräbniss belegenen Platze ausgeschüttet. Dieser Platz ist dem Unternehmer zur Verfügung gestellt, der die Abfuhr aus den städtischen Gruben besorgt. Die übrigen Unternehmer müssen für jedes auf diesem Platze entleerte Fuhrwerk eine Abgabe von 3 Kopeken entrichten. Nur ein kleiner Theil der Fäcalien wird hier von den umwohnenden Landwirthen verwertht.

Ueber das thatsächlich zur Abfuhr gelangende Quantum konnte Nachfolgendes ermittelt werden:

Eine genaue Buchung der aus der Stadt geförderten Quantitäten ist vom I. Rigaschen Bereinigungsgeschäft insofern nicht geführt worden, als über die nicht unbeträchtliche Anzahl der Gruben von öffentlichen Verwaltungsgebäuden, deren Entleerung diesem Unternehmer für eine Pauschsumme übertragen worden ist, nicht ausreichende Aufzeichnungen vorhanden sind. Ebenso hat der Versuch, aus der von den sechs kleinen Unternehmern an der Ausgussstelle zu zahlenden Abgabe von 3 Kop. pro Fuhre, eine Berechnung des von Letzteren geförderten Quantums abzuleiten, als erfolglos aufgegeben werden müssen, weil besonders im Winter, bei guter Schlittenbahn, diese Abgabe vielfach nicht entrichtet wird, da die Unternehmer einmal nicht auf dem am Schlagbaum vorüberführenden Wege zur Ausgussstelle gelangen, und anderseits um diese Zeit auch weitere Wege zu den Feldern der umwohnenden Landwirthe nicht gescheut werden.

Zuverlässigere Zahlen lassen sich aus dem Umfang der Betriebsmittel und der gewohnheitsmässig eingehaltenen täglichen Tourenzahlen der Wagen bestimmen.

Vom I. Rigaer Bereinigungsgeschäft sind täglich im Durchschnitt 8 Tonnen im Betrieb. Von diesen haben die neueren eisernen Tonnen einen Inhalt von 41 $\frac{1}{2}$ Cubik-

fuss, die älteren hölzernen einen solchen von 36 Cubikfuss. Der durchschnittliche Inhalt der Tonnen kann daher mit 38 Cubikfuss in Rechnung gesetzt werden. Die Anzahl der Touren, die eine jede Tonne macht, schwankt zwischen 5 und 7 und kann im Durchschnitt mit 5,5 angenommen werden. Die Kastenwagen, welche den festeren Inhalt der Abtrittsgruben aufnehmen und nur in der Nacht fahren (Seite 146) machen ca. 3 Touren und enthalten 32 Cubikfuss. Von diesen sind für das I. Bereinigungs-Geschäft durchschnittlich 12 Stück im Betriebe. Sämmtliche Wagen des I. Bereinigungs-Geschäfts sind zweispännige. Die 6 übrigen Unternehmer haben nur kleine einspännige Kastenwagen mit einem Rauminhalt von 12—14 Cubikfuss.

Die durchschnittliche Anzahl der täglichen Touren ist mit Rücksicht darauf, dass diese Unternehmer im Winter weniger beschäftigt sind, mit 3,5 nicht zu niedrig gegriffen, wenn die Annahme gemacht wird, dass 17 Pferde täglich im Betriebe sind. Das effectiv geförderte Quantum wird bei den Tonnenwagen 95 %, bei den Kastenwagen aber nur 90 % des Rauminhaltes betragen, da die Behälter gewöhnlich nicht vollständig gefüllt sind.

Das im Laufe eines Jahres bei 300 Arbeitstagen geförderte Quantum beträgt somit:

$$300 \left(8 \times 38 \times \frac{95}{100} \times 5,5 + 12 \times 32 \times \frac{90}{100} \times 3 + 17 \times 13 \times \frac{90}{100} \times 3,5 \right) = 996,405 \text{ Cubikf.}$$

Auf den Ausgussstellen sollen die Fäcalien vom Unternehmer in Gruben geleitet und mit Sand überschüttet werden. Dieses geschieht aber nur in sehr wenig geordneter Weise, sodass häufig schwarze Lachen von Fäcalmasse bis hart an den Eisenbahndamm der Riga-Mühlgrabener Bahn treten.

Wenn diese Massen an der Luft getrocknet sind oder in den Gruben eine festere Consistenz angenommen haben, werden sie von den Landwirthen der Moordorfer Ansiedelung zum Theil abgeführt und landwirthschaftlich verwerthet. Für eine kleine einspännige Fuhre wird dem Unternehmer von Letzteren eine Entschädigung von 5 Kop. bezahlt.

Die nachfolgenden Zahlen bedeuten die Anzahl der in den letzten Jahren zur Abfuhr gelangten Fäcalien.

Im Jahre 1883.	4453 Fuhren,
„ „ 1884.	6156 „
„ „ 1885.	5596 „

V.

Beschreibung

der

gegenwärtig zur Reinigung und Entwässerung der Städte
angewendeten Systeme

von

Dr. med. E. Bochmann und Oberingenieur A. Agthe.

V.

Beschreibung

der

gegenwärtig zur Reinigung und Entwässerung der Städte angewendeten Systeme.

Von Dr. med. E. Bochmann und Oberingenieur A. Agthe.

I. Allgemeiner Theil.

Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte hat in der Gegenwart mit der stetig zunehmenden Erkenntniss von der Bedeutung sanitärer Lebensbedingungen für den Menschen, ebenfalls eine immer wachsende Wichtigkeit erlangt und sie, im Vereine mit der Sorge für die Beschaffung eines guten Trinkwassers, bilden gegenwärtig in dem Leben aller, namentlich grösserer Städte Fragen, die, wenn auch noch so lange aufgehalten und aufgeschoben, doch nicht eher von der Tagesordnung dieser Städte verschwinden werden, als bis sie daselbst einer endgültigen Lösung zugeführt sein werden.

Dem Alterthum war die Bedeutung dieser Verhältnisse nicht unbekannt, im Gegentheil, wir finden in demselben eine überraschende Kenntniss derselben und staunen noch heute die grossartigen Anlagen an, welche die alten Römer ausgeführt haben, um ihre Städte mit gutem Trinkwasser zu versorgen und dieselben von ihren Abwässern zu befreien. Mit dem Verfall des römischen Reiches sehen wir aber auch die ganze so hoch entwickelte Cultur jener Zeit zusammenbrechen und dann Jahrhunderte vergehen, ehe sie sich wieder zu entwickeln begann und abermals Jahrhunderte, bis sich nur die elementarste Kenntniss von der hohen Bedeutung sanitärer Lebensbedingungen für die Menschheit Bahn brach. Diese Jahrhunderte andauernde Vernachlässigung aller sanitären Grundregeln hat aber ganz entsetzliche Zustände geschaffen, speciell ist der Boden, namentlich der grösseren Städte in einer Weise mit organischen, fäulnissfähigen Stoffen erfüllt worden, von der man sich gewöhnlich keinen rechten oder eigentlich gar keinen Begriff macht. Es mag daher hier ein den thatsächlichen Verhältnissen, speciell Rigas entnommenes Beispiel einen Platz finden, welches einen kleinen Einblick in den Grad der Verunreinigung des Untergrundes der Städte gewährt. Dasselbe ist das Resultat einer einfachen Berechnung, welche auf Grund der von Herrn Professor Glasenapp in den Jahren 1882—1884 angestellten Bodenuntersuchungen ausgeführt ist. Wird hiernach die Bodenfläche der inneren Stadt innerhalb des Theaterboulevard, der Karlsstrasse, des Dünamarktes, der Nikolaistrasse und des Basteiboulevard auf rund 1 Million m^2 (in Wirklichkeit beträgt sie 1,248,180 m^2) und das Gewicht von einem Cubikmeter Boden auf 2500 $kg.$ angenommen, so beträgt das Gewicht des Untergrundes der inneren Stadt bis zu einer Tiefe von 4,5 m , bis zu der die

bezüglichen Untersuchungen gemacht worden sind 11,250 Millionen *kg.* = 686,790,000 Pud russisch. Den Ermittlungen des Herrn Professors Glasenapp zu Folge ist dieser Boden bis zu der untersuchten Tiefe von 4,5 *m* derart mit organischen stickstoffhaltigen Stoffen überladen, dass auf 1000 *kg.* Boden im Mittel 4,32 *kg.* organische stickstoffhaltige Substanz kommen somit auf die erwähnten 11,250 Millionen *kg.* Boden der inneren Stadt 48,600,000 *kg.* organische stickstoffhaltige Substanz. Da die Ladung eines Eisenbahnwaggons 10,000 *kg.* beträgt, so entspricht dieses Quantum 4860 Waggonladungen. Nehmen wir nun an, dass ein Güterzug einer unserer Eisenbahnen aus 40 Waggons besteht, und dass 10 solcher Güterzüge am Tage abgelassen werden, so würde diese Eisenbahn also erst in 12½ Tagen im Stande sein, alle die organische fäulnissfähige Substanz fortzuschaffen, welche gegenwärtig in dem Boden der inneren Stadt enthalten ist und ihren Einfluss auf die in derselben lebenden 20,184 Menschen¹⁾ ausübt, ohne dass letztere auch nur eine Ahnung von diesem Zustande haben. Nicht zu übersehen ist übrigens, dass die organische Substanz hierbei in trockenem Zustande gedacht ist, während sie in natürlichem Zustande immer sehr bedeutende Quantitäten Wasser enthält.

Diese ungeheuere Masse organischer Substanz im Boden entstammt nun aber den Abfällen, mit denen die Lebensthätigkeit aller organischen Wesen, namentlich aber der Menschen, verbunden ist; alle Materie, welche hierbei zur Erreichung bestimmter Zwecke verwendet wird, liefert unbrauchbare Reste, die Abfälle, die zum grössten Theil dem Boden überantwortet wurden. Die Masse dieser Substanzen im Boden würde jedoch eine noch unendlich grössere sein, wenn der Boden nicht die Fähigkeit besässe, durch den in ihm enthaltenen Sauerstoff, vor Allem aber durch die Lebensthätigkeit der in ihm enthaltenen niedersten Organismen, diese Stoffe zu zersetzen und allmählig in mineralische, unschädliche Verbindungen überzuführen, welche, so weit sie gasförmiger Natur sind, in die Grundluft übergehen und mit dieser in die atmosphärische Luft entweichen, so weit sie aber fester Natur sind, theils sich dem Boden assimiliren, theils von dem Grundwasser aufgenommen und fortgeschwemmt werden.

Diese Selbstreinigungskraft des Bodens hat aber eine bestimmte Grenze; so wie die Masse der dem Boden überantworteten Abfälle zu gross, derselbe übersättigt wird, hört jene Thätigkeit auf oder genügt wenigstens für die zugeführten Quantitäten nicht mehr und diese verfallen nun den gewöhnlichen Fäulnissvorgängen, bei denen ebenfalls niederste Organismen, die Fäulnissbakterien, die Hauptrolle spielen. Diese bedürfen aber, um ihre Lebensthätigkeit zu entfalten, eines bestimmten Grades von Wärme, Feuchtigkeit und der Anwesenheit von Sauerstoff und hierin liegt der Einfluss, den die verschiedene Temperatur und die Schwankungen des Grundwassers auf diese Prozesse ausüben. Kälte, vollständige Austrocknung und vollständige Durchnässung, welche letztere die Luft aus dem Boden verdrängt, hemmen die Lebensthätigkeit jener Organismen, grössere Wärme und mittlere Feuchtigkeit, welche der Luft wiederum ein Eindringen in die Poren des Bodens gestattet, befördern sie. Ein fallendes Grundwasser in wärmerer Jahreszeit lässt daher in einem mit organischen Stoffen übersättigten Boden in den noch durchfeuchteten, aber der Luft bereits wieder zugänglich gewordenen Schichten die Fäulnissvorgänge in voller Kraft emporblühen und um so mehr, je mehr die organische Substanz stickstoffhaltige Eiweisskörper enthält.

Bekanntlich ist es erst den Forschungen der neuesten Zeit gelungen, die causale Abhängigkeit der Verwesungs- und Fäulnissprocesse und ebenso die der Infectiouskrankheiten von niedersten Organismen, Spaltpilzen oder Bakterien, nachzuweisen;

1) Zählung vom Jahre 1881.

noch steht man aber mit diesen Entdeckungen erst auf der Schwelle eines grossen und überaus wichtigen Forschungsgebietes, welches der weiteren Forschung ganz ungeheure Schwierigkeiten durch die so überaus geringe Grösse der betreffenden Objecte bereitet. So wenig nun aber auch bis jetzt über die Entwicklungs- und Lebensbedingungen der Spaltpilze bekannt ist, so viel steht doch gegenwärtig bereits fest, dass dem Boden und dem Wasser eine wichtige Rolle hierbei zufällt und dass diese letzteren, unter bestimmten Bedingungen, unter denen die Anfüllung mit fäulnissfähigen Stoffen obenan steht, einen überaus geeigneten Nährboden für jene Organismen darstellen. Aus dieser Erkenntniss folgt aber mit Nothwendigkeit, dass man durch Reinigung und Reinerhaltung des Bodens resp. des Wassers von fäulnissfähigen Stoffen die Kette der Entwicklungsbedingungen jener Organismen sprengen kann und hierin liegt dann eben das Hauptmotiv für die bezüglichen Forderungen der öffentlichen Gesundheitspflege und für die Nothwendigkeit, diesen Forderungen in jeder Stadt auch nach Möglichkeit Genüge zu leisten.

Diese Forderungen der öffentlichen Gesundheitspflege lassen sich nun in Bezug auf die Abfälle kurz als folgende bezeichnen:

- 1) Verhütung der Ansammlung grösserer Mengen von Abfällen und ihres Eindringens in Boden und Wasser;
- 2) möglichst rasche Entfernung der Abfälle aus dem Bereiche menschlicher Wohnstätten;
- 3) Verhütung der Verunreinigung von Boden und Wasser an anderer Stelle durch die aus der Stadt entfernten Abfälle, daher Unschädlichmachung resp. Verwerthung dieser Massen.

An diese Forderungen reihen sich dann in Betreff der meteorischen Niederschläge und des Grundwassers die folgenden an:

- 4) Möglichst rasche Ableitung der mit dem Strassenschmutz imprägnirten meteorischen Niederschläge und
- 5) Fixirung des Grundwassers auf einen bestimmten Stand zur Verhütung seiner Schwankungen.

Es ist bereits erwähnt worden, dass alle Materie, welche zu irgend welchen Zwecken benutzt wird, unbrauchbare Reste, die sogenannten Abfälle, liefert, die daher ihrer Natur nach überaus mannigfaltig sind und bei grösserer Anhäufung für den Menschen theils nur lästig, theils aber direct gefährlich werden. Zum Theil flüssiger, zum Theil fester Art, zählen wir zu den ersteren namentlich die Haus- und Wirtschaftswässer, die Industrieabwässer, den Urin und die meteorischen Niederschläge, welche letztere an und für sich zwar rein, auf den Strassen, Höfen etc. eine Masse des daselbst befindlichen Unrathes aufnehmen; zu den letzteren namentlich den Strassen- und Hauskericht, die Asche der Feuerungsmaterialien, die festen Abfälle der Industrie, den Dünger der Hausthiere und die menschlichen Fäces. Von denselben verlangen die grösste Beachtung einerseits die Meteorwässer ihrer Masse nach, andererseits die menschlichen Fäcalien ihrer Gefährlichkeit nach, die nicht allein in ihrer überaus grossen Fäulnissfähigkeit, sondern auch in ihrem eventuellen Gehalte an specifischen Krankheitskeimen liegt.

Die menschlichen Fäcalien, Fäces und Urin, stellen aber die Reste der aufgenommenen Nahrungsmittel nebst dem des Stoffwechsels im menschlichen Körper dar, welche den Körper, theilweise bereits in fauliger Zersetzung begriffen, verlassen. Beide, Urin sowohl als Fäces, sind sehr reich an stickstoffhaltigen Körpern, welche bei ersterem in einer Form auftreten, die der vollständigen Mineralisirung bereits sehr nahe steht, bei den letzteren dagegen in solchen Formen, die von vollständiger Mineralisirung noch sehr weit entfernt sind. Procentisch enthält der Harn zwar weniger Stickstoff als die Fäces, nämlich nur circa 1% gegen 1,6%, in Folge der grösseren Quantität des producirten Urines wird aber durch diesen ein erheblich

grösseres Quantum an Stickstoff täglich aus dem Körper entfernt als durch die Fäces. Während nämlich von letzteren in runder Ziffer nur circa 150 *gr.* täglich oder circa 54 *kg.* = 135 Pfd. russisch im Jahr von einem erwachsenen Menschen ausgeschieden werden, wird an Urin circa 1350 *gr.* täglich oder circa 492 *kg.* = 1230 Pfd. russisch im Jahr entleert. Trotzdem sind die Fäces in sanitärer Beziehung bei weitem gefährlicher, theils weil ihre Bestandtheile erst im Beginn der Zerfallprocesse organischer Substanz stehen, während die organischen Bestandtheile des Harnes fast bereits an's Ende dieser Processe gelangt sind und die letzten derselben sich, namentlich bei starker Verdünnung in kaum bemerkbarer Weise vollziehen, theils weil die Fäces vorzugsweise pathogene Organismen enthalten, die beim Harn nur selten vorkommen.

Die meteorischen Niederschläge, an und für sich rein, würden daher mehr nur durch die bei grösserer Menge veranlassten Verkehrsstörungen lästig werden und aus diesem Grunde zu entfernen sein, wenn sie nicht durch die Aufnahme des auf den Höfen, Plätzen, Strassen, Dächern etc. befindlichen anorganischen und organischen Schmutzes eine sanitäre Bedeutung erhielten, welche sie in die Reihe der Abfallwässer stellt, die zu beseitigen und unschädlich zu machen sind. Allen Vorkehrungen hierzu erwächst aber daraus eine ungemein grosse Schwierigkeit, dass weder das Eintreten der Niederschläge noch auch die Menge derselben irgend welche constante Grössen darstellen, auf Zeiten lang andauernder Tröckenheit können plötzlich enorme Niederschläge folgen, die rasch beseitigt werden und denen daher die Vorkehrungen entsprechen müssen. Da nun aber Einrichtungen zu einer raschen Ableitung solcher Massen ganz unerschwingliche Kosten veranlassen würden, die Erfahrung auch gelehrt hat, dass die Hälfte derselben etwa verdunstet und versickert, so wird der Berechnung meist die auf Erfahrung beruhende Annahme zu Grunde gelegt, dass in Mittel-Europa ein sehr starker Gewitterregen bei mangelndem Abflusse in einer Stunde eine Wassermenge von circa 25 *mm* Höhe ergiebt, von der also die Hälfte abzuleiten ist, während von anderer Seite hier nur Vorkehrungen zur Ableitung von $\frac{1}{3}$ dieser Wassermenge gefordert werden, da eine geringe Ansammlung auf den Strassen für etwas längere Zeit keine Bedeutung habe. Es ist einleuchtend, dass auf diese Verhältnisse die Gestaltung der Strassenoberfläche, die Gefällverhältnisse, die Länge der Ableitungseinrichtungen etc. von grossem Einflusse sein müssen.

Ihrer sanitären Bedeutung nach wichtiger sind die Haus- und Wirtschaftsabwässer (Küchen-, Wasch-, Badewasser etc.) da diese grössere Mengen organischer Bestandtheile enthalten. Ihre Menge wird natürlich erheblichen Schwankungen unterliegen, je nachdem eine Stadt mit einer öffentlichen Wasserleitung versorgt ist oder nicht, im ersteren Falle wird durchschnittlich die Production von 50—60 *l* Haus- und Wirtschaftswasser als normal angenommen.

Der Strassen- und Hauskehricht setzt sich aus allen möglichen Resten des täglichen Verbrauches anorganischer und organischer Substanz zusammen, namentlich kommen in dem Kehricht der Strassen und öffentlichen Plätze die abgeriebenen Partikel des Pflasters, Sand, thierischer Dünger, Laub der Bäume und Sträucher u. dergl. m., in dem Kehricht der Häuser Küchenabfälle, Scherben, Lumpen, Knochen, Asche der Feuerungsmaterialien u. dergl. m. in Betracht. Die Menge dieses Kehrichtes wird von v. Pettenkofer mit Ausschluss der Asche auf circa 90 *kg.* die Asche bei Holzfeuerung auf circa 15 *kg.* bei Steinkohlenfeuerung dagegen auf circa 45 *kg.* pro Kopf und Jahr berechnet.

Die Fabrikabfälle endlich, flüssig sowohl als fest, beanspruchen zwar häufig besondere Aufmerksamkeit in sanitärer Beziehung, dennoch werden sie nur in beschränkter Masse hier in Betracht gezogen, weil sich allmählig mehr und mehr der Grundsatz Geltung verschafft, dass der Einzelne selbst für die Beseitigung und Unschädlichmachung der von ihm producirtten Abfälle zu sorgen hat, während der

Commune nur die Entfernung und Unschädlichmachung derjenigen Abfälle zufallen kann, welche von der gesammten Einwohnerschaft in gleichem Maasse producirt worden oder die sich auf den öffentlichen Verkehrswegen (Strassen, Plätzen, Gärten etc.) ansammeln. Nicht ausgeschlossen ist es natürlich hierbei, dass die Commune auch die Sorge für die Fabrikabfälle übernimmt, jedoch dann nur in jedem einzelnen Falle nach vorheriger Uebereinkunft und gegen besonderes Entgelt.

Alle diese ihrem Aggregatzustande, ihrer Beschaffenheit, ihrer sanitären Bedeutung nach so sehr verschiedenen Abfallmassen müssen nun, um den früher angeführten Forderungen der öffentlichen Gesundheitspflege Genüge zu leisten, möglichst bald aus dem Bereiche menschlicher Wohnstätten entfernt und unschädlich gemacht werden und nach beiden Richtungen hin sind im Laufe der letzten Jahre sehr verschiedene Vorschläge gemacht worden.

In Betreff der Beseitigung der Abfälle ist vor Allem aber hervorzuheben, dass die Art und Weise derselben in Bezug auf die grösste Mehrzahl der Abfälle von vornherein ganz fest stand, es war ganz ausser allem Zweifel, dass die Entfernung der Küchenabfälle, des Haus- und Strassenkehrichts, der Asche etc. nur durch eine geregelte Abfuhr, die der Haus- und Wirthschaftswässer, der meteorischen Niederschläge nur durch eine geordnete Kanalisationsanlage in zweckentsprechender Weise erfolgen konnte und dass somit eigentlich jedes System zu einer systematischen Reinigung und Entwässerung der Städte ein combinirtes sein müsse. Nur in Betreff der Faecalien gingen die Ansichten weit auseinander, die einen wollten auch sie dem allgemeinen Kanalsysteme zum Abschwenmen übergeben, die anderen sie dagegen unbedingt davon trennen und sie entweder durch Abfuhr oder durch eine gesonderte Röhrenleitung beseitigen. Es ist allgemein bekannt, wie sich bald ein scharfer Gegensatz zwischen diesen beiden Richtungen geltend machte, der zu einem, mit leidenschaftlicher Erbitterung geführten Kampfe zwischen den Anhängern der beiden Richtungen führte, einem Kampfe, welcher zunächst um so weniger einen Ausgleich der bestehenden Gegensätze möglich machte, als bei der Neuheit des Gegenstandes vielfach theoretisch construirte Möglichkeiten über Vortheile und Nachtheile der einzelnen Systeme den Mangel thatsächlicher Erfahrungen über die Wirksamkeit derselben ersetzen mussten. Erst sehr allmählig trat eine ruhigere und objectivere Beurtheilung der Sache ein, erst sehr allmählig liess sich eben die Wirksamkeit und der Erfolg der verschiedenen hier und dort zur Ausführung gelangten Systeme erkennen und gegenwärtig kann wohl nicht verkannt werden, wie mehr und mehr die Anschauung an Boden gewinnt, dass es ein absolut bestes System zur Erreichung des in Rede stehenden sanitären Zweckes nicht giebt, dass vielmehr die meisten der betreffenden Systeme unter bestimmten Bedingungen und bei richtiger Handhabung ihren sanitären Zweck in befriedigender Weise zu erfüllen im Stande sind. Im concreten Falle sind es denn auch wesentlich andere Momente und zwar die finanziellen, localen, technischen, volkswirtschaftlichen etc. Verhältnisse, welche bei der Wahl eines Systems für einen bestimmten Ort den Ausschlag geben. Um ein sicher begründetes Urtheil bei einer solchen Wahl zu ermöglichen, ist daher eine möglichst erschöpfende Ermittlung aller der erwähnten Verhältnisse die unbedingte Voraussetzung und mögen diese Vorarbeiten auch noch so viel Zeit und pecuniäre Mittel in Anspruch nehmen, je erschöpfender und zuverlässiger sie sind, desto sicherer wird es möglich, im gegebenen Falle auch die zweckentsprechendste Wahl treffen zu können. Es ist eben nicht zu übersehen, dass jedes dieser Systeme den Bewohnern der betreffenden Stadt nicht nur für die Anlage desselben ganz gewaltige Opfer auferlegt, sondern dass es auch dauernd eine Belastung mit sich bringt, welche bei unzweckmässiger Wahl eine ganz unerschwingliche werden kann.

Die zur Entfernung der Abfälle bisher in Vorschlag gebrachten und ausgeführten Systeme lassen sich im Allgemeinen in 3 grosse Gruppen theilen, deren

Bezeichnung sich jedoch, wie hier nochmals hervorgehoben werden muss, ausschliesslich auf die Art und Weise der Faecalien-Beseitigung bezieht, während in Wirklichkeit jedes System ein combinirtes ist. Die 3 Gruppen sind aber folgende:

- I. Die Abfuhr-Systeme. Ansammlung der Faecalien in
 - 1) unbeweglichen Gruben — Grubensysteme und
 - 2) beweglichen Behältern — Eimer- und Tonnensysteme mit nachheriger Abfuhr der Faecalien.

- II. Das Schwemmkanalisations-System. Keine Ansammlung der Faecalien in den Häusern, sondern sofortige Abschwemmung derselben in die Kanäle mit nachfolgender
 - 1) directer Einleitung des Kanalwassers in die öffentlichen Gewässer ohne vorherige Reinigung derselben,
 - 2) indirecter Einleitung des Kanalwassers in die öffentlichen Gewässer nach vorheriger Reinigung derselben
 - a. durch Filtration,
 - b. durch chemische Fällungsmittel,
 - c. durch Berieselung.

- III. Die Trennungs-Systeme. Keine länger andauernde Ansammlung der Faecalien in den Häusern und Entfernung derselben in besonderen Röhrensystemen entweder für sich allein (1. 2.) oder mit dem Hauswasser (3. 4.) vereint.
 - 1) Liernur'sches Differencirsystem,
 - 2) Berlier'sches System,
 - 3) Separate-System,
 - 4) Shone-System.

Die Entscheidung über die zweckentsprechendste Entfernung der Abfälle genügt nun aber nicht, es muss zugleich auch die Frage über den allendlichen Verbleib derselben entschieden werden, wenn der sanitäre Zweck der Massregel voll und ganz erreicht werden soll. Durch ein einfaches Fortführen und Ablagern der Massen ausserhalb der Stadt, resp. ein directes Ableiten derselben in die öffentlichen Gewässer würde nur der Ort, in dem die Massen ihre schädlichen Einwirkungen ausüben, verlegt werden, es müsste nothwendig Boden, Luft und Grundwasser einer solchen Ablagerungsstätte in weitem Umkreise verpestet oder aber die öffentlichen Gewässer in solchem Grade verunreinigt werden, dass daraus schwere Schädigungen anderer Art erwachsen (Ablagerung von Schlamm auf dem Boden und an den Ufern, Behinderung der Schifffahrt, Vernichtung der Fischzucht etc.). Die Abfälle sind daher nothwendig auch unschädlich zu machen, d. h. sie sind derjenigen Eigenschaften zu berauben, welche ihre sanitäre Gefährlichkeit bedingen. Diese liegen aber bekanntlich vorzugsweise in der Fäulniss der in den Abfällen enthaltenen organischen Substanz mit ihren Folgen und in der eventuellen Anwesenheit krankheit-erregender Microorganismen, so dass es also darauf ankommt, das Eintreten der Fäulniss zu verhindern und die pathogenen Microorganismen zu vernichten oder wenigstens in ihrer Entwicklung zu hemmen.

Es ist bereits mehrfach bemerkt worden, dass bei demjenigen Zerfalle stickstoffhaltiger organischer Körper, den man Fäulniss nennt, die Lebensthätigkeit der Fäulnissbakterien die eigentliche Ursache dieser Vorgänge ist, bei denen jene Körper zunächst in verschiedene neue Verbindungen, so z. B. Leucin, Tyrosin, verschiedene Fettsäuren, Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, mehrfache noch wenig gekannte, sehr übelriechende Körper etc., übergeführt werden, bis sie endlich mineralisirt, d. h. in anorganische Körper umgewandelt sind. Da es nun bekannt ist, dass zur Ent-

wickelung dieser Organismen und zur Aeusserung ihrer Lebensthätigkeit ein gewisser Grad von Feuchtigkeit gehört und dass sie gegen die Einwirkung bestimmter scharfer Säuren, Basen und Metallsalze äusserst empfindlich sind, endlich auch durch Hitze vernichtet werden, so hat man hierin die Handhaben, um die Abfälle unschädlich zu machen. Die hierauf basirten Methoden werden erst weiterhin näher darzulegen sein, hier muss nur noch bemerkt werden, dass dieses Unschädlichmachen der Faecalien, namentlich wo dieselben, wie bei den Abfuhrsystemen, erst eine Zeit lang in den Häusern angesammelt werden, zweckmässiger Weise schon in den Häusern stattfinden sollte.

Eine andere Art der Unschädlichmachung liegt in der Verwerthung der Abfälle. In den seltensten Fällen sind die beim Verbrache von Materie nachbleibenden Reste wirklich werthlos und nicht weiter anwendbar, in den meisten Fällen sind sie nur für den bestimmten Zweck nicht weiter verwendbar, wogegen sie zu anderen Zwecken, wenn auch vielfach erst nach Umwandlung ihrer ursprünglichen Form und Zusammensetzung, sehr gut verwandt werden können. Schon manche Industrie hat ihre bis dahin lästigen Abfälle wieder nutzbringend zu machen und aus denselben reichen Gewinn zu erzielen verstanden. Von den Faecalien ist bereits lange bekannt, dass sie durch ihren Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und dergl. sehr geeignet als Pflanzennährstoffe sind und als solche auch einen nicht unbedeutenden Werth besitzen, der sich z. B. in Gegenden mit dichter Bevölkerung und intensiver Landwirthschaft darin äusserte, dass die Landleute zur Stadt kamen, um sich diesen Dünger zu holen, ja dass sie unter Umständen für denselben noch bezahlten. Nur dem Ekelhaften dieser Stoffe kann es zugeschrieben werden, dass die Benutzung derselben als Düngemittel nicht allgemeine Verbreitung gefunden hat, während doch alljährlich höchst bedeutende Summen für künstliche, importirte Düngemittel ausgegeben werden. Auch dieser Frage hat man denn erst in jüngster Zeit grössere Aufmerksamkeit zugewandt und bereits mehrfache Methoden zur Ausführung gebracht, welche eine rationelle Verwerthung der Faecalien anstreben. Unter diesen sind namentlich anzuführen:

- 1) die Berieselung,
- 2) die Poudrettebereitung von Liernur,
- 3) die Poudrettebereitung von Buhl und Keller,
- 4) die Faecalextractbereitung von A. v. Podewils,

die ebenfalls weiterhin eine eingehendere Darlegung finden sollen.

I. Die Abfuhrsysteme.

Die Abfuhrsysteme setzen sämtliche, Behälter zur Aufnahme der Faecalien voraus, in denen dieselben dann längere oder kürzere Zeit verweilen, bis sie endlich aus dem Bereiche der menschlichen Wohnungen entfernt, abgefahren werden. Die Entfernung der Massen geschieht unter mehr oder minder grossen Vorsichtsmaassregeln und die Faecalien werden endlich an ihren Bestimmungsort gebracht, an dem sie entweder einfach deponirt und der Fäulniss überlassen oder aber zu weiterer Verwerthung benutzt werden. Somit sind bei diesen Systemen zu betrachten:

- 1) Die Einrichtung zur Sammlung der Faecalien,
- 2) Die Methoden der Entfernung der Faecalien,
- 3) Der Verbleib der Faecalien.

1. Die Einrichtungen zur Sammlung der Faecalien

sind in sehr mannigfaltiger Weise construirt worden, namentlich aber entweder als unbewegliche Behälter und dann in grösseren Dimensionen, Gruben, oder aber als bewegliche, transportable Behälter und dann in geringerer Grösse, Tonnen und Eimer, wonach denn auch 2 Systeme: die Gruben- und die Tonnen- und Eimer-Systeme unterschieden werden.

a. Die Gruben-Systeme. Die einfachste Art der Herstellung eines Behälters zur Aufnahme der Faecalien besteht bekanntlich in dem Anlegen einer Grube in dem Boden, wie solche noch gegenwärtig in den entfernteren Theilen der Vorstädte vorkommen, welche dann nach ihrer Anfüllung zugeworfen wird und einer neuen ebensolchen Grube Platz macht. Die Anfüllung einer solchen Grube dauert jedoch, wenn sie in reinem Boden angelegt wird, verhältnissmässig lange Zeit, da die flüssigen Massen, so wie ein Theil der festen, welcher durch den Urin und das hineinfließende Meteorwasser ausgelaugt wird, im Boden versickern, wobei sie diesen, sowie das Grundwasser allmählig in immer steigendem Maasse und in weiterem Umkreise verunreinigen. Allmählig werden aber die Poren in diesen Senkgruben, oder wie sie in Deutschland meist bezeichnend genannt werden, Schwind- oder Versitzgruben, durch die festen Partikel der Faecalien mehr und mehr verstopft, die Durchlässigkeit des Bodens wird damit immer geringer und hört endlich ganz auf, worauf dann eine rasche Anfüllung der Grube stattfindet. Es liegt auf der Hand, dass bei einer solchen Art der Faecalien-Ansammlung neben der Verunreinigung des Bodens und des Grundwassers auch die Luft der ganzen Umgebung durch die gasförmigen Producte der, namentlich in der wärmeren Jahreszeit sehr rasch eintretenden Fäulnissprocesse, förmlich verpestet wird, so dass solche Anlagen nicht nur für ihre nächste, sondern auch für die entferntere Umgebung zu einer Quelle grosser Belästigungen und sanitärer Gefahren werden.

Aus dieser primitivsten Form der Sammelgrube entwickelten sich dann andere Formen, die allerdings zunächst nur den Anforderungen der Bequemlichkeit und Aesthetik, allmählig aber auch mehr und mehr denen der Gesundheitspflege Rechnung trugen, bis dann endlich immer weiter gehende Bestimmungen sanitärer Art über die Anlage und Einrichtung der Latrinengruben in den Bauordnungen der verschiedenen Städte Aufnahme fanden. Hierher gehören namentlich die Verordnungen über die Undurchlässigkeit des Bodens und der Wände, über die Grösse der Gruben (um eine häufigere Räumung derselben zu erzwingen) über den Verschluss derselben, Ventilationseinrichtungen u. dergl. m., wie z. B. in Stuttgart, Leipzig, Freiburg i/B. u. a. m.

Bemerkenswerth sind einige in neuester Zeit empfohlene besondere Einrichtungen, so zunächst das Mouras'sche System¹⁾. Demselben zu Folge mündet das nach oben geschlossene Fallrohr, an das in den einzelnen Etagen Wasserclosette angeschlossen sind, in eine möglichst wasserdicht hergestellte und möglichst luftdicht abgeschlossene Grube, in diese so tief hineinragend, dass es erst unter dem in der Grube befindlichen Flüssigkeitsniveau endet; ebenso beginnt auch das mit einer nach unten gerichteten Convexität versehene Abflussrohr unter dem Spiegel der Flüssigkeit in der Grube. Zunächst wird nun so viel Wasser in die Grube gegossen, dass die Mündungen des Fallrohres und des Abflussrohres unter Wasser stehen, so dass hierdurch also ein vollständiger Abschluss der Grube und ihres Inhaltes gegen das Innere des betreffenden Hauses sowohl als auch gegen die äussere atmosphärische Luft erlangt ist. Jeder Zustrom durch das Fallrohr muss einen entsprechend grossen Abstrom des Grubeninhaltes, welcher in der Grube vollständig

¹⁾ Archiv für öffentl. Gesundheitspflege von Elsass-Lothringen Bd. IX, pag. 166.

verflüssigt werden soll, zur Folge haben und diese abströmende Flüssigkeit soll dann durch besondere Leitungsröhren abgeleitet und schliesslich zur Berieselung verwandt werden.

Eine ähnliche Einrichtung bietet das Goldner'sche System¹⁾ welches in dem Goldner'schen Hause in Baden-Baden und im Hospice des Quinze-Vingt in Paris ausgeführt ist und demnächst in Marseille in grösserem Maassstabe durch eine in Frankreich gebildete Gesellschaft eingerichtet werden soll. Bei demselben führt das senkrechte eiserne Fallrohr, indem es im Erdgeschosse die äussere Mauer des Hauses durchbricht, zu einem ausserhalb des Hauses angelegten gemauerten wasserdichten Behälter, in dem sich 230 l Wasser befinden, in welches das Fallrohr 5—10 cm. tief eintaucht. An der tiefsten Stelle der mit geneigtem Boden versehenen Grube befindet sich eine Oeffnung die für gewöhnlich geschlossen ist und nur zum Zwecke der vollständigen Entleerung der Grube geöffnet wird, wonach dann der Grubeninhalte durch ein an dieser Oeffnung beginnendes Abflussrohr zu einer entfernter angelegten Sammelgrube geleitet wird. Ausserdem befindet sich aber in dem oberen Theile der Grube noch eine weitere Oeffnung, die zu einem Ueberlaufrohre führt, durch welches bei einem jeden Zustrome durch das Fallrohr eine gleich grosse Menge des Grubeninhaltes verdrängt und der Sammelgrube zugeführt wird. In bestimmten Zeiträumen, die sich nach der Grösse des Behälters und der Zahl der dasselbe benutzenden Personen richtet, muss sodann der Behälter vollständig entleert und mit frischem Wasser gefüllt werden.

Das Wesentliche der hier vorgeschlagenen Verbesserungen besteht darin, dass die Faecalien einerseits sogleich unter eine Wasserdecke gebracht, der Einwirkung der Luft entzogen und dadurch längere Zeit frisch erhalten werden und andererseits nur etwa bis zum doppelten Volumen mit Wasser verdünnt werden (beim Wasser-closet bis zum 10fachen) wodurch sie für die landwirthschaftliche Verwerthung einen bedeutend grösseren Werth erlangen.

Die Herstellung wasserdichter gemauerter Gruben, die auch auf die Dauer wasserdicht bleiben, ist aber bisher immer noch nicht gelungen und man hat daher auch hier zur Eisenconstruction gegriffen, grosse eiserne Sammelbehälter hergestellt, welche ein Eindringen des Inhaltes in den Boden unmöglich machen sollen. Solche Einrichtungen sind in verschiedenen Orten zur Ausführung gelangt, so z. B. in einer Kaserne der Esplanadenbaracke in Strassburg²⁾, bei der ein grosser eiserner, cylindrisch geformter Kessel in einer cementirten Grube so aufgestellt wurde, dass er von allen Seiten frei zugänglich ist. In denselben münden die 7 Fallröhren der Anlage, welche andererseits über das Dach hinausgeführt und dort mit Wolpert'schen Luftsaugern versehen sind. An dem tiefsten Punkte des geneigt aufgestellten Kessels befindet sich die Ausflussöffnung, an die bei der Entleerung der Schlauch des Abfuhrwagens angeschoben und dann der Inhalt durch Aspiration mittelst der Dampfmaschine in diesen Wagen übergeführt wird.

Complicirter ist die Einrichtung des Ingenieur E. Schleh. Dieselbe besteht aus einem im Souterrain aufgestellten grösseren eisernen, ganz geschlossenen Behälter, in den die Fallröhren des Hauses mit Syphonverschluss münden. In dem Deckel des Behälters befindet sich ein Rohr, welches die sich im Innern des Reservoirs entwickelnden Gase zu kleinen auf dem Deckel aufgestellten Gefässen leitet, in denen dieselben durch Schwefelsäure und Metallsalze desinficirt werden sollen, wogegen ein weiteres, am Boden des Reservoirs beginnendes und zur Strasse führendes Rohr zum Anschrauben des Schlauches bei der Entleerung dient.

Fraglich muss es vorläufig bleiben, wie lange das Eisen der Einwirkung der Faecalien widerstehen wird.

¹⁾ Deutsche Vierteljahresschrift für öffentl. Gesundheitspflege 1883, Heft 1, pag. 87.

²⁾ Topographie der Stadt Strassburg 1885 pag. 463.

Neben diesen Vorschlägen zur Verbesserung der Sammelgruben sind auch noch sehr mannigfache zur Verbesserung der Closettrichter, der Ventilation in den Latrinräumen, zur Desinfection der Gruben etc. gemacht worden, die alle ein möglichstes Fernhalten der sich aus der Fäulniss der Faecalien in den Sammelgruben ergebenden Schädlichkeiten zum Zwecke haben.

b. Die Tonnen- und Kübel-Systeme. Bei jedem Grubensysteme ist die Ansammlung grösserer Mengen von Faecalien durch längere Zeit hindurch unvermeidlich und selbst wenn diese Zeit durch eine häufigere Räumung möglichst kurz bemessen wird, wie z. B. in Stuttgart auf 4 Wochen, so ist die Zersetzung der Faecalien doch innerhalb dieses Zeitraumes längst eingetreten und weit fortgeschritten. Um diesen Uebelstand zu verhüten, die Faecalien möglichst schon vor dem Eintritte der Fäulniss aus den Häusern zu entfernen, hat man kleinere Behälter construiert, Tonnen und Kübel, von denen in der Regel erstere alle 3—4, letztere alle 1—2 Tage entfernt werden müssen. Diese kleinen Behälter bieten zugleich auch noch die Vortheile, dass sie selbst jedes Mal mit entfernt und nach ihrer Entleerung sogleich gehörig gereinigt werden können, dass ferner eine Verunreinigung des Bodens ganz ausgeschlossen ist und dass endlich bei weiterer Verwerthung der Faecalien dieselben in frischem Zustande, also werthvoller, zur Verarbeitung gelangen.

Das System ist einfach; das mit dem Abort-Trichter fest verbundene Fallrohr führt senkrecht durch alle Etagen des Hauses zu der in einer besonderen Tonnenkammer aufgestellten, eisernen oder hölzernen Tonne von 100—150^l Inhalt, in welche dasselbe direct oder mit einem Syphon in dem sich somit ein Kothverschluss bildet, mündet. Die Verbindung des Fallrohres mit der Tonne wird durch verschiedene Verschlüsse hergestellt und durch Umgeben mit Asche od. dergl. möglichst luftdicht gemacht. In bestimmten Zeiträumen oder nach Anfüllung wird die Tonne von einem Abfuhrunternehmer abgeholt, mit einem luftdicht schliessenden Deckel versehen und in besonders construirten Wagen nach der Abladestelle gebracht, an der sie nach ihrer Entleerung sofort gehörig ausgespült wird. Die gefüllte Tonne wird beim Abholen sogleich durch eine leere reine ersetzt, so dass also für jede Anlage zwei Tonnen erforderlich sind. Ausgeführt ist das System in grösserem Massstabe in Heidelberg, Emden, Weimar, Graz, Kopenhagen, Stockholm u. a. m., in kleinem neben anderen Systemen in vielen anderen Städten, z. B. in Augsburg, Riga (Reimers'sche Augenheilanstalt) etc.

Bei den Kübel-Systemen kommen die Fallröhren meist in Wegfall, da bei der geringen Grösse der Kübel, 40—50^l Inhalt, jede Wohnung mit eigenen Eimern, die in der Regel aus verzinktem Eisenblech hergestellt werden, versehen sein muss, welche direct unter den Abort-Trichter gestellt werden. Die Abfuhr der Kübel erfolgt in kurzen Zeiträumen, alle 1—2 Tage in besonderen Wagen, mit denen die gereinigten Eimer auch wieder zurückgeliefert werden.

Eine besondere Art des Kübel-Systemes ist das schwedische Luft-Closet, bei dem der Harn und die Faeces gesondert aufgefangen werden, indem ersterer sogleich von einem an der vorderen unteren Fläche des Sitzbrettes angebrachten Trichter aufgenommen und zu einem besonderen Gefässe geleitet wird, letztere dagegen wieder direct in den zu ihrer Aufnahme bestimmten Eimer fallen. Dieses Closet ist in Schweden vielfach im Gebrauch.

Die meisten Kübel-systeme sind aber noch mit verschiedenen mechanischen Streuvorrichtungen verbunden, durch welche verschiedene Materialien sogleich auf die frischen Faecalien fallen, theils um den Harn aufzusaugen, theils um üble Ausdünstungen zu verhüten. Namentlich wird als Streumaterial benutzt getrocknete Gartenerde (Moule's Erdcloset, Dr. Passavant's verbessertes Erdcloset) Steinkohlenasche (englisches Aschencloset, namentlich verbreitet in Manchester, Glasgow) Torfstreu (Torfcloset, vielfach in Braunschweig benutzt) u. dergl. m.

2. Die Entfernung der Faecalien.

Der primitiven Art der früheren Grubenanlagen entsprach auch die Art der Entleerung derselben und der Entfernung ihres Inhaltes. Da Boden und Wände der Gruben durchlässig waren und der flüssige Theil der Faecalien in dem umgebenden Erdreiche versickerte, so wurde zunächst eine Entleerung erst nach längerer Zeit erforderlich und wenn sie dann stattfand, wurde sie durch Handarbeit vollzogen. Der flüssige Theil wurde mit Eimern herausgeschöpft, der feste Bodensatz, wenn überhaupt entfernt, förmlich herausgestochen, alles in offene Kasten gebracht und diese sodann zur Abladestelle geführt, wobei natürlich auf dem ganzen zurückgelegten Wege nur zu deutliche Spuren des stattgefundenen Transportes hinterblieben.

Die groben Missstände eines solchen Verfahrens führten auch auf diesem Gebiete allmählich zu immer weiter schreitenden Verbesserungen, indem einerseits die Handarbeit durch Maschinenbetrieb, andererseits die offenen Kasten durch grosse, möglichst luftdicht geschlossene hölzerne oder eiserne Tonnen ersetzt wurden. Man construirte verschiedenartige Latrinenspumpen, die, theils durch Menschen, theils durch Dampfkraft in Bewegung gesetzt und durch angeschrobene Schläuche mit der Grube und der Latrinentonne in Verbindung gebracht, eine mehr oder weniger geruchlose, sog. pneumatische Räumung der Gruben ermöglichten, indem die abgesogenen Gase unter die Feuerung eines speciell zu diesem Zwecke vorhandenen kleinen Ofens oder unter die Kesselfeuerung geleitet wurden. (Latrinenspumpen von Schittinger in New-York, Schneitler in Berlin, Klotz in Stuttgart, Jauck in Leipzig.)

Eine andere Methode sucht den beständigen Transport der Latrinenspumpen zu den Gruben unnütz zu machen, indem an einer bestimmten Stelle, meist am Entleerungsplatze der Latrinentönnen, eine stationäre Luftpumpe aufgestellt wird, vermittelt welcher die Latrinentönnen sogleich nach ihrer Entleerung daselbst luftleer gemacht werden. Die luftleeren Tonnen werden sodann zu den zu räumenden Gruben gefahren, mit diesen durch angeschrobene Schläuche verbunden und dann durch den Ueberdruck der atmosphärischen Luft gefüllt. Eine solche Einrichtung befindet sich z. B. in Innsbruck, wo die Luftpumpe durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt wird.

Bei seltener Entleerung der Gruben ist aber immer Handarbeit nicht zu entbehren, da sich mit der Zeit am Grunde der Grube ein fester Bodensatz bildet, der herausgeschaufelt werden muss; bei häufiger Entleerung, wie sie jetzt mehr und mehr gefordert wird, kommt es jedoch zu einer solchen Ablagerung nicht und die Grube kann daher durch die Maschine bis auf den Grund entleert werden.

Bei den Tonnen- und Kübelssystemen findet dagegen, wie bereits früher erwähnt, in so fern eine wesentliche Modification der Abfuhr statt, als die Faecalien mit den Behältern selbst in besonderen dazu bestimmten Wagen fortgebracht werden. Diese Systeme machen daher ein häufiges Betreten der Häuser durch die betreffenden Arbeiter nothwendig.

Weder die grossen, noch auch die kleinen Latrinentönnen resp. die Kübel gestatten aber ein Verfahren der rohen Faecalien auf grössere Entfernungen, da die Transportkosten für die Waare zu grosse werden würden; erst das Eintreten der Eisenbahnen in die Reihe der Transportmittel für rohe Faecalien hat den Transport derselben auch in weiterem Umkreise um eine Stadt möglich gemacht, namentlich in solchen Gegenden, wo die Landbevölkerung von der Verwerthung dieser Massen als Düngemittel ausgiebigen Gebrauch macht. Die Latrinentönnen werden dann zu der betreffenden Verladestelle der Eisenbahn gefahren und ihr Inhalt wird durch eine daselbst stationirte Maschine geruchlos in die für diesen Zweck gebauten Eisenbahnwaggons gedrückt, grosse Tonnen oder Behälter, welche auf so hohen Gestellen stehen, dass ihr Inhalt durch seine eigene Schwere in die auf den Stationen heranfahrenden Fuhren der Landleute abfliessen kann. Zu Zeiten, wo kein Bedarf nach diesem

Düngemittel vorhanden ist, wird dasselbe in grosse, bei den Stationen angelegte Sammelreservoirs abgelassen, in denen es dann verbleibt, bis die Landleute es wieder holen kommen. Eine solche Einrichtung in grossem Massstabe ist z. B. in Stuttgart ausgeführt.

Neben der Entfernung der Faecalien bedarf auch die des Kehrrechtes einer geregelten Organisation, jedoch sollen die hierauf bezüglichen Einrichtungen erst im Folgenden, im Zusammenhange mit denen zur Verwerthung derselben ihren Platz finden.

3. Der Verbleib der Faecalien.

In dem Vorhergehenden sind bereits mehrfach die Gefahren, die den Menschen durch die Abfälle, speciell die Faecalien drohen, näher dargelegt worden und ebenso, dass in Folge dessen von der öffentlichen Gesundheitspflege die möglichste Unschädlichmachung dieser Massen bei längerer Ansammlung in den Häusern oder ihre möglichst rasche Entfernung aus dem Bereiche menschlicher Wohnstätten als unerlässliche Forderungen aufgestellt sind. An diese Forderungen reiht sich dann aber die weitere und nicht minder wichtige, dass die fortgeschafften Massen auch an dem Orte ihres allendlichen Verbleibes zu keinen sanitären Schädigungen Veranlassung geben. Ein einfaches Entleeren in die nächsten öffentlichen Gewässer oder ein massenhaftes Ueberantworten an den Boden in mehr oder weniger grosser Entfernung von den Städten, wie es früher allgemein und theilweise auch jetzt noch üblich ist, führt durch Verschlammen und Infection der öffentlichen Gewässer resp. durch Schaffung grosser künstlicher Fäulnissherde mit Infection des Bodens und Grundwassers zu sehr bedeutenden Gefahren für das Allgemeinwohl und muss daher unbedingt aufgegeben und durch andere Methoden ersetzt werden.

Wie bereits erwähnt, besitzen die Faecalien durch ihren Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali u. s. w. einen verhältnissmässig hohen Werth, der es nahe legte, diesen Werth möglichst auszubeuten, die lästigen und gefährlichen Abfälle somit noch Gewinn bringend zu verwerthen und sie dabei zugleich unschädlich zu machen. Die Verwendung der Faecalien als Düngemittel ist denn auch bereits eine uralte und es kann nur dem Ekelhaften des Stoffes selbst, sowie der Schwierigkeit des Transportes und der Handhabung der rohen Masse zugeschrieben werden, wenn die Benutzung derselben zu dem erwähnten Zwecke keine allgemeinere geworden ist. Um eine solche zu fördern, wird es daher vor Allem darauf ankommen, die Faecalien in eine solche Form zu bringen, dass ihnen das Ekelhafte genommen ist und dass sie leicht zu transportiren und zu handhaben sind, d. h. sie müssen in ein trocknes streubares Düngerpulver mit bestimmtem Gehalt an den genannten Pflanzennährstoffen umgewandelt werden, welches ohne Gefahr bis zu der Zeit gelagert werden kann, wenn die Landwirthe desselben bedürfen.

Auf diesem Wege würden somit die Städtebewohner sich nicht nur der für sie so gefährlichen Stoffe entledigen, sondern aus denselben auch noch einen Ertrag erzielen können, welcher die Kosten der Reinhaltung der Stadt mindestens herabzusetzen geeignet wäre, die Stoffe selbst aber endlich würden noch weiter für den Haushalt der Natur nutzbar gemacht werden.

Im Laufe der letzten 2 Jahrzehnte, in denen die Frage der Städtereinigung erst allgemeiner Gegenstand der Aufmerksamkeit und eingehenderer Untersuchungen geworden ist, sind denn auch eine Reihe auf eine solche Verwendung bezügliche Methoden empfohlen, die meisten aber wieder verlassen worden, theils weil das Product den Anforderungen der Landwirthschaft nicht genügte, theils weil die Fabrikationsmethoden sich als zu kostspielig erwiesen.

Die Hauptschwierigkeit, welche sich der Verarbeitung der Faecalien entgegenstellt, liegt in dem hohen Wassergehalte derselben, der schon bei den frischen,

unvermischten Faeces circa 75 %, beim Urine circa 95 % beträgt, meist aber durch das Zugiessen von Wirthschaftswasser sehr viel grösser ist und zum grössten Theil beseitigt werden muss. Zur Erreichung dieses Zweckes bedient man sich entweder verschiedener theils mechanisch, theils chemisch Wasser aufnehmender Zusätze oder höherer Wärmegrade zur directen Verdampfung des Wassers oder endlich einer Combination verschiedener dieser Mittel, durch die man zugleich den Gehalt des zu erlangenden Präparates an Pflanzennährstoffen zu erhöhen und auf einen constanten procentischen Gehalt zu bringen bestrebt ist.

Sehr erleichtert wird die Verarbeitung der Faecalien, wenn dieselben getrennt zur Behandlung gelangen, da aus dem Urin das Ammoniak und die Phosphorsäure verhältnissmässig leicht gewonnen werden können und ebenso auch aus den festen Faeces durch Zusatz von gebranntem Kalk und geringen Mengen von Superphosphat oder Torfstreu oder verschiedener mit Schwefelsäure angefeuchteter Pulver u. dergl. ohne grosse Schwierigkeiten eine ganz dicke Masse erlangt werden kann, welche an der Luft rasch einen beträchtlichen Theil ihrer Feuchtigkeit verliert. Auf diesem Princip beruht z. B. das Müller-Schür'sche Closet, ein schwedisches Luft-Closet mit Benutzung eines Gemisches von Kalk- und Kohlenpulver als Streumaterial, das in einzelnen Gegenden allerdings viel Verwendung, doch aber im Allgemeinen keine grosse Verbreitung gefunden hat.

Andererseits gestaltet sich die Verwerthung der Faecalien um so lohnender, je frischer dieselben zur Verarbeitung gelangen, da sie in diesem Zustande noch ihren vollen Gehalt an dem werthvollsten Pflanzennährstoffe, dem Stickstoffe besitzen, welcher bei der Fäulniss zum Theil in flüchtige Verbindungen übergeführt wird, die in die atmosphärische Luft entweichen.

Meist gelangen aber nur gemischte und mehr oder weniger gefaulte, sowie durch Wasserzusatz verdünnte Faecalien zur Verarbeitung und machen diese dadurch wenig lohnend, woher man denn auch zunächst Methoden zur Austrocknung verwandte, die möglichst einfach, keine grösseren Kosten veranlassten. Die einfachste dieser Methoden, welche zugleich eine Verwendung und Verwerthung eines Theiles der übrigen festen Abfälle gestattete, bestand in der Vermischung der Faecalien mit dem Haus- und Strassenkehricht, den Abfällen einzelner Gewerbe u. dergl. und nachherigem Stehenlassen an der Luft. Diese Methode brachte aber einerseits erhebliche Belästigungen der Umgebung solcher Composthaufen mit sich und lieferte andererseits ein Product, das durch die Verwitterung stark an Werth verloren hatte und zugleich sehr voluminös war, so dass es sich zu einem Transport auf grössere Entfernungen nicht eignete. Trotzdem wird diese Methode aber noch gegenwärtig viel benutzt, so z. B. in Amsterdam, Heidelberg, Innsbruck u. a. m.

Anderen ähnlichen Methoden zu Folge wird den Faecalien die Asche der Feuerungsmaterialien (englisches Aschencloset) oder Gartenerde (Moule's Erdcloset, Dr. Passavant's verbessertes Erdcloset) u. dergl. m. zugemischt und die Masse bis zur Verwendung an geeigneten Plätzen gestapelt.

Wesentlich complicirter sind diejenigen Methoden, welche auf einer Verarbeitung der Faecalien mit verschiedenen chemisch wirkenden Zusätzen beruhen. Unter den zu solchen Zusätzen benutzten Stoffen sind namentlich hervorzuheben Kalk, Schwefelsäure, schwefel- und phosphorsaure Salze, Thonerde u. dergl. m., wie bei den Poudrettirungsmethoden von Teuthorn in Leipzig, Tiede in Danzig u. a. Besonders zu erwähnen ist hier die Poudrettirung mit Torf, welche in neuerer Zeit in Braunschweig und Hannover viel zur Anwendung gekommen ist und von dort sehr warm empfohlen wird (vergl. den Bericht über Braunschweig). Der hierbei benutzte Torf wird aus dem für Heizzwecke gewöhnlich nicht verwandten Fasertorf in zweierlei Form, als faserige und als pulverige Masse, Torfstreu und Torfmull, gewonnen und wirkt, den Faecalien zugesetzt (Torfcloset) sowol mechanisch, indem

er die 4—9fache Menge Wasser aufsaugt und festhält, als chemisch, indem er durch die in ihm enthaltenen Humussäuren das Ammoniak bindend und durch diese Eigenschaften zugleich Fäulniss hemmend wirkt. Die durch Zusatz von Torf erhaltene Poudrette soll sich namentlich für Sandboden ganz besonders eignen.

Höhere Wärmegrade endlich kommen zur Austrocknung der Faecalien für sich allein wohl kaum zur Anwendung, sondern wohl nur in Verbindung mit Zusätzen chemisch wirkender Art, so z. B. bei der Methode von Thon in Cassel, Schwarz in Graz, namentlich aber bei den in neuester Zeit viel genannten Methoden von Buhl und Keller in Freiburg i/B., v. Podewils in Augsburg und Liernur in Amsterdam (vergl. die Berichte über Freiburg i/B., Augsburg und Amsterdam).

Neben den bisher angeführten Methoden, welche alle eine Unschädlichmachung und Verwerthung der Faecalien durch Benutzung derselben als Düngemittel bezwecken, sind andere Methoden empfohlen worden, welche zwar dieselben Zwecke, aber auf ganz anderen Wegen zu erreichen streben. So ist z. B. von A. Scheiding in Berlin ein Verbrennen der festen Faeces nebst Abdampfen des Urines vorgeschlagen worden, zur Erreichung welcher Zwecke im Souterrain eines jeden Hauses ein besonderer Verbrennungsofen und Verdampfungsapparat aufzustellen ist, denen die gesondert aufgefangenen Faeces und Urin sogleich zugeführt werden.

Die Methode von A. Sindermann in Breslau will die Faecalien zur Gewinnung von Leuchtgas und verschiedenen dabei zu erhaltenden Nebenproducten, wie Ammoniak, Theer, Oel etc. ausnutzen und unterwirft zu diesem Zwecke die Faecalien einer Destillation. Die Methode ist in Breslau im Hôtel zur Stadt Paris ausgeführt worden, das mit dem auf diese Weise erhaltenen Gase beleuchtet wird.

Endlich ist noch die Petri'sche Methode zu erwähnen, bei der die Faecalien sogleich durch einen Streuapparat mit einem hauptsächlich aus Torf bestehenden Pulver bestreut und nach ihrer Entfernung noch mit Torf, Sägespännen u. dergl. gemischt werden. Aus dieser Masse werden dann Stücke von der Form und Grösse der Torfziegel, die sog. Faecalsteine, bereitet, welche als Brennmaterial verwandt werden sollen, wobei die nachbleibende Asche noch als Düngemittel auszunutzen wäre.

Ausser den Faecalien giebt es aber noch eine grosse Masse anderer fester Abfälle, die durch ihren Gehalt an organischen Bestandtheilen in sanitärer Beziehung gefährlich werden können und für deren Entfernung und Unschädlichmachung daher ebenfalls gesorgt werden muss. Unter ihnen hat namentlich der Haus- und Strassenkehricht eine sanitäre Bedeutung, da in demselben eine nicht unbeträchtliche Menge organischer Substanz enthalten ist. Der Unrath der Strassen und öffentlichen Plätze wird bekanntlich in bestimmten Zeitintervallen, vielfach ohne die mindesten Vorkehrungen gegen das Aufwirbeln grosser Staubmassen (Bespritzen), zusammengekehrt und dann auf besondere Abfuhrwagen geladen und nach dazu bestimmten Plätzen fortgeführt. Der Hauskehricht dagegen wurde früher allgemein und wird in vielen Städten auch noch gegenwärtig in besonderen sog. Müllgruben angesammelt, die erst nach ihrer Anfüllung geräumt wurden, doch ist in vielen anderen Städten die Anlage solcher Müllgruben bereits ganz verboten und der Hauskehricht darf nur in kleinen Behältern gesammelt werden, welche dann von jeder Haushaltung möglichst täglich in die zu bestimmter Zeit vorüberfahrenden und ihre Anwesenheit durch ein Signal ankündigenden Abfuhrwagen zu entleeren sind. Die Abfuhr aller dieser Massen wird entweder von der Stadtverwaltung in eigener Regie besorgt oder sie ist bestimmten Unternehmern übergeben oder es wird nur die Entfernung des Unrathes von den Strassen und öffentlichen Plätzen von der Stadtverwaltung resp. dem Unternehmer besorgt, die des Hauskehrichtes dagegen, namentlich da, wo Müllgruben gestattet sind, den Hausbesitzern selbst überlassen. Dass in dem letzteren Falle grobe Uebelstände fast in jedem Hause vorhanden sind, und dass diese nur da wirklich zum Verschwinden gebracht werden können, wo die Anlage von Müllgruben durchaus

verboten ist und die Abfuhr aller dieser Abfälle von der Stadtverwaltung in eigener Regie besorgt wird, bedarf wohl keines besonderen Nachweises.

In neuester Zeit sind auch auf diesem Gebiete mannigfache Verbesserungen eingeführt und namentlich in England und Amerika Einrichtungen getroffen worden, welche als mustergiltig bezeichnet werden können, da durch dieselben diese Massen nicht nur in sanitärer Beziehung vollständig unschädlich gemacht, sondern aus ihnen noch Einnahmen gewonnen werden an Stelle der früher nicht unbeträchtlichen Ausgaben für ihre Beseitigung, so z. B. in Manchester, Nottingham, Glasgow, New-York etc. Im Einzelnen manche Verschiedenheiten darbietend, bestehen diese Einrichtungen im Allgemeinen darin, dass die verschiedenen Arten der Abfälle an einem bestimmten Platze möglichst von einander gesondert und je nach ihrer Art weiter verwerthet werden. Der herangeführte Kehricht wird zunächst auf einen Siebapparat geworfen, bei dem die feineren Bestandtheile, wie Staub, Asche etc. hindurchfallen, während die auf der Fläche zurückbleibenden gröbereren Theile abgenommen und sogleich sortirt werden. Lumpen, Papier, Knochen, Eisentheile u. dergl. werden als solche verkauft, die nicht unbedeutenden Mengen unverbrannter Kohlen in der Fabrik selbst verbraucht, Scherben von Porcellan- und Thonwaaren zu Beton verarbeitet, grössere animalische Theile, wie Thierkörper, Schlachthausabfälle, zur Gewinnung von Fett benutzt, der Rest endlich, ein Gemisch der verschiedensten unbrauchbaren Körper in einem besonderen Apparate, dem sog. Destructor verbrannt und die erhaltene Masse zur Aufschüttung von Strassen etc. verwandt. Der nach der Fettextraction verbleibende Rest der animalischen Bestandtheile wird in Manchester mit den Faecalien aus den Aschenclosets gemischt, diese Masse mit Schwefelsäure behandelt und getrocknet und so ein werthvolles Düngemittel erhalten.

Die meteorischen Niederschläge endlich, die Haus- und Wirthschaftswässer, Grundwasser u. dergl. Abwässer mehr müssen auch bei den Abfuhrsystemen, wie bereits erwähnt, so weit sie nicht oberirdisch abgeleitet werden können, durch ein besonderes unterirdisches Kanalnetz entfernt werden und ebenso ist auch das Unschädlichmachen dieser Wässer in ähnlicher Weise zu vollziehen, wie das weiterhin bei dem Kanalisations- und dem Trennungssysteme näher dargelegt werden wird.

(Vergleiche die Städteberichte über Leipzig, Stuttgart, Braunschweig, Augsburg, Freiberg i/B.)

II. Das Schwemmkanalisations-System.

Die Rücksichten auf den Verkehr zwangen in volks- und verkehrsreichen Städten schon frühe zu einer unterirdischen Ableitung der meteorischen Niederschläge und der Hausabwässer an Stelle der zunächst wol überall üblich gewesenen oberirdischen Ableitung durch offene Rinnsteine. Es finden sich daher in grossen Städten auch fast überall schon von Alters her hierzu bestimmte Kanalanlagen, die in neuerer Zeit mit der Einführung von Wasserwerken und dem dadurch bedingten grösseren Wasserverbrauche und entsprechender Zunahme der Abwässer immer nothwendiger wurden. Bei dem Vorhandensein solcher Kanäle lag es aber wol sehr nahe, dieselben möglichst auch noch für andere Zwecke, als die erwähnten — Ableitung der Meteorwässer und Hausabwässer — nutzbar zu machen, ihnen die Ableitung aller flüssigen, resp. zu verflüssigenden Abfälle, namentlich die der Faecalien und endlich auch, wo sich das als nothwendig herausstellte, die Regulirung des Grundwasserstandes zuzuweisen. Die Benutzung der Kanäle zu diesen weitergehenden Zwecken — die eigentliche Schwemmkanalisation — ist zuerst in England zur Ausführung gelangt und von dorthier warm empfohlen worden, worauf dann dieses System auch in mehreren deutschen Städten Eingang gefunden hat, so namentlich in Hamburg, Frankfurt a/M., Danzig, Berlin und Breslau.

Die Art der Anlage des Systemes ist wol allgemein bekannt. Dasselbe beginnt mit Röhren vom kleinsten Durchmesser in den Häusern, Höfen, Strassen u. dgl. Endpunkten mehr, welche sich dann an die Strassenkanäle von grösseren Dimensionen anschliessen. Diese vereinigen sich wiederum zu noch grösseren Kanälen, welche dann endlich in einen oder mehrere ganz grosse Kanäle, die sog. Stammsiele übergehen, welche den Inhalt sämmtlicher Kanäle aufnehmen und zu bestimmten Sammelpunkten hinleiten, von denen aus derselbe entweder durch natürliches Gefälle an seinen letzten Bestimmungsort gelangt oder aber, der häufigere Fall, durch Maschinenkraft gehoben und dorthin befördert werden muss.

Die gute Wirksamkeit des Systemes wird von einer Reihe von Momenten beeinflusst, unter denen besonders die Menge der von den Kanälen abzuleitenden Flüssigkeit, die Stromgeschwindigkeit dieser letzteren in den Kanälen und die Undurchlässigkeit der Kanalwandungen hervorzuheben sind. Flüssigkeitsmenge, Stromgeschwindigkeit, Gestalt und Grösse der Kanäle stehen aber unter einander in engstem Zusammenhange und bedingen einander vielfach. Je geringer die Menge der Flüssigkeit im Kanal, desto geringer ist auch die Abschwemmungsfähigkeit derselben, die somit namentlich in den kleinen Kanälen, die an und für sich weniger Wasser enthalten, durch eine grössere Stromgeschwindigkeit erhöht werden muss. Wo das nicht möglich ist, werden sich immer Ablagerungen bilden, die dann künstlich zu beseitigen sind.

Aus ähnlichen Gründen wird jetzt für die Kanäle eine umgekehrt eiförmige resp. eine kreisrunde Form gewählt, es wird hierdurch bei geringer Wassermenge diese mehr zusammen gehalten, die Stromgeschwindigkeit erhöht.

Die Weite der Kanäle hängt natürlich hauptsächlich von der Menge der von ihnen abzuleitenden Flüssigkeiten ab, welche vorzugsweise aus dem Haus- und Wirtschaftswasser und aus den meteorischen Niederschlägen bestehen. Die Menge der ersteren ist eine sich im Allgemeinen ziemlich gleich bleibende, die der letzteren dagegen ist ungemein grossen Schwankungen unterworfen und kann Quantitäten erreichen, welche von Kanälen in den gewöhnlichen Dimensionen gar nicht aufgenommen werden können. Da aber auch für solche Regenmengen Vorsorge getroffen werden muss, so hat man zu einer besonderen Einrichtung, den sog. Nothauslässen, seine Zuflucht genommen, d. h. Oeffnungen, welche in einer bestimmten Höhe der Kanäle angebracht sind, durch die dann das Wasser, wenn es im Kanal diese Höhe erreicht hat, direct und auf dem nächsten Wege dem nächsten öffentlichen Gewässer zufließen soll.

Im Allgemeinen wird nun angenommen, wenn gleich die concreten Verhältnisse vielfach die grössten Abweichungen hiervon darbieten, dass die Menge der abzuleitenden Haus- und Wirtschaftswasser ohne das Wasser von Waterclosets 50—60^l, mit demselben 125—150^l pro Kopf und Tag beträgt, während der Berechnung der abzuleitenden Meteorwässer ein Regenfall zu Grunde gelegt wird, welcher bei mangelndem Abfluss die gesammte Grundfläche der Stadt in einer Stunde mit einer Wasserschicht von 25 mm Höhe bedecken würde. Weiter wird dann angenommen, dass von dieser Wassermenge nur die Hälfte den Kanälen zufliesst, während die andere Hälfte theils im Erdboden versickert, theils verdunstet, so dass also pro Hectare und Stunde $125 m^3 = 125,000 l$ von den Kanälen abzuleiten wären und endlich, dass von diesem Quantum $\frac{1}{3}$ aus den Kanälen selbst, $\frac{1}{3}$ aus den Nothauslässen ausfliesst und $\frac{1}{3}$ den Inhalt der Kanäle bildet.

Die Undurchlässigkeit der Kanalwandungen endlich ist die Grundbedingung, um den Boden resp. das Grundwasser vor Verunreinigung zu schützen und es werden daher bei der Anlage solcher Kanäle nach Möglichkeit nur solche Materialien verwandt, welche auch auf die Dauer den Einwirkungen des Kanalwassers und der Kanalluft Widerstand leisten können. Für die kleineren Kanäle werden jetzt fast

ausschliesslich gebrannte und glasierte Thonröhren mit Muffenverbindung, für die grösseren dagegen Mauerwerk aus hart gebrannten Ziegelsteinen in Cement angewendet, doch ist mit diesen Materialien zur Zeit eine dauernde Undurchlässigkeit der Kanalwandungen noch nicht erreicht.

Ebenso ist es auch bisher nicht möglich gewesen, Ablagerungen in den Kanälen vollständig zu verhüten; durch Reibung der in dem Kanalwasser schwimmenden Stoffe an den Wandungen, durch Ablagerungen von Sand u. dergl. schweren Körpern bildet sich allmählig einerseits eine die ganze Kanalwand bekleidende Schicht, hauptsächlich organischer Substanz, die sog. Sielhaut, andererseits namentlich an kleinen Unebenheiten, Hervorragungen an der Kanalsole eine Ansammlung von Sinkstoffen, welche, wenn dieselben nicht rechtzeitig beseitigt werden, sich mehr und mehr anhäufen. Diese Massen befinden sich in einer fortwährenden Zersetzung, deren gasförmige Producte sich der Kanalluft beimischen und zugleich bilden sie einen Nährboden, auf dem sich äusserst zahlreiche niedere Organismen verschiedenster Art, wie Algen, Pilze, Bacterien u. s. w. ansiedeln.

Diese mannigfachen Missstände machen bei jeder Kanalanlage verschiedene Einrichtungen nothwendig, um dieselben auf das geringste Maass zu beschränken resp. sie möglichst ganz zu beseitigen, so namentlich Einrichtungen, um die Masse der in die Kanäle eindringenden Sinkstoffe vorher abzufangen, um die Kanäle selbst reinigen zu können und endlich um die Kanalgase von dem Eindringen in die Häuser abzuhalten und sie, nachdem sie möglichst unschädlich gemacht sind, in die äussere Atmosphäre abzuleiten.

Dem ersten dieser genannten Zwecke dienen die mannigfachen Gitter und Siebe bei den Haus- und Strasseneinläufen, die Sand- und Schlammfänge u. dergl. m.; dem zweiten die Stau- und Spülvorrichtungen in den Kanälen (um grössere Wassermassen anzusammeln und durch den Stoss derselben abgelagerte Massen fortzureissen), die Lampenschachte (um Kanalstrecken beleuchten zu können), die Einsteigeschachte (um Menschen den Zugang zu den Kanälen möglich zu machen) u. s. w.; dem letzten endlich die verschiedenen Verschlussvorrichtungen an den Haus- und Strasseneinläufen (Glocken-, Syphonverschlüsse etc.), die Ventilationschachte, die Verbindung der Kanäle mit den Regenröhren der Häuser, die Anwendung von Kohlenfiltern, welche die Kanalluft passiren muss u. dergl. m.

An die Frage über die Ableitung des Kanalwassers schliesst sich aber auch hier die wichtige Frage über den Verbleib desselben. Früher glaubte man allerdings diese Massen alle unbedenklich den nächsten Stromläufen überantworten und sich so der ebenso lästigen wie gefährlichen Stoffe auf eine leichte und bequeme Art entledigen zu können; nachdem man aber mehr und mehr zu der Erkenntniss gedrängt worden ist, dass die Selbstreinigungskraft des Wassers eine sehr beschränkte ist und dass bei einem Ueberschreiten der Grenze Zustände geschaffen werden, wie sie die Themse bei London, die Seine bei Paris etc. darbieten, in denen das Wasser derselben allmählig zu einer Jaucheflüssigkeit geworden ist, welche die entsetzlichsten Ausdünstungen verbreitet und in der sich kein Fisch aufhalten kann, ist von der öffentlichen Gesundheitspflege die Forderung des Schutzes der öffentlichen Gewässer vor Verunreinigungen immer lauter und eindringlicher erhoben und betont worden. Namentlich in England sind, in Folge der durch die zunehmende Verunreinigung der Flüsse sich in immer steigendem Maasse fühlbar machenden Schädlichkeiten, sehr eingehende Untersuchungen über den Grad von Verunreinigung angestellt worden, welchen die den Flüssen zuzuleitenden Abwässer enthalten dürfen und diese haben zu den Forderungen geführt, dass keine Abwässer in die Flüsse abgelassen werden sollen, welche z. B. im Liter mehr als 30^{mg} suspendirte anorganische

oder 10^{mg} suspendirte organische Substanz oder mehr als 20^{mg} gelösten organischen Kohlenstoff oder 3^{mg} gelösten organischen Stickstoff u. s. w. enthalten.

Zu diesen von der öffentlichen Gesundheitspflege gestellten Forderungen gesellten sich noch die der Nationalökonomie und der Landwirthschaft, welche in dem Abschweben der Abfälle in die Flüsse eine Verschleuderung beträchtlicher Werthe erblickten und dem entsprechend eine Ausnutzung dieser Werthe verlangten, so dass sich alle die genannten Wissenschaften in dem Streben nach Reinigung der Abwässer, bevor dieselben den öffentlichen Gewässern zufließen, begeben.

Alle Verunreinigungen des Wassers sind aber in demselben enthalten entweder als gelöste, vom Wasser vollständig aufgenommene oder als ungelöste, suspendirte Körper, letztere wiederum, ihrem geringeren oder grösseren specifischen Gewichte nach als schwimmende (Schwimmstoffe) oder früher oder später zu Boden sinkende Stoffe (Sinkstoffe). Die Schwimmstoffe werden von dem Wasser eine Weile getragen und dann meistens an den Ufern der Gewässer abgelagert, die Sinkstoffe dagegen sinken auf den Boden der Gewässer und bilden hier eine schlammige Masse. Viele dieser Stoffe sind, wie bereits früher erwähnt, organischer Natur und diese verfallen auch im Wasser unter dem Einflusse der Lebensthätigkeit niederster Organismen und des im Wasser enthaltenen Sauerstoffes chemischen Umsetzungen, durch welche sie endlich mineralisirt werden, ein Process, der unter dem Namen der Selbstreinigung des Wassers bekannt ist. Diese geht aber verhältnissmässig langsam vor sich und kann noch mehr verlangsamt, ja selbst ganz aufgehoben werden durch alle Momente, welche die Lebensthätigkeit jener niedersten Organismen beschränken oder aufheben, so z. B. durch die Anwesenheit verschiedener scharfer chemischer Agentien (Fabrikabwässer), durch eine kühle Temperatur, durch zu grosse Concentration der Schmutzwasser u. dergl. m. Daher ist denn für jedes öffentliche Gewässer die ihm im Verhältniss zu seiner Wassermenge und Stromgeschwindigkeit zugeführte Menge von Abwasser, die Art desselben und seine Concentration von wesentlicher Bedeutung. Je grösser die Verdünnung der Schmutzwässer, je grösser die Stromgeschwindigkeit des Stromlaufes und die in demselben enthaltene Wassermasse, desto weniger gross dürften sich im Allgemeinen die sanitären Schädigungen des Gewässers gestalten. Es darf hierbei aber freilich nicht übersehen werden, dass es nicht oder wenigstens nicht ohne Weiteres zulässig ist, die Menge der zugeführten Abwässer in ein Verhältniss zu der ganzen Wassermasse des Stromlaufes zu bringen, da eine vollständige Vermischung der beiden Wässer erst nach langem Laufe erfolgt und auch die allerstärkste Verdünnung die gefährlichsten Verunreinigungen, die pathogenen Spaltpilze, nicht unschädlich macht oder vernichtet. Daher bedingt denn gerade die Einführung der Faecalien und speciell die der festen Excremente in die öffentlichen Gewässer die grösste Gefahr für dieselben und diese bildet einen der Hauptgründe, aus denen in neuerer Zeit namentlich auch in Deutschland die Einleitung der Kanalwässer in die Flüsse nicht mehr ohne vorgängige genügende Reinigung gestattet wird.

Eine solche Reinigung hat man bisher namentlich auf 3 Wegen zu erlangen gesucht, 1) durch Filtration der Abwässer, 2) durch Praecipitation derselben und 3) durch Berieselung des Bodens mit denselben.

Zur Filtration sind namentlich verschiedenartige Filteranlagen aus Sand, Kies, Kohle, und dergl. verwandt worden, ohne dass man jedoch wirklich nennenswerthe Erfolge erzielt hätte. Die im Wasser gelösten Bestandtheile gehen mehr oder weniger sämmtlich durch die Filter hindurch und nur die suspendirten Stoffe werden zurückgehalten; diese verstopfen aber sehr bald die Poren der Filter und machen dieselben in kurzer Zeit unbrauchbar, so dass bei der Massenhaftigkeit des zu filtrirenden Materials sich ganz enorm ausgedehnte Anlagen als nothwendig erweisen.

Eine in neuerer Zeit vielfach empfohlene und in Plötzensee in grösserem Maassstabe versuchte Filtrationsmethode besteht in der Anwendung von Torf als Filtermaterial, bei der allerdings neben der mechanischen, auch die chemische Wirksamkeit des Torfes in Betracht kommt. Von der einen Seite sehr warm empfohlen, wird diese Methode von der anderen Seite heftig angegriffen und der in Plötzensee angestellte Versuch als durchaus misslungen bezeichnet, so dass zur Zeit ein bestimmtes Urtheil über die Wirksamkeit dieser Methode noch nicht gewonnen werden kann.

Grössere Erfolge hat die Methode der Praecipitation, des Zusatzes verschiedener chemisch wirkender Agentien mit nachherigem Absetzen-lassen des sich bildenden Niederschlages aufzuweisen. Durch die zugesetzten Chemikalien werden die suspendirten Stoffe fast alle, die gelösten wenigstens zum Theil niedergeschlagen und dieser Niederschlag senkt sich dann bei Verlangsamung der Strömung des Kanalwassers oder völliger Ruhe desselben allmählig zu Boden. Das geklärte Wasser wird dann in den nächsten Stromlauf abgelassen, der Niederschlag dagegen als Düngungsmittel benutzt. Leider enthält letzterer aber grade von dem werthvollsten Bestandtheile der Verunreinigungen, dem Stickstoffe, nur geringe Quantitäten, da es bisher nicht gelungen ist, ein Mittel zu finden, welches das Ammoniak in grösserer Menge niederschlägt.

Als Zusätze, durch welche der Niederschlag bewirkt werden soll, sind sehr verschiedene Mischungen vorgeschlagen worden, bei allen bildet jedoch der Kalk einen Hauptbestandtheil. Namentlich sind folgende Methoden anzuführen, die eine weitere Verbreitung gefunden haben:

1. Das Süvernsche Verfahren, bei dem eine Mischung von Kalk, Magnesia und Steinkohlentheer benutzt wird;

2. Der A-B-C-Process, so benannt nach den Anfangsbuchstaben der Hauptbestandtheile: Alaun, Blut und Clay (Thon), denen aber noch Kalk, Kohle und verschiedene andere Stoffe hinzugefügt sind. Dieses Verfahren wird namentlich in England benutzt.

3. Das Friedrich'sche Verfahren, bei dem das Klärmittel aus Kalk, Carbonsäure, Thonerde und Eisenoxydhydrat besteht.

4. Das Verfahren in Frankfurt a./M. bei dem den Abwässern eine Mischung von Kalkmilch mit schwefelsaurer Thonerde zugesetzt werden soll (vgl. Bericht über Frankfurt a./M.)

Eine sehr sinnreiche Combination der beiden genannten Methoden ist das in neuester Zeit von Rückner-Rothe empfohlene Verfahren, das in mehreren Fabriken zur Reinigung der Fabrikabwässer, jetzt aber in der Stadt Essen an der Ruhr auch zur Reinigung der städtischen Abwässer benutzt wird (vgl. Bericht über Essen.)

Die Berieselung endlich ist im Wesentlichen ebenfalls eine Combination der beiden im Vorhergehenden genannten Methoden, indem der Erdboden die Abwässer filtrirt und zugleich chemisch auf dieselben einwirkt; es tritt hier aber noch ein und zwar sehr wichtiger Factor hinzu, die Lebensthätigkeit der im Boden enthaltenen Microorganismen, durch welche die organischen Stoffe allmählig mineralisirt und in Verbindungen übergeführt werden, die theils sich dem Boden assimiliren und als Pflanzennährstoffe dienen, theils von dem durchsickernden Wasser aufgenommen, dem Grundwasser zugeführt und von diesem allmählich fortgeschwemmt werden.

Diese Wirksamkeit des Bodens ist aber, wie bereits erwähnt, eine beschränkte; wird demselben zu viel Abfallmasse zugeführt, so wird sein Filtrationsvermögen sowol, als seine chemische Wirksamkeit bald erschöpft, auch das organische Leben erlischt und der Boden versumpft. Die Grösse des erforderlichen Riesellandes bildet daher hier eine wichtige Frage, deren Beantwortung aber wiederum wesentlich von der Zusammensetzung des zu reinigenden Kanalwassers abhängt. Im Allgemeinen

ist das letztere reich an Stickstoff, überreich an Kochsalz und einem äusserst feinen, aus Sand, Thon, Eisen, Kalk, Papierfasern, microscopischen Organismen und dgl. m. bestehenden Schlamm, verhältnissmässig arm dagegen an Phosphorsäure, so dass, um eine rasche Verstopfung der Poren des Bodens und eine Ueberlastung des Bodens mit Stickstoff zu verhüten, jedenfalls grosse Landflächen erforderlich sind. Im Allgemeinen wird gegenwärtig 1 Hectare (= 0,91 Dessätine = 2,69 Lofstellen) Rieselland als nothwendig zur Reinigung des von 2—300 Einw. gelieferten Kanalwassers angenommen, diese Fläche jedoch von Einzelnen noch als zu gering und als höchstens für die Abwässer von 100 Einwohnern genügend betrachtet, von Anderen dagegen als zu gross und als genügend für 500 und mehr Einwohner angesehen.

In jedem Falle aber dürften solche Landflächen an und für sich in nächster Nähe einer Stadt schwer zu beschaffen sein und wenn sie zu beschaffen sind, einen zu grossen Kostenaufwand erfordern, so dass es meist erforderlich sein wird, die erforderlichen Bodenflächen in weiterer Entfernung von der Stadt zu suchen, was allerdings auch aus dem Grunde geboten erscheint, um etwaige üble Ausdünstungen von der Stadt fern zu halten. Bei grösseren Städten werden solche Anlagen möglichst in verschiedenen Gegenden, immer aber so anzulegen sein, dass der Grundwasserstrom von den Rieselfeldern nicht der Stadt zugewendet ist.

Da endlich eine Stadt in den seltensten Fällen so günstig gelegen sein dürfte, dass das Kanalwasser durch natürliches Gefälle zu den Rieselanlagen geleitet werden kann, wie z. B. in Edinburg, so werden in der Regel besondere Pumpstationen erforderlich sein, welche das Kanalwasser heben und durch besondere Leitungen nach den Rieselanlagen pressen.

Was nun die Rieselanlagen selbst betrifft, so ist zunächst nicht jeder Boden für dieselben gleich geeignet, ein schwerer Lehmboden lässt das Wasser zu langsam durch, ein leichter Sandboden dagegen zu rasch und daher zu wenig gereinigt, ein mittelschwerer, lockerer Boden mit etwas Kalk — aber ohne Eisengehalt scheint der geeignetste zu sein.

Ferner ist die Wahl der zum Anbau geeignetsten Pflanzen eine bisher noch recht schwierige; bei dem grossen Reichthume des Kanalwassers an Stickstoff und Kochsalz werden vorzugsweise Pflanzen zu wählen sein, welche diese Nährstoffe in besonders hohem Grade bedürfen, wogegen der Anbau solcher Pflanzen, die mehr Phosphorsäure erfordern, wie z. B. die Körnerfrüchte, mehr oder weniger zu beschränken sein wird. Bei allen Pflanzen ist aber darauf Rücksicht zu nehmen, dass sie eine reiche Bewässerung gut vertragen.

Von grosser Wichtigkeit sind weiter die Vorkehrungen zur Ableitung der zugeführten Wassermassen nach ihrem Durchgange durch den Boden. Selbst bei sehr durchlässigem Boden tritt in Folge des ungemein langsam erfolgenden Grundwasserabstromes rasch eine stetig zunehmende Erhöhung des Grundwasserstandes ein, so dass selbst bei einem solchen Boden eine künstliche Ableitung des zugeführten Kanalwassers, eine Drainage nothwendig ist. Je weniger durchlässig der Boden ist, desto näher an einander müssen die Drainageröhren gelegt werden, bis endlich eine doppelte, eine Oberflächen- und eine Tief-Drainage nothwendig wird.

Endlich sind auch die klimatischen Verhältnisse von Bedeutung. In allen Klimaten, in denen die Winterkälte den Boden zum Gefrieren bringt und damit ein Durchsickern des Wassers verhindert und ebenso auch die Lebensthätigkeit der ganzen hier in Betracht kommenden Organismenwelt aufhebt, ist selbstverständlich eine Winterberieselung unmöglich und es muss daher besondere Vorsorge getroffen werden, um das Kanalwasser während dieser Zeit unterzubringen. Vorzugsweise hat man sich zu diesem Zwecke der sog. Einstaubassins bedient, grosser in dem Erdboden angelegter Bassins, in die mit dem Beginne des Frostes, also bevor der Boden dieser

Bassins gefroren ist, das Kanalwasser hineingelassen wird, das dann den ganzen Winter über durchsickert. Dass hierbei aber keine genügende Reinigung des Kanalwassers erzielt und dem entsprechend das Grundwasser auf weite Entfernungen verdorben wird, ist klar und ebenso, dass in einer zu früh eintretenden Verschlammlung des Bassinbodens, welche dann ein weiteres Durchsickern des beständig zuströmenden Kanalwassers nicht mehr gestattet, eine grosse Gefahr liegt, welcher durch alternirende Benutzung mehrerer solcher Bassins vorzubeugen sein wird.

Zu allen diesen Momenten, welche bei der Errichtung von Rieselwirthschaften auf das Sorgfältigste erwogen werden müssen, treten noch eine Reihe anderer, die nicht minder genaue Berücksichtigung erfordern, so z. B.: das Anbau-System (Hängbau-, Furchen-, Beeten-System) und die davon abhängige Oberflächengestaltung (Aptirung) des Riesellandes; die Anlage guter und genügender Wege zum Gute ebenso wie die solcher Wege auf dem Gute selbst; die Beschaffung eines zuverlässigen Arbeiterpersonales, dessen eine Rieselwirthschaft in erheblich grösserer Zahl bedarf als jeder andere landwirthschaftliche Betrieb, ein Umstand, der daher auch ganz wesentlich auf die jährlichen Betriebskosten einer solchen Anlage influirt; die Möglichkeit des Absatzes für die zu gewinnenden landwirthschaftlichen Producte u. s. w.

Die Rieselwirthschaft ist eben, wie die Erfahrung jetzt gelehrt hat, eine von jeder der bisher geübten Methoden der Landwirthschaft abweichende Wirthschaftsmethode, die ein Handeln nach ganz anderen Principien erfordert. Wenn nun auch gegenwärtig diese Principien, wenigstens zum grössten Theil erkannt sein dürften, so sind dieselben und alle die mannigfachen dabei in Frage kommenden Bedingungen doch noch lange nicht genügend erforscht und der praktischen Ausführung stellen sich noch immer grosse und viele Schwierigkeiten entgegen. Daher ist es denn auch sehr begreiflich, dass Varrentrapp, der bekannte Begründer der Frankfurter Schwemmkanalisation im Mai 1883 in der Versammlung der deutschen Gesellschaft für öffentliche Gesundheitspflege, selbst in Bezug auf die beste derartige Anlage in der Welt, die in Osdorf- und Friederikenhof bei Berlin sagte, man befinde sich erst am Anfange des Experimentes und man könne in Betreff des leichten und sicheren Erfolges der Rieselanlagen nicht mehr den hoffnungsvollen Standpunkt einnehmen, der nach den ersten kleinen Versuchen in England und den etwas veränderten Versuchen in Gennevilliers wol berechtigt gewesen sei.

Diesen Besonderheiten der Rieselwirthschaft und ihren praktischen Schwierigkeiten entsprechend, sind denn auch die finanziellen Ergebnisse der Rieselwirthschaft bisher keine guten; nach den uns in Berlin gewordenen Mittheilungen tragen die erwähnten Rieselgüter Osdorf und Friederikenhof zur Zeit 1—1½ % und wenn auch eine Steigerung dieses Ertrages mit Recht erhofft werden kann, so dürfte der Ertrag doch 3 % wol nicht übersteigen.

(Vergleiche die Städteberichte über Hamburg, London, Frankfurt am Main, Essen und Berlin.)

III. Die Trennungs-Systeme.

Den Trennungs-Systemen liegt, wie das schon der Name anzeigt, das Princip zu Grunde, die verschiedenen Abfallstoffe, wie sie gesondert entstehen, auch möglichst gesondert zu entfernen, so dass diese Systeme den strikten Gegensatz zu dem Schwemmsysteme bilden, welches die verschiedenen Abfallstoffe, so weit als irgend möglich in den Kanälen zu vereinigen und gemeinsam in denselben abzuschwemmen sucht. Die Gründe für diese Trennung sind theils sanitärer, theils finanzieller Natur. In sanitärer Beziehung befürchtet man bekanntlich, dass die mit den Faecalien in die Kanäle gelangenden pathogenen Microorganismen sich hier

bei den vorhandenen günstigen Bedingungen in üppigster Weise entwickeln und durch die Kanäle über die ganze Stadt resp. auch auf etwaige Rieselanlagen verbreitet werden und ferner, dass die aus den Kanälen austretenden Kanalgase einen deletären Einfluss auf die Menschen ausüben. Diese Gefahren sollen denn durch eine Trennung der Faecalien von den übrigen Abfallstoffen und eine getrennte Ableitung derselben in einem allseitig geschlossenen Röhrensystem resp. eine nachherige, sie vollständig unschädlich machende Bearbeitung ganz ausgeschlossen werden.

In finanzieller Beziehung sind mehrfache Erwägungen maassgebend gewesen. Bei dem Kanalisationssysteme bedingen die meteorischen Niederschläge in erster Reihe die bedeutenden Dimensionen der Kanäle und dadurch die hohen Anlagekosten des Systemes, bei getrennter Ableitung dieser Wässer kann dagegen das Stadtgebiet in eine grössere Zahl kleiner Entwässerungsgebiete zerlegt werden, in denen sich die Gefällverhältnisse meist günstiger gestalten lassen, so dass dadurch eine Ausführung der Kanäle in erheblich geringeren Dimensionen ermöglicht wird; ferner lassen sich bei Ausschluss der Meteorwässer die sowol in der Anlage als auch im Betriebe theuren Pumpanlagen beträchtlich reduciren; endlich müssen beim Schwemmsystem die künstlich vereinigten Abfallmassen wieder künstlich getrennt werden, während bei den Trennungs-Systemen die verschiedenen Arten der Abfälle von vorn herein getrennt erhalten und dann sofort, je nach ihrer Art, auch ohne Weiteres verschieden behandelt werden können, so dass ein Theil derselben, wie z. B. das Grundwasser, das Condensationswasser aus Fabriken, das Wasser aus Fontainen (welche letztere jetzt auch in Berlin mehr und mehr von den allgemeinen Kanälen ausgeschlossen werden) u. drgl. m. als reine Wässer direct in die öffentlichen Stromläufe abgelassen werden dürfen.

Je nachdem die einen oder die anderen der soeben angeführten Motive in erster Linie maassgebend gewesen sind, ist dann auch der Aufbau der dieser Gruppe angehörenden Systeme ein etwas verschiedener. Bei den einen wird dem entsprechend auf ein ganz gesondertes Röhrennetz für die Faecalien das Hauptgewicht gelegt, während die Haus- und Wirthschaftswässer entweder ebenfalls für sich allein oder, wenn die Verhältnisse eine unterirdische Ableitung der Meteorwässer erfordern, mit diesen vereinigt in einem zweiten Kanalsystem und das Grundwasser endlich in einem dritten, einem besonderen Drainsystem abgeleitet werden. Nach diesen Principien ist namentlich das Liernur'sche Differencirsystem und das Berlier'sche System construirt.

Bei den anderen Systemen wird dagegen vor Allem das Meteorwasser getrennt behandelt und entweder in offenen Rinnsteinen oder einem besonderen Kanalsystem abgeleitet, während die Faecalien mit den Hauswässern vereinigt, einem zweiten Röhrensystem und das Grundwasser besonderen Drainröhren zur Ableitung überwiesen werden, so das Shone-System und das Separate-System.

1. Das Liernur'sche Differencir-System.

Dasselbe ist das älteste unter den Trennungs-Systemen, dessen Besonderheiten hauptsächlich in dem Faecalrohrnetz und der Anwendung verdünnter Luft zur Bewegung der Faecalien in dem Rohrnetze bestehen. Von dem ganzen System ist bisher auch nur dieser Theil, die Faecalleitung zur Ausführung gebracht und zwar in kleinem Maasstabe in einigen Kasernen in Prag (1868) Olmütz, Petersburg, sowie in dem Landkrankenhouse in Hanau, in grösserem Maasstabe als städtische Anlage in Leiden, Dortrecht und vor Allem in Amsterdam, die übrigen Theile des Systemes dagegen, die Leitung für die Haus- und Meteorwässer und die Drainanlage nicht.

Für die Faecalleitung wird das ganze Stadtgebiet in Bezirke von, je nach den localen Verhältnissen, verschiedener Grösse getheilt, deren jeder an einem bestimmten

Punkte einen eisernen luftdichten Behälter, das Bezirks- oder Strassenreservoir erhält, das gewöhnlich an dem Kreuzungspunkte einiger Hauptstrassen unter das Pflaster verlegt wird. Von diesen Reservoirs gehen dann einerseits die Haupt- oder Strassenröhren ab, an welche sich die Seiten- und Hausröhren anschliessen, welche letztere in die Häuser eintreten und hier mit den Aborttrichtern, resp. den Küchenausgüssen fest verbunden sind, wobei sowol vor dem Eintritte in die Häuser, als auch vor der Verbindung mit dem Aborttrichter je ein Syphon, der Haus- resp. Abortsyphon angebracht ist; andererseits hängen die Reservoirs durch kurze Verbindungsrohren mit den sog. Magistralröhren zusammen, Röhren von grösserer Dimension, welche zu der Centralstation führen und hier in einem grossen geschlossenen Bassin, dem Centralreservoir münden. Durch eine in der Centralstation befindliche und mit dem Centralreservoir verbundene Luftpumpe wird nun beim Betriebe in diesem Reservoir und der Magistralleitung eine Luftverdünnung von c. $\frac{3}{4}$ Vacuum erzeugt, die durch Oeffnen und Schliessen von Hähnen, welche sich beim Bezirksreservoir, einerseits in dem Verbindungsstück mit dem Magistralrohr, andererseits in jedem Hauptrohre befinden, zunächst auf das Bezirksreservoir selbst und dann auf die Haupt-, Seiten- und Strassenröhren übertragen wird. So wie letzteres geschehen ist, stürzt die atmosphärische Luft in die Abortsyphons ein und drängt die hier und in den Röhren enthaltenen Faecalien zunächst in die Bezirksreservoirs und von hier aus in das Centralreservoir.

Um ein gutes Functioniren des Systemes zu sichern, Betriebsstörungen möglichst auszuschliessen oder, falls solche vorgekommen, rasch beseitigen zu können u. s. w. sind mannigfache Einrichtungen getroffen auf die an dieser Stelle nur hingewiesen werden kann, so z. B. die Gefällbrüche in dem Rohrsystem; die verschiedenen Closete (pneumatisches, Wasser-, Sicherheitscloset); die Verbindungen mit den Küchenausgussbecken, um die auf den Sieben der letzteren verbleibenden festen Stoffe ebenfalls in die Faecalleitung hineinzusaugen; die Ventilationsröhren, die Einrichtungen, um die Hähne bei den Bezirksreservoirs von der Centralstation aus öffnen und schliessen zu können u. dgl. m.

An diese Faecalienleitung soll sich endlich noch, als wesentlicher ergänzender Bestandtheil dieser Abtheilung des ganzen Systemes eine Poudrettefabrik anschliessen, die aber nur bei grossen städtischen Anlagen ausgeführt werden kann, weil nur hier die genügende Menge von Faecalien vorhanden ist, um die Poudretteproduction auch lohnend zu machen; bei kleineren Anlagen müssen die Faecalien aus dem Centralreservoir in grosse Latrinentonnen übergefüllt und nach dem üblichen Sammelplatze der Faecalien abgefahren werden. In der Poudrettefabrik sollen die Faecalien mittelst Vacuumapparate à triple effet, wie sie in den Zuckersiedereien gebraucht werden, in ein trocknes streubares Düngerpulver umgewandelt werden, so dass also die in den Häusern producirten Faecalien nicht nur sogleich in ein vollkommen geschlossenes Röhrensystem gelangen, in dem sie der Berührung mit der Luft und dem Boden vollständig entzogen sind, sondern auch das System erst verlassen, nachdem sie durch die Einwirkung hoher Temperaturgrade vollkommen unschädlich gemacht worden sind.

Zu erwähnen ist noch, dass sowohl die bei dieser Fabrikation entwickelten Gase als auch die von der Luftpumpe aus dem Centralreservoir ausgesogene Luft unter die Kesselfeuerung geleitet und in dieser verbrannt wird. (Vergl. Bericht von Amsterdam.)

Der zweite Theil des ganzen Systemes, die Kanalanlage für das Hauswasser, soll selbst da, wo das Meteorwasser mit durch diese Röhren abgeleitet werden muss, fast ausschliesslich aus glasirten Thonröhren bestehen, weil in Folge der Eintheilung des Stadtgebietes in kleine Entwässerungsbezirke lange Leitungen mit immer grösser werdenden Dimensionen mehr oder weniger ganz in Wegfall kommen können. Zur

Beschleunigung der Stromgeschwindigkeit in diesen Röhren sollen besondere Apparate, die Injectore dienen, zur Besichtigung bestimmter Rohrstrecken die Inspectionsröhren, zum Abhalten gröberer Verunreinigungen Abseihvorrichtungen, welche sowohl an den Einfallschächten auf den Strassen als auch an den Ausgussbecken in den Küchen anzubringen sind, zur Reinigung der Abwässer selbst Coaksfilter, welche an den Mündungsstellen der Kanäle liegen sollen u. s. w.

Dieses ganze Kanalsystem soll möglichst in eine solche Tiefe verlegt werden, dass es beständig vom Grundwasser umspült wird, während der 3te Theil des Systemes, die Drainanlage nur so tief zu liegen kommen soll, als der Boden, den localen Ermittlungen zu Folge, beim tiefsten Grundwasserstande austrocknet, so dass der Grundwasserspiegel dann stets auf dieser Höhe erhalten bleibt. Dieser Theil des Systemes besteht aus porösen Thonröhren, welche vielfach unter einander und durch senkrechte Rohrstücke, sog. Sturzröhren, mit den Hauswasserkanälen verbunden sind, denen sie somit das Grundwasser zur allendlichen Ableitung zuführen sollen.

2. Das Berlier'sche pneumatische System¹⁾

beruht im Wesentlichen auf denselben Principien, wie das Liernur'sche Differencirsystem, indem es gleich diesem, die Ableitung der Faecalien einem gesonderten eisernen Röhrensystem zuweist und die Bewegung der Massen in diesem System ebenfalls durch Erzeugung einer Luftverdünnung in den Röhren bewirkt. In der Centralstation befindet sich eine Luftpumpe, durch die in dem Centralreservoir ein Vacuum erzeugt wird, welches sich auf das ganze Röhrennetz bis zu den einzelnen Häusern hin überträgt. Hier aber, in dem Souterrain eines jeden Hauses befinden sich 2 eigenartige Apparate, der sog. Recepteur und der Evacuateur, die Besonderheiten dieses Systemes bilden.

Der Recepteur oder Aufnahmeapparat ist ein viereckiger Kasten aus Gusseisen mit einer hermetisch schliessenden Thür, in den von oben her das Fallrohr des Hauses eintritt, während er unten an einer Seite durch ein besonderes Rohr mit dem zweiten Apparate direct verbunden ist. Im Innern dieses Apparates befindet sich ein Korb aus Drathgeflecht mit circa 4 cm weiten Maschen, der durch eine Kurbel von aussen in eine rasche rotirende Bewegung versetzt werden kann und der alle grösseren festen Körper, welche durch das Fallrohr in ihn hineingelangen und Verstopfungen in dem Rohrsystem veranlassen könnten, zurückhält, wogegen die Faecalien mit allen kleineren Körpern, die keine Gefahr der Verstopfung in den Röhren bedingen, durch die Maschen hindurchtreten können.

Der zweite Apparat, der Evacuateur oder Entleerungsapparat besteht aus einem cylindrisch geformten eisernen Behälter, von dessen unterem Ende ein Rohr zur Verbindung mit dem allgemeinen Rohrnetze abgeht, welches durch eine Kautschukugel geschlossen wird, die mit einem in den Cylinder hineinragenden Schwimmer verbunden ist.

Die in den ersten Apparat durch das Fallrohr hineingelangenden Massen gehen durch das offene Verbindungsrohr auch sogleich in den zweiten Apparat über, so dass die Massen in beiden Apparaten immer einen gleich hohen Stand einnehmen. Erreicht die Masse nun die Höhe des Schwimmers, so wird dieser und mit ihm die das Abflussrohr schliessende Kugel gehoben und der Inhalt durch den Druck der atmosphärischen Luft in das allgemeine Rohrnetz, in dem beständig ein luftverdünnter Raum unterhalten wird, getrieben. Damit sinkt der Schwimmer wieder herab, die Gummikugel schliesst das Abflussrohr und die Anfüllung der Apparate

¹⁾ C. O. Schubarth: Berlier's pneumatisches System. Berlin 1883.

kann von Neuem beginnen. Der ganze Apparat wirkt somit automatisch und nur der Korb in dem Aufnahmeapparat muss etwa alle 8 Tage in Bewegung gesetzt werden um alle kleineren und löslichen Gegenstände, welche sich etwa in demselben befinden sollten, durch die Centrifugalkraft herauszuschleudern. Zur Entfernung grösserer Körper muss dagegen die Thüre des Apparates geöffnet und der Korb herausgehoben werden.

Die in das allgemeine Rohrnetz gelangten Faecalien werden durch den Luftdruck in die Centralstation gepresst und können von hier aus durch ein weiteres Rohr nach jedem beliebigen Orte (Poudrettefabrik) befördert werden.

Das System ist von seinem Erfinder, dem Civilingenieur J. B. Berlier zuerst in Lyon 1880 und sodann in Paris für eine von circa 1000 Mann bewohnte Kaserne nebst einigen angrenzenden Privathäusern (1882) eingerichtet worden und durch dasselbe werden die Faecalien in der ersterwähnten Stadt auf 4 *km*, in der letztgenannten auf 5 *km* Entfernung fortgeschafft, ohne dass aber bisher hier eine Verarbeitung der Faecalien in Aussicht genommen wäre.

3. Das Separate-System¹⁾,

das zuerst in einigen kleinen Städten Englands und dann in grösserem Umfange von dem Ingenieur G. E. Waring in Memphis am Mississippi in Nordamerika ausgeführt worden ist, soll in erster Linie die hohen Anlage- und Betriebskosten der Schwemmkanalisation vermeiden. Da man die Ursachen dieser vornehmlich den grossen Dimensionen der Kanäle, welche durch die Aufnahme der meteorischen Niederschläge in dieselben bedingt sind und den Maassnahmen zuschreiben zu müssen glaubt, welche die später nothwendige Abscheidung dieser Wässer erfordern, so wird bei diesem System vor allen Dingen eine gesonderte Ableitung der Meteorwässer gefordert. Diese werden dann, soweit das irgend möglich, durch offene Rinnsteine abgeleitet; wo der Strassenverkehr oder sonstige Verhältnisse das jedoch nicht gestatten, zwar auch einer unterirdischen Kanalanlage zugewiesen, diese letztere aber, durch Eintheilung des Stadtgebietes in zahlreiche kleine Entwässerungsgebiete, welche die möglichst beste Ausnutzung der localen Gefällverhältnisse und dadurch möglichst geringe Dimensionen der Kanäle gestatten, fast ausschliesslich aus Thonröhren hergestellt. Zugleich werden diese Kanäle auf den kürzesten Wegen den nächsten Stromläufen zugeführt und dadurch die kostspieligen Pumpanlagen, wenn nicht ganz vermieden, so doch überaus beschränkt.

Die zweite Abtheilung dieses Systems, das zur Aufnahme und Ableitung der Hauswässer und Faecalien gemeinsam bestimmte Kanalnetz, kann ebenfalls bei dem so sehr viel geringeren Quantum der abzuleitenden Abwässer in geringen Dimensionen gehalten und daher fast oder ganz ausschliesslich aus Thonröhren hergestellt werden. In Memphis z. B. haben, bei einer Annahme von 60,000 Einwohnern die Hausröhren eine Weite von 10 *cm*, die Strassenröhren eine solche von 15—37 *cm* und der gemeinsame Auslasskanal endlich eine Dimension von 50 *cm* = circa 1,6 Fuss englisch erhalten. Die Hausröhren münden direct, ohne Syphons in die Strassenröhren, sind dafür aber überall in der gleichen Weite von 10 *cm* in jedem Hause über das Dach hinausgeführt, so dass sie in Gemeinschaft mit vertikalen Röhren, welche jedem Seitenkanal kurz vor seiner Einmündung in den Sammelkanal angesetzt sind, eine äusserst kräftige Ventilation des gesammten Kanalsystems bewirken.

Eine tägliche kräftige Spülung dieser Kanäle wird durch besondere, nur zu diesem Zwecke angelegte Spülreservoirs bewirkt, welche sich an allen todten Enden dieses Kanalsystems befinden. In Memphis waren im Jahre 1881, 150 solcher

¹⁾ Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege 1883, pag. 317.

Reservoirs vorhanden, welche aus gemauerten Kammern bestehen, die ein bestimmtes grösseres Wasserquantum (in Memphis 45 m³) aufnehmen können, das ihnen durch ein Rohr der Wasserleitung in 24 Stunden zufliesst und dann, wenn das Wasser die Höhe des Abflussrohres erreicht hat, in wenigen Minuten durch dieses in die Kanäle abströmt.

Der Inhalt dieser Kanäle wird in Memphis vorläufig, ebenso wie das Meteorwasser direct in den Fluss abgelassen, doch muss auch hier, wie bei jedem anderen System, selbstverständlich irgend eines der früher erwähnten Verfahren angeschlossen werden, durch welches diese Abwässer vorher gereinigt werden. Sollten zu diesem Zwecke Pumpanlagen u. dergl. nothwendig sein, so haben diese doch nur Quantitäten zu befördern, welche, je nach den localen Verhältnissen $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{30}$ der einer gleichen Schwemmkanalisationsanlage betragen und werden dem entsprechend geringere Kosten erfordern.

Das Grundwasser endlich wird auch hier, wie bei den anderen Systemen von besonderen Drainröhren aufgenommen und von diesen den nächsten Stromläufen zugeführt.

4. Das Shone-System¹⁾

beruht auf denselben Principien, wie das Separate-System und besitzt dem entsprechend auch 3 gesonderte Leitungen, eine für das Regenwasser, eine für das Grundwasser und eine für das Haus- und Closetwasser. Die beiden ersteren sind in gleicher Weise angelegt wie bei dem Separate-System, die letztere dagegen besitzt einige Eigenthümlichkeiten, die namentlich in der Anwendung besonderer Apparate, der sog. Ejectore und der Verwendung comprimierter Luft als Triebkraft für die Abwässer bestehen.

Auch hier wird das Stadtgebiet in eine sich nach den localen Verhältnissen richtende Zahl kleiner Entwässerungsgebiete getheilt, jedes dieser Gebiete erhält aber an seinem tiefsten Punkte einen Sammelpunkt, an dem eben der vorher genannte Apparat, der Ejector, aufgestellt wird. Derselbe befindet sich in einer gemauerten leicht zugänglichen Kammer und besteht aus einem eisernen Behälter von kugliger oder cylindrischer oder sonst passender Gestalt, der in seiner unteren Fläche eine Oeffnung besitzt, welche in das Abflussrohr, das sog. Steigerrohr führt, während seitlich ein anderes Rohr, das Fallrohr und an der oberen Fläche endlich ein drittes Rohr, das Luftrohr in den Apparat mündet, von denen das letztere zur Zuleitung der comprimierten Luft, das Fallrohr zur Zuleitung der Abwässer zu dem Apparate, das Steigrohr zur Ableitung der Abwässer aus dem Apparate dienen. Fallrohr sowie Steigrohr werden durch Kugelventile automatisch geöffnet und geschlossen. Das Haus- und Closetwasser aus den Gebäuden eines Bezirkes fliesst nun zunächst durch die Hausröhren den Strassenröhren zu und gelangt aus diesen durch die sich senkrecht von ihnen abzweigenden Fallröhren, indem es das betreffende Kugelventil hebt, in den Ejector, diesen allmählig mehr und mehr anfüllend. Ist derselbe dann vollständig gefüllt, so wird durch den Druck der Abwässer ein Hebelwerk in Bewegung gesetzt, welches einen kleinen, das Luftrohr geschlossen haltenden Schieber entfernt, so dass nun die comprimierte Luft, welche in einer besonderen Maschinenanlage erzeugt und in den Luftröhren beständig enthalten ist, in den Ejector treten kann und den Inhalt derselben durch das Steigerrohr hinaustreibt. Mit dem Fallen der Flüssigkeitsmenge in dem Ejector

¹⁾ 1. Gesundheits-Ingenieur 1883 p. 166. 2. M. Knauff, die Mängel der Schwemmkanalisation gegenüber dem Shone-System mit Hinblick auf die Kanalisation der Stadt Berlin. Berlin 1884. 3. M. Knauff, Entwurf zur Kanalisation der Residenzstadt Potsdam nach dem Shone-System nebst Vorschlägen zur Reinigung die Spüljauche. Berlin 1885.

sinkt eine kleine in demselben befindliche Schaafe mehr und mehr herab, bis sie endlich durch ihr Gewicht den kleinen Schieber des Luftrohres wieder schliesst, worauf die Füllung des Ejectors von Neuem beginnen kann.

Aus dem Steigerrohr tritt der Inhalt der Ejectore in den sog. Sammler, einen Sammelkanal, welcher sämtliche Abwässer ihrem endlichen Bestimmungsorte zuführt, an dem sie entweder durch Berieselung oder Filtration oder chemische Fällung oder atmosphärische Oxydation gereinigt werden sollen. Letztere ist eine neue, von den Ingenieuren Shone, Donaldson und Ault vorgeschlagene Art der Reinigung, die darin besteht, dass die Abwässer zunächst in grössere Behälter geleitet werden, in denen sie sich nur langsam fortbewegen und dann durch Coaksfilter abfliessen, wobei sie theils durch Sedimentation, theils durch Filtration zunächst ihre suspendirten Stoffe verlieren. Nachdem die Abwässer die Coaksfilter passirt haben, gelangen sie auf durchlöchernte Eisenplatten, von denen sie, in feine Strahlen und Tropfen aufgelöst, 1^m hoch herabfallen, so dass ihnen Gelegenheit geboten ist, sich sehr innig mit atmosphärischer Luft zu mischen; hiernach einen Graben von 40^m Länge durchziehend, gelangen sie zu einem zweiten, dritten und vierten solchen künstlichen Wasserfalle, bei denen sie immer aufs Neue frische Luft aufnehmen, deren Sauerstoff dann die Oxydation der in den Abwässern gelösten Stoffe bewirken soll.

B.

II. Specieller Theil.

1. Leipzig.

Leipzig (ca. 150,000 Einw.) an dem Zusammenflusse der Elster, Pleisse und Perthe gelegen, wird seit dem Jahre 1866 durch eine neue Wasserleitung mit Quellwasser versorgt und besitzt ein Netz von grösstentheils gemauerten Kanälen, welches die Hauswässer und meteorischen Niederschläge aufnimmt und an zwei Stellen, die jedoch in nächster Zeit vereinigt werden sollen, dem Flusse zuführt. In diese Kanäle gelangen zur Zeit auch noch die Faecalien aus ca. 1260 Wasserclosets, jedoch sind diese letzteren nur auf Widerruf und unter ganz bestimmten Bedingungen der Anlage und Desinfection zeitweilig zugelassen. Unter diesen Bedingungen ist namentlich die Anlage von Klärgruben zu erwähnen, in welche die Faecalien hineingelangen und die stete Desinfection des Inhaltes derselben mit bestimmten Desinfectionsmitteln (Friedrich'sche Masse) bis zu stark alkalischer Reaction. Alle 4—8 Tage wird dann ein in der Grubenwand befindliches Ventil geöffnet, durch das die flüssige Masse in die Strassenkanäle abströmt, während der feste Bodensatz einmal jährlich von der Düngerexport-Gesellschaft geräumt wird.

Die meisten Häuser sind aber mit Abortgruben versehen, über deren Anlage, Grösse, Räume u. s. w. sehr genaue Vorschriften erlassen sind, deren Befolgung sehr genau controlirt wird. Die Gruben müssen möglichst wasserdicht construirt, mit gut schliessenden Deckeln versehen und leicht zugänglich sein, sie dürfen nicht mehr als 4—6 m^3 Inhalt fassen und müssen 4 mal jährlich bis auf den Grund geräumt werden, wobei Handarbeit nicht nothwendig wird. Die Räumung der Gruben, sowie die Abfuhr der Faecalien ist einer Gesellschaft, der Düngerexport-Gesellschaft übertragen, neben der zwar gegenwärtig noch eine zweite Gesellschaft existirt, der aber nur die Abfuhr einer bestimmten geringen Zahl von Cubikmeter im Jahre gestattet ist und die sich daher auch bereits in nächster Zeit auflösen wird. Von der Düngerexport-Gesellschaft wird die Räumung der Gruben mit Klotz'schen pneumatischen Maschinen und Tonnenwagen von 2 m^3 Inhalt vollzogen, doch werden neuerdings ähnliche Maschinen von Jauck in Leipzig bevorzugt, weil dieselben besser, kräftiger und leistungsfähiger sein sollen. Vermittelst dieser letzteren Maschine wurde ein Tonnenwagen von 2 m^3 Inhalt in 2 Minuten gefüllt, wobei selbst in nächster Nähe der Maschine und des Tonnenwagens durchaus keine üble Ausdünstungen wahrzunehmen waren, da die ausgesogenen Gase unter die Maschinenfeuerung geleitet und vollständig verbrannt wurden. Die Gesellschaft verfügt gegenwärtig über 50 Tonnenwagen und 62 Pferde mit denen täglich ca. 240 m^3 Latrininhalt entfernt werden. Die pneumatischen Maschinen werden von je einem Maschinisten und 2 Arbeitern bedient, denen die Fuhrknechte der Tonnenwagen beim Anlegen und Abnehmen der Schläuche zu helfen haben.

Die aus den Abortgruben entfernten Faecalien werden von den Landleuten in der Umgebung Leipzigs als Dünger benutzt, unter Umständen aber erst nach längerer Aufspeicherung. Zur Zeit der Düngung werden die Massen nämlich in den Latrinentonnen sogleich entweder direct auf's Land geführt oder zur Eisenbahnstation gebracht, hier in besondere eiserne Waggons, deren Obertheile der Düngerexport-Gesellschaft, deren Untertheile der Eisenbahn gehören, gepresst und auf weitere

Entfernungen hin verführt; zur Zeit aber, in der die Landleute keinen sofortigen Gebrauch von den Massen machen können, werden dieselben in zwei grosse $4\frac{1}{2}$ resp. 6 km ausserhalb der Stadt angelegte Bassins entleert und dort aufbewahrt, bis sie von den Landwirthen abgeholt werden.

Die beiden Bassins sind grosse gemauerte Behälter, welche von 1 m starken Wänden, einem ebensolchen Boden und einer gewölbten Decke umschlossen werden, zu $\frac{2}{3}$ unter- und $\frac{1}{3}$ oberirdisch angelegt sind und 1600 m^3 Inhalt umfassen. Die Massen in denselben werden vermitteltst Pumpen in die Wagen der Landleute übergeführt.

In jüngster Zeit haben sich diese Bassins aber als nicht mehr ausreichend erwiesen und es wird daher gegenwärtig ein drittes angelegt, jedoch unter wesentlich erleichterten Anlage-Bedingungen; namentlich darf die gewölbte Decke durch ein einfaches Pappdach ersetzt werden und das ganze Bassin braucht nicht mehr so sehr vertieft angelegt zu werden, so dass die anfahrenen Landleute mit ihren Wagen in eine tiefer gelegene Anfahrt hineinfahren und die Massen dann einfach durch einen an der tiefsten Stelle des Bassins angelegten Kanal direct in die Wagen der Leute abgelassen werden können.

Da jedoch die Aufspeicherung dieser Massen sowol, als die Düngung mit denselben immer erhebliche Schwierigkeiten mannigfacher Art mit sich bringt, so gedenkt die Düngerexport-Gesellschaft eine Poudrette-Fabrik anzulegen und steht gegenwärtig mit der Firma Buhl & Keller in Freiburg i/B. hierüber in Verhandlung. B.

2. Stuttgart.

Stuttgart hat nach der Zählung vom 1. Juli 1880 — 106,000 Einwohner. Die Stadt liegt in einem Thalkessel der vom Nesenbach durchflossen wird. Der Boden besteht zum grössten Theil aus Verwitterungsproducten des Keupermergels.

Das Gebrauchs- und Trinkwasser wird in einem täglichen Quantum von $4,100\text{ m}^3$ der Stadt zugeleitet, eine Vergrösserung des Wasserwerks mit einer täglichen Leistung von $20,000\text{ m}^3$ wird geplant.

Das Verbrauchswasser der Stadt wird durch ältere Kanäle in einer Gesamtlänge von 48 km und durch 16 km lange, nach neueren Methoden erbaute Kanäle, welche letztere einen Kostenaufwand von 1,286,000 Mark verursachten, dem Nesenbach zugeleitet. Der Nesenbach ergiesst sich 4 km unterhalb der Stadt in den Neckar. Der trockene Unrath der Haushaltungen, sowie der Strassenkehricht wird vom 1. April 1885 an durch drei Unternehmer (4 Bezirke) für einen Gesamtpreis von 89,700 Mark pro Jahr abgeführt. Ausserdem wird die Abfuhr der in den Kanälen sich ansammelnden Ablagerungen in eigener Regie der Stadtverwaltung ausgeführt. Die menschlichen Faecalstoffe werden seit dem 1. Juli 1873 in drei Bezirken, und seither auch im vierten Bezirk, in eigener Regie der Stadtverwaltung aus den Gruben gehoben, und den Landwirthen übermittlelt. Die Gruben werden in Zwischenräumen von vier zu vier Wochen regelmässig entleert, ohne dass eine besondere Anzeige der Hausbesitzer hierbei abgewartet wird. — Für den Cubikmeter abgeführte Masse ist eine Vergütung von 3 Mark 70 Pfg. zu entrichten. Dort, wo keine Gruben sondern Tonnen vorhanden sind, stellen sich die Abfuhrkosten $1\frac{1}{2}$ mal höher.

In Bezug auf die wasserdichte Herstellung der Abtrittsgruben bestehen sehr strenge Vorschriften. Die Gruben dürfen keinen grösseren Kubikinhalte als $\frac{3}{4}\text{ m}^3$ pro Familienwohnung haben. Die zur Entleerung der Gruben verwendeten Apparate sind von sehr einfacher Beschaffenheit. Aus den Gruben werden die Faecalien durch Handluftpumpen in Wagen mit vollständig geschlossenen hölzernen Tonnen gepumpt, wobei die entweichende Luft in einem kleinen Ofen verbrannt wird. Die Füllung einer Tonne beansprucht 5—6 Minuten. Die Stadtverwaltung besitzt 9 solcher

Pumpen mit den dazugehörigen Schlauchwagen. An Tonnenwagen zur Abfuhr der Stoffe sind 110 Stück vorhanden mit einem Fassungsraum von 1,300^l pro Stück. Diese Wagen fahren nun entweder direct aufs Land zu den Consumenten, oder dieselben werden nach dem Güterbahnhof dirigirt, wo ein Umladen der Stoffe in die Eisenbahnwaggons stattfindet.

Die zum Transport der Faecalien dienenden Eisenbahnwaggons sind gewöhnliche Plattformen, auf denen drei hölzerne Fässer von je 3000^l Inhalt fest angebracht sind. Die Plattformen gehören der Eisenbahnverwaltung, die Tonnen der Stadtgemeinde, und sind 28 Plattformen in dieser Weise hergerichtet worden.

Am 19./31. Juli 1885, einem heissen Sommertage, wurde das Umladen der Faecalien auf der Güterstation besichtigt und dabei constatirt, dass diese Operation in vollständig geruchloser Weise vollzogen wird, weshalb auch in neuerer Zeit dieses Umladen ausschliesslich auf dem Güterbahnhof stattfindet, während man früher glaubte einen ausserhalb der Stadt belegenen Platz hierfür anweisen zu müssen. Diese Operation wird dadurch ausgeführt, dass man die Tonne des Abfuhrwagens und die Tonne des Eisenbahnwagens mit einem Gummischlauch verbindet und alsdann durch eine Dampflluftpumpe von vier Pferdestärken Luft in die Tonne des Abfuhrwagens hineindrückt, wodurch die Faecalien in die Eisenbahntonnen im Verlauf einer Minute übertreten. Der bei der Dampfmaschine stationirte Maschinist macht auch die Notirungen für die Anzahl der aus der Stadt anlangenden Abfuhrwagen etc.

Im Jahre 1884 wurden von der städtischen Anstalt 57,625 m^3 Faecalstoffe abgeführt, von denen 16,341 m^3 direct per Achse auf die Felder der Markung Stuttgart und in der nächsten Nähe dieser Markung bis auf eine Entfernung von 5 km ohne Umfüllung transportirt wurden. In demselben Jahre wurden per Bahn 40,041 m^3 bis auf eine Entfernung von 88 km den Landwirthen übermittelt; nur 1,153 m^3 wurden zunächst in den Sammelgruben deponirt und alsdann von den Landwirthen gegen eine Gebühr abgeholt.

Von den drei wichtigsten Pflanzennährstoffen enthält der Stuttgarter Faecal-dünger auf 1000 ^l, 4,24 kg Stickstoff 1,84 kg Phosphorsäure und 1,69 kg Kali.

Nachfolgende Preise sind für den verkauften Dünger erzielt worden.

- 1) Für die Anfuhr eines Fasses von circa 1,3 m^3 Inhalt an das betreffende Grundstück des Landwirthes wurden je nach den Jahreszeiten, nach der Entfernung etc. auf der Gemarkung Stuttgart 1 Mark bis 7 Mark, auf fremden Markungen, 3 Mark bis 10 Mark entrichtet.
- 2) Für einen mit der Eisenbahn zugeführten Waggon von 9 m^3 Inhalt wurden ausser der Eisenbahnfracht, 6 Mark Expeditionsgebühr und 1 Mark Wagenmiete, je nach der Jahreszeit und Entfernung 6 Mark bis 17 Mark von den Abnehmern bezahlt.

Der Etat der städtischen Latrinen-Entleerungsanstalt pro 1885/86 stellt sich folgendermassen:

Einnahmen.

1) Gebühren für Entleerung der Latrinen	195,000 Mark
2) Erlös aus Dünger	126,000 "
3) Sonstige Einnahmen	300 "
	321,300 Mark.

Ausgaben.

1) Gehalt der Angestellten	20,856	Mark	50	Pfg.
2) Buchbinder, Druckkosten, Porto	750	"	—	"
3) Diäten und Reisekosten	400	"	—	"
4) Den Unternehmern für Stellung an Pferden für 300 Tage, 50 Paar Pferde täglich à 9 Mark 50 Pfg.	142,500	"	—	"
Diese Pferde stehen von 6—11 Uhr Vormittags und 1—7 Uhr Nachmittags zur Verfügung der Verwaltung.				
5) Für Eisenbahntransporte, Fracht und Wagenmiethe	47,960	"	—	"
6) Tagelohn	36,500	"	—	"
7) Ergänzung und Unterhaltung des Inventars	22,200	"	—	"
8) Verschiedene Betriebskosten	9,650	"	—	"
9) Erste Rate zur Deckung der Kosten der künftigen Verlegung des Latrinen- hofes	25,000	"	—	"
	305,816 Mark 50 Pfg.			

Der noch ungedeckte Aufwand für die Latrinen-Entleerungsanstalt betrug am 31. März 1884 — 432,878 Mark 58 Pfg.

Die günstigen Resultate die die Stuttgarter Stadtgemeinde mit der Verwerthung der städtischen Abfälle erzielt, sind zum grossen Theil auf den Umstand zurückzuführen, dass die Landwirthschaft in der Umgebung dieser Stadt auf einer sehr hohen Stufe steht und daher verhältnissmässig gute Preise für den Dünger bezahlt werden. Die Stadtverwaltung hat sich aber gerade durch die Organisation der Grubenentleerung in eigener Regie ein grosses Verdienst erworben.

Stadtverwaltungen, die die Beseitigung der Abfallstoffe nicht thatkräftig selbst in die Hand nehmen, sondern sich darauf beschränken mit Vorschriften und Reglements zu operiren, werden auf eine befriedigende Lösung dieser für den Gesundheitszustand der Stadt hochwichtigen Aufgabe verzichten müssen. Bei der Reinhaltung des Stadtgebietes, der Beseitigung fester und flüssiger Abfälle, sollte jede Stadtverwaltung die Unternehmer und Speculanten fernhalten.

Das beste Kriterium für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Verwaltung bleibt immer die öconomische Bewältigung grosser Aufgaben in eigener Regie.

A.

3. Braunschweig.*)

In Braunschweig (75,038 Einwohner) findet die Entwässerung der Häuser und Grundstücke durch zum grossen Theil nach älterer Methode construirte Canäle statt, die theils in die überwölbten Okerarme, theils in die, die Stadt concentrisch umgebenden Umfluthgräben ausmünden. Der Inhalt von 2500 Wasserclosets soll, ohne dass eine Erlaubniss hierzu besteht, auch in diese Wasserläufe gelangen. Der Gesundheitszustand in der Stadt wird nicht als günstig bezeichnet. — Im Jahre 1882 wurden auf Veranlassung der herzoglichen Polizeidirection 570 Brunnen chemisch untersucht, wobei es sich ergab, dass die meisten derselben schlechtes Trinkwasser lieferten und dass Boden und Grundwasser im hohen Grade sich verunreinigt zeigten.

*) Die Verwendung der Torfstreu von Dr. R. Blasius. — Torfstreu als Desinfections- und Düngemittel von Arthur Haupt. — Die Entfernung der städtischen Abfallstoffe aus der Stadt Braunschweig von Oberingenieur F. W. Reuter.

Von den Unterzeichneten wurde die Stadt Braunschweig besonders aufgesucht, weil man seit einiger Zeit hier bemüht ist, durch Verwendung von Torfstreu und Torfmull zur Desinfection der Gruben, einer weiteren Verunreinigung des Bodens und Grundwassers vorzubeugen. Da sich in der Umgebung von Riga ausgedehnte Torfmoore befinden, die für Torfstreu- und Torfmullfabrikation ein gutes Material liefern würden, so dürften die in Braunschweig auf diesem Gebiete getroffenen Einrichtungen und die erzielten Erfolge von Interesse sein.

In der Umgebung von Braunschweig wird der Spargelbau in sehr umfassender Weise betrieben und arbeiten ausserdem grosse Gärtnereien für die Conservfabriken in der Stadt, so dass für die Abnahme des Düngers ein verhältnissmässig günstiges Feld geschaffen ist.

Nördlich von Braunschweig, auf einer Entfernung von drei Meilen, befindet sich bei Gifhorn ein 5500^{ha} umfassendes Torfmoor, in dem der Torf in einer ca. 2½ m starken Schicht angetroffen wird. In drei Fabriken, der norddeutschen Torfmoorgesellschaft, der Fabrik von Gebrüder Schrader und in derjenigen von E. Meyer & Co., wird Torfmull und Torfstreu erzeugt. Der Torf wird zunächst auf dem Scheibenreisswolf oder dem Trommelreisswolf zerkleinert und zermahlt, und alsdann auf Schüttelsieben der feine Staub (Torfmull) von den längeren Fasern (Torfstreu) getrennt. Hierauf werden die beiden obengenannten Materialien gesondert in der Torfpresse in Ballen von 1,20 m Länge, 0,60 m Breite und 0,80 m Höhe gepresst, und für den Transport vorbereitet. Um Verluste während des Transportes zu vermeiden, werden die Kanten auch durch Holzlatten geschützt, die von rund um den Ballen gehenden Drahtbändern zusammengehalten werden.

Nach einigen von Dr. R. Blasius angeführten Analysen des Gifhorer Torfes enthält der Torfmull 20,98 % Feuchtigkeit, 5,07 % Asche und 73,95 % organische Substanzen, Torfstreu dagegen 19,55 % Feuchtigkeit, 1,95 % Asche und 78,50 % organische Substanzen. Ueber die Aufsaugungsfähigkeit wird nach übereinstimmenden Berichten angegeben, dass der Torf das achtfache seines Gewichtes an Feuchtigkeit aufzunehmen vermag. Zur Desinfection der Gruben wird Torfmull und Torfstreu in der Weise verwendet, dass zunächst auf dem Boden der leeren Grube eine Schicht von 6 cm Torfstreu ausgebreitet wird und alsdann, je nach der Quantität der in die Grube gelangenden Faecalien, in dem weiter unten näher bezeichneten Verhältniss Torfmull zugegeben wird. Das Hinzufügen von Torfmull geschieht entweder durch directes Einschütten desselben in die Grube, oder durch selbstthätige Torfstreuclosets, die nach jeder Sitzung ein bestimmtes Quantum Torfmull durch die Abfallröhren in die Grube gelangen lassen. Die ganze Masse muss, um einen guten Dünger zu geben, von Zeit zu Zeit durchgeschaufelt werden. Die Abfuhr geschieht dann in derselben Weise wie die Entfernung von Hauskehricht.

In einer grossen Anzahl von Häusern werden die Faecalien direct aus den Abfallröhren in Blecheimer geleitet, in denen zuvor Torfmull untergebracht wurde und die beim Abholen durch den Abfuhrunternehmer auch mit einer Schicht Torfmull überdeckt werden.

Ueber die zur Desinfection erforderlichen Quantitäten werden durch Dr. R. Blasius die Angaben gemacht, dass mit 1 Centner Torfmull 7—8 Centner Dünger erzeugt werden können und dass nach den gemachten Erfahrungen pro Kopf und Tag 0,3 Pfund Torf erforderlich sind, also pro Jahr und Kopf 108 Pfund, à Centner 1,50 Mark, macht 1 Mark 62 Pfg. Kosten pro Kopf und Jahr. Der durchschnittliche Verkaufspreis von 1 Centner Torfmulldünger wird zu 35 Pfg. angegeben.

Bei unserem Besuch in Braunschweig am 24. und 25. Juli 1885 wurden sowol einige durch Torfmull desinficirte Gruben, als auch eine grosse Anzahl Blecheimer auf den Abfuhrwagen und auf dem Hof des Unternehmers Spirling, Schöppenstädter Strasse Nr. 42, auf die angebliche Geruchlosigkeit geprüft, und

dabei constatirt, dass durchweg ein starker, die Umgebung belästigender Geruch wahrnehmbar war.

Für die Arbeit des Durchmischens von Faecalstoffen würden am hiesigen Orte zuverlässige Arbeiter schwer zu beschaffen sein, da die Scheu vor den menschlichen Faecalstoffen unter den Arbeiterclassen eine weitverbreitete ist und die Arbeiten mit denselben als wider die Ehre verstossend angesehen werden.

Ueber den Werth der Torfdesinfection sind die Ansichten in Braunschweig sehr getheilt, und sollen die Besitzer der neuen Häuser, denen die Erlaubniss zur Anlage von Waterclosets nicht ertheilt wurde, sich häufig über die Ausdünstungen der Torfclosets beklagen.

A.

4. Augsburg.

Augsburg mit ca. 66,000 Einw. wird durch eine im Jahre 1880 angelegte, ca. 5 km lange Leitung mit Wasser versorgt, das dem Grundwasser im Siebentischwalde entstammt. Die Abwässer werden von Kanälen aufgenommen und durch diese der Wertach zugeführt, von ihnen sind die Faecalien zwar principiell ausgeschlossen, widerrechtlicher Weise gelangt aber doch ein Theil des flüssigen Grubeninhaltes in die Kanäle hinein. Die Faecalien werden in verschiedener Weise behandelt; in den älteren Gebäuden sind ausgemauerte Gruben gestattet, aus denen die Faecalien mit den bekannten pneumatischen Maschinen in grosse Latrinentonnen übergeführt werden, welche die Massen zum kleineren Theil nach der sogleich zu erwähnenden Fabrik, zum grösseren Theil dagegen nach grossen, von der Stadtverwaltung ziemlich weit ausserhalb der Stadt angelegten, wasserdichten gemauerten Sammelbehältern führen, aus denen sie dann zur Zeit des Bedarfes von den Landwirthen abgeholt werden; für alle Neubauten dagegen, sowie bei allen grösseren Umbauten ist seit 1867 die Einrichtung von Tonnenanlagen vorgeschrieben, bei denen die Tonnen in der Regel wöchentlich mindestens einmal gewechselt werden müssen. Die Tonnen bestehen meist aus Petroleumfässern, die der Art umgearbeitet sind, dass in den einen Boden eine Oeffnung geschnitten ist, welche beim Transport mit einem luftdicht schliessenden Deckel versehen wird. Diese Tonnen werden fast ausnahmslos zu der von Podewils'schen Faecalextractfabrik geführt, welche zur Zeit die Faecalien von etwa 28,000 Menschen zu Poudrette verarbeitet.

Die von A. v. Podewils im Jahre 1881 begründete Faecalextractfabrik wird gegenwärtig von einer Gesellschaft betrieben und steht unter der speciellen Leitung des Herrn Oberingenieur Heyder, welcher uns bei unserem Besuche der Fabrik am 18./30. Juli 1885 mit allen Einzelheiten der Fabrik selbst und der jetzt geübten Fabrikationsmethode bekannt machte. Die Fabrik ist ausserhalb der Stadt angelegt und erst nach vielfachen, zum Theil sehr kostspieligen Versuchen zu ihrer gegenwärtigen Methode gelangt, woher die Anlage denn auch keine vollkommen einheitliche ist und sich im Betriebe etwas kostspieliger gestaltet, als nothwendig wäre, Uebelstände, welche bei Anlage einer neuen Fabrik, wie sie jetzt in Stuttgart in Aussicht stehen soll, natürlich in Wegfall kommen werden. Ob die Fabrik nun auch rentirt, ist eine Frage, die sich natürlich der Beurtheilung entzieht; das von derselben gelieferte Product scheint sich aber jedenfalls, nach den uns mitgetheilten Zeugnissen, eines grossen Beifalles zu erfreuen und ein Absatzgebiet erlangt zu haben, das sich nicht auf die Umgebung von Augsburg beschränkt, sondern bis in die Schweiz und an den Rhein reicht.

Der Inhalt der zur Fabrik gebrachten Tonnen wird in einem besonderen, an die eigentliche Fabrik angränzenden Raume in einen trichterförmig gestalteten Behälter gegossen, dessen Boden aus einem Siebe besteht, auf dem gröbere Beimengungen, wie Lappen, Steine, Scherben etc. zurückbleiben, die sogleich verbrannt

oder auf andere Weise unschädlich gemacht werden. Die durch das Sieb hindurchfließenden flüssigen Massen gelangen in einen grossen, unterirdisch angelegten Behälter, das eigentliche Aufnahmebassin, in welches zugleich eine im Verhältnisse zur hineingegossenen Menge der Faecalien bestimmte Quantität Schwefelsäure einströmt, welche durch ein besonderes Rührwerk innig mit der Masse gemischt wird. Durch diesen Zusatz der Schwefelsäure sollen die Massen ganz geruchlos werden und selbst nach einem halben Jahre keine merklichen Veränderungen zeigen. Beim Ausgiessen der Tonnen machte sich allerdings ein sehr starker Faecalgeruch bemerkbar, doch wäre diesem Missstande wol unschwer durch einfache Vorrichtungen abzuhelpen.

Die mit Schwefelsäure vermischte Masse wird aus dem Aufnahmebassin in den eigentlichen Fabrikraum und hier zunächst in den Vorwärmer hinübergeleitet, in dem sie durch die abziehenden Dämpfe bereits vorgewärmt wird und danach in ein aus 3 unter einander verbundenen Kesseln bestehendes System von Verdampfungsapparaten, in denen sie des grössten Theiles ihres Wassergehaltes beraubt wird. Nur in dem einen dieser Kessel jedoch kommt directer Dampf zur Verwendung und die Temperatur erreicht in diesem eine Höhe von 125 ° C., in den beiden anderen Vacuumapparaten dagegen, werden die beim Kochen entstehenden Dämpfe verwandt und die Masse siedet dann in ihnen bereits bei einer Temperatur von 85 ° resp. 65 ° C. Das sich endlich bildende Condensationswasser, das ziemlich beträchtliche Mengen von Kohlensäure enthält, wird frei abgelassen und hat einen schwachen, aber in keiner Weise unangenehmen Geruch; die sich entwickelnden Gase werden unter die Kesselfeuerung geleitet und verbrannt.

Aus den Vacuumapparaten wird die in heissem Zustande noch flüssige, in kaltem aber schon gelatinirende Masse in den eigentlichen Trockenapparat geleitet. Dieser besteht aus einem grossen, runden, gemauerten Cylinder, in dem 7 hufeisenförmig gestaltete Heizkörper über einander liegen, während sich in der Mitte ein hohler Cylinder befindet, der die hineinströmende Faecalmasse aufnimmt. An diesem Cylinder ist ein Arm angebracht, dessen hinterer Theil aus einem Rohr besteht, durch das hindurch die Faecalmasse in dünner Schicht auf die Heizkörper ausfliesst, während der vordere Theil mit einer Klinge versehen ist, welche bei der Rotation des Armes über die Heizkörper die getrocknete Faecalmasse von denselben wieder abschabt. Die in diesem Apparate sich entwickelnden Gase werden ebenfalls unter die Kesselfeuerung geleitet und verbrannt.

Die von den Heizkörpern abgeschabte Masse fällt durch einen in der Wand des Apparates angebrachten Canal in einen vor die Mündung desselben gestellten Kübel und stellt jetzt eine dunkle, mit zahlreichen, aus schwefelsaurem Ammoniak bestehenden Krystallen durchsetzte, bröckliche und klumpige Masse dar, welche keinen irgend wie unangenehmen Geruch wahrnehmen liess, immer aber noch nicht vollständig trocken ist. Um ihr nun auch noch den letzten Rest von Wasser zu entziehen, wird die Masse dann in eine Trockentrommel gebracht und gelangt danach endlich in eine kleine Mühle, in welch' letzterer sie zu einem feinen Pulver gemahlen wird.

Das auf diese Weise erhaltene Faecalpulver hat einen hohen Gehalt an Stickstoff, circa 8%, ist dagegen verhältnissmässig arm an Phosphorsäure, die ihm nun in verschiedener Menge zugesetzt werden muss. Das hierzu erforderliche Knochenmehl, welches die Gesellschaft aus einer ihr gehörigen Fabrik bei Graz bezieht, wird mit Schwefelsäure aufgeschlossen, eine Procedur, die in einem ganz abgesonderten Raume vorgenommen wird, weil sich bei ihr höchst penetrante Ausdünstungen entwickeln. Die darnach erhaltene Masse wird zunächst gestapelt und dann nach völliger Austrocknung in einem besonderen Mischapparate mit dem Faecalpulver gemischt, die Mischung gesiebt und dann endlich in Tonnen verpackt.

Je nach der Art und der Quantität des Zusatzes zum Faecalpulver werden verschiedene Präparate dargestellt, welche den Bedürfnissen der verschiedenen Bodenarten entsprechen sollen. Zur Zeit werden hauptsächlich 5 Düngersorten dargestellt, Faecal-Guano, Faecal-Knochenmehl, Faecal-Extract, Faecal-Ammoniak-Superphosphat und Faecal-Wiesendünger, deren jede einen ganz bestimmten Gehalt an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure und einen hiernach normirten Preis besitzt.

Die mit circa 95% Wassergehalt in das Aufnahmebassin gelangenden Faecalien kommen somit aus allen den verschiedenen unter einander zusammenhängenden Apparaten erst in einem nahezu ganz trockenen Zustande wieder an die Luft, nachdem sie zugleich einer Hitze ausgesetzt worden sind, welche alle in ihnen etwa enthaltenen Microorganismen und sonstigen Schädlichkeiten sicher vernichtet. Da zugleich auch die Gase aus den Apparaten alle unter die Kesselfeuerung geleitet und verbrannt werden und so auch die Umgebung in keiner Weise gefährdet oder auch nur belästigt wird, die Abwässer nur sehr geringe Mengen organischer Bestandtheile und endlich in der Fabrik selbst, abgesehen von den beiden früher erwähnten Räumen, in denen aber wohl leichte Abhilfe zu schaffen wäre, sich nirgend üble Ausdünstungen bemerkbar machen, so kann wohl gesagt werden, dass diese Methode den sanitären Anforderungen volles Genüge leistet; wie weit das aber auch in Betreff der landwirthschaftlichen Anforderungen an die dargestellten Producte und der Anforderungen an die Rentabilität des Unternehmens der Fall ist, entzieht sich der Beurtheilung der Unterzeichneten. In ersterer Beziehung wäre jedoch noch zu bemerken, dass den vielen vorliegenden Zeugnissen von Landwirthen, der steigenden Nachfrage und dem Fehlen eines jeden Vorrathes an Producten in der Fabrik zur Zeit unseres Besuches nach zu urtheilen, dieser Dünger grossen Beifall zu finden scheint, in letzterer Beziehung, dass nach v. Langsdorff¹⁾ bereits ein „mässiger Ueberschuss“ erzielt wird, der sich um so grösser gestalten muss, je frischer und unzersetzter die Faecalien zur Fabrik gelangen und je mehr sich bei neueren Einrichtungen die Unvollkommenheiten der alten Fabrik vermeiden lassen. B.

5. Freiburg im Breisgau.

Die Stadt Freiburg i/B. mit circa 36,000 Einwohnern besitzt eine sehr alte Wasserleitung, die aber, weil sie den wachsenden Ansprüchen nicht mehr genüge, seit dem Jahre 1877 durch eine neue Leitung vervollständigt worden ist. Das Quellengebiet dieser letzteren liegt circa 5 km von Freiburg entfernt und etwa 40^m höher als die Stadt, so dass das Wasser selbst in die höchsten Etagen der Häuser durch natürlichen Druck geleitet werden kann.

Für die Entfernung der Abwässer ist eine Schwemmkanalisation in Aussicht genommen und die Stadt zu diesem Zwecke in 4 Entwässerungsbezirke getheilt, von denen in zweien die Kanalanlagen in der Ausführung begriffen sind. Ausserdem wird die Stadt aber von einer Reihe unter einander zusammenhängender Bäche durchzogen, welche bei den günstigen Gefällverhältnissen die Stadt in raschem Laufe oberirdisch in gedeckten Rinnsteinen durchströmen und vorläufig einen Theil der ihnen durch die Hausleitungen zugeführten Abwässer aufnehmen.

Die Ansammlung und Entfernung der Faecalien war früher eine ganz regellose, meist waren ganz durchlässige Gruben oder Senkgruben in Gebrauch und eine vor mehreren Jahren vorgenommene Untersuchung des Untergrundes der Stadt hatte dem entsprechend eine ganz erschreckliche Verunreinigung desselben nachgewiesen.

¹⁾ Die Verwerthung der städtischen Faecalien pag. 81.

Jetzt ist auch diese Seite der Reinigung und Entwässerung der Stadt streng geregelt, es ist die Anlage fester cementirter Gruben von bestimmter Grösse vorgeschrieben, die in bestimmten Zeiträumen entleert werden müssen. Die Räumung der Gruben ist durch einen, auf eine längere Reihe von Jahren abgeschlossenen Contract von der Stadtverwaltung der Firma Buhl & Keller übertragen worden, welche für diesen Zweck einen eigenen Fahrpark unterhält. Die Räumung geschieht durch Klotz'sche Maschinen, vermitteltst deren grosse eiserne Latrinentonnen luftleer gemacht werden, welche dann durch angeschrobene Schläuche mit den Gruben verbunden werden und nach Oeffnung des Verschlusskrahnes den Inhalt desselben aufsaugen. Jede Tonne hat einen Inhalt von 1,600^l der jedoch bei der erforderlichen Bespannung mit 2 Pferden, ebensogut 2000—3000^l enthalten könnte; für die Abfuhr einer solchen Tonne wird von den Hausbesitzern eine Mark bezahlt.

In diesen Tonnen werden die Faecalien zu der circa 2^{km} ausserhalb der Stadt angelegten Poudrettefabrik gebracht und hier in 2 gemauerte und gewölbte Bassins entleert, welche unterirdisch in dem Hofraume der Anstalt angelegt sind. Das eine, kleinere, dieser Bassins ist zur Aufnahme der besonders dicken, das andere, grössere, zur Aufnahme der gewöhnlichen flüssigen Massen bestimmt, welche letztere bei der Entleerung ein Sieb passiren müssen, auf dem etwaige gröbere Beimengungen zurückbleiben, die dann je nach ihrer Art entweder auf den Misthaufen oder direct in's Feuer gebracht werden.

Aus diesen Bassins werden die Faecalien in die sog. Mischgefässe gesogen, grössere liegende Cylinder, in denen ihnen Kalk und Mangansalze zugesetzt und durch ein Rührwerk möglichst vollständig zugemischt werden, worauf sie in 4 abwechselnd benutzte, grosse stehende eiserne Cylinder von je 25^{m³} Inhalt gelangen, in denen sich die dickeren Massen niederschlagen, während die flüssigen Theile oben abstehen, die dann jede für sich in besondere Gefässe abgelassen und in verschiedener Weise weiter behandelt werden.

In das Gefäss, welches die dicken abgestandenen Massen aufnimmt, werden zugleich die in das kleinere Aufnahmebassin entleerten, in besonders dickem Zustande angeführten Faecalien nach ihrer Behandlung mit den angegebenen Chemikalien, direct geleitet, und die ganze Masse dann in die sog. Filterpresse gebracht, in der sie zu flachen festen Tafeln zusammengepresst werden, während die ausgepresste Flüssigkeit in das, die abgestandenen flüssigen Theile aufnehmende Gefäss fliesst. Die frischen Presskuchen, dunkelbraun von Farbe und ziemlich stark nach Faecalstoffen riechend, werden in überdachten Schuppen an der Luft getrocknet und verlieren dabei vollständig ihren Geruch; nach gehöriger Austrocknung werden sie dann endlich mit anderen Chemicalien, namentlich Ammoniaksalzen, Phosphaten etc. oder auch für sich allein zermahlen und ergeben nun verschiedene pulverförmige Düngerpräparate, welche, in Säcke verpackt, in den Handel gelangen. Den Anforderungen der Landwirthschaft für verschiedene Boden- und Pflanzenarten entsprechend, werden gegenwärtig 5 verschiedene Düngersorten hergestellt und zwar:

- 1) Freiburger Poudrette (der trockene Latrinen-Dünger),
- 2) Poudrette-Superphosphat,
- 3) Poudrette-Kali-Superphosphat,
- 4) Poudrette-Ammoniak-Superphosphat,
- 5) Poudrette-Kali-Ammoniak-Superphosphat,

von denen jedes Präparat einen bestimmten garantirten Gehalt an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure besitzt und danach auch für einen verschiedenen Preis, der von 9½—18 Mark für 100^{kg} schwankt, verkauft wird.

Anders gestaltet sich die Verarbeitung der flüssigen Massen, die zur Gewinnung von Ammoniaksalzen benutzt werden. Dieselben gelangen aus dem früher erwähnten Gefässe in mehrere Apparate, in denen sie durch die heissen Abwässer stark vorge-

wärmt werden und dann in die eigentlichen Destillirapparate, 3 treppenförmig über einander gelagerte grosse Kasten aus Eisenblech und zwar zunächst in den obersten derselben. Nach bestimmter Zeit in den 2^{ten} und dann in den 3^{ten} Kasten geleitet, wird der Flüssigkeit in diesem letzten Aetzkalk zugesetzt und ihr zugleich directer Dampf zugeführt, welcher die sich entwickelnden Ammoniakdämpfe zunächst in den mittleren und dann in den ersten Kasten treibt, aus dem der stark mit Ammoniak geschwängerte Wasserdampf in einen Kühlapparat tritt, in dem er zu Ammoniakwasser condensirt wird.

Nachdem sodann die Hauptmasse des in diesem Ammoniakwasser enthaltenen Ammoniak in einer besonderen Vorlage abgetrieben ist, gelangt dasselbe endlich in den Schwefelsäurebehälter, in dem es sich mit der Schwefelsäure verbindet und als schwefelsaures Ammoniak abscheidet, das von Zeit zu Zeit herausgenommen und zum Trocknen ausgeworfen wird.

Das nach dem Abtreiben des Ammoniak zurückbleibende Wasser, das noch kleine Mengen von Ammoniak enthält, wird theils besonders eingedampft, theils in die Destillirapparate zurückgeleitet, um so auch die letzten Reste des Ammoniak zu gewinnen, ein Verfahren, durch das die früher recht beträchtlichen Verluste an Ammoniak auf einen äusserst geringen Procentsatz beschränkt worden sind.

Der aus den Destillirapparaten abgelassene heisse Rest der Faecalflüssigkeit wird zunächst zum Vorwärmen der frischen Faecalflüssigkeit benutzt und danach in ausserhalb der Fabrik angelegte, gemauerte offene Klärbassins geleitet, in denen sich ein dicker an Phosphorsäure reicher Schlamm am Boden niederschlägt, während oben eine sehr Kali-reiche Flüssigkeit absteht. Der Schlamm wird ausgehoben und den dicken Faecalmassen zur Poudrettebereitung zugesetzt, die Flüssigkeit dagegen gegenwärtig, nachdem sie noch ein Kohlen- und Coaksfilter passirt, durch eine offene Rinne auf ein der Fabrik gehöriges und an dieselbe angrenzendes Landstück geleitet und hier zur Berieselung verwandt, während sie früher einfach in den Boden abgelassen worden ist.

Die in dem Klärbassin befindliche, sowie die aus demselben abströmende Flüssigkeit verbreitete recht starke üble Ausdünstungen, welche zusammen mit den, von den Presskuchen entwickelten Dünsten, die der nebenan befindlichen Trockenscheune entstehen, diesen Theil des Etablissements nicht als sanitär günstig erscheinen lassen und bei bewohnter Umgebung für diese wol mindestens eine Quelle starker Belästigungen abgeben dürften.

Im Gegensatze zu dem v. Podewills'schen und auch zu dem später zu schildernden Liernur'schen Verfahren wird hier nur ein Theil der in den Faecalien enthaltenen Flüssigkeiten verdampft und dadurch natürlich ein erheblicher Minderverbrauch an Brennmaterial erzielt, ob aber auch den sanitären Anforderungen, namentlich in Bezug auf die Desinfection der dicken Massen in gleichem Maasse vollständig Genüge geleistet wird, muss bei dem Mangel an bezüglichen Untersuchungen hierüber dahingestellt bleiben. Die Behandlung der Abwässer lässt jedenfalls in sanitärer Beziehung manches zu wünschen übrig und ebenso auch ihre Beschaffenheit, die eine in der chemischen Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege zu Dresden im Mai 1884 angestellte Untersuchung festgestellt hat. Danach fanden sich in einem Liter Abfallwasser

	Aus der Fabrik von v. Podewills	von Buhl & Keller.
organische Substanz	0,207 gr	2,071 gr
Ammoniak	0,008 „	0,067 „
Chlor	0,016 „	1,363 „
mineralische Bestandtheile . . .	0,226 „ etc.	4,661 „ etc.
feste Bestandtheile überhaupt . .	1,007 gr	6,732 gr (?)

und in beiden nach längerer Ruhe zahlreiche Stab- und Kugelbacterien.

B.

6. Hamburg.

Hamburg hat nach der Volkszählung vom Jahre 1880 — 409,000 Einwohner. Die Stadt wird mit unfiltrirtem Elbwasser in einem durchschnittlichen Quantum von circa 200^l pro Kopf und Tag versorgt.

Die Entwässerung Hamburgs bietet ein Beispiel für eine Schwemmcanalisation mit Einleitung der Abwässer, ohne vorhergehende Reinigung, in den benachbarten Strom. So ausreichend und verhältnissmässig billig die Lösung der Reinigung dieser Stadt hier zur Ausführung gebracht ist, so dürften sich doch nicht zu häufig Städte finden, die ähnliche günstige hydrographische Verhältnisse aufweisen, um dem Beispiel Hamburgs ungestraft folgen zu können.

Die Norder-Elbe, in welche die Hauptleitungen ausmünden, führt bei dem niedrigsten Sommerwasserstande noch immer ein Quantum von 100^{m³} pro Secunde, während das gesammte Abwasser Hamburgs (mit Ausschluss der Regenmengen) pro Secunde nur 1^{m³} beträgt. Das Mischungsverhältniss wäre also, ohne Berücksichtigung des Wasserquantums der Süder-Elbe, die gleich ausserhalb der Ausmündungsstelle sich mit der Norder-Elbe vereinigt, und ohne Berücksichtigung des durch Ebbe und Fluth hervorgerufenen Wasserwechsels, im ungünstigsten Falle 1:100.

Die hohe Lage des Alster Wasserspiegels, der durch künstliche Stauung stets 3,3^m über dem Spiegel des mittleren Niederwasserstandes der Elbe erhalten wird, ermöglicht für einzelne Theile des Kanalnetzes eine aussergewöhnlich starke Spülung.

Die Entwässerungsleitungen führen nicht nur das gesammte Hausverbrauchs- wasser mit Einschluss des Closetwassers, sondern auch das Regenwasser ab. Die Kanäle sind so ausgeführt, dass dieselben sämmtlich begehbar und in den äussersten Ausläufern wenigstens bekriechbar sind. Das grösste Profil hat einen kreisrunden Querschnitt von 3^m Durchmesser. Bei den übrigen Profilen ist die Höhe grösser als die Breite und variirt zwischen 2,58^m und 0,86^m, während die Breitendimensionen von 2,15^m bis zu 0,57^m abnehmen. Die kleinsten Kanäle besitzen ein eiförmiges Profil. Die Kanalprofile sind aus Backsteinrollschichten gebildet, die in Portland Cement vermauert wurden. Im Scheitel und in der Sohle der kleineren Profile kommen Keilsteine zur Anwendung.

Auf alle 40 bis 45^m Entfernung sind Luftschachte von 29^{cm} Durchmesser angebracht, die zur Ventilation des Kanalnetzes dienen. Zum Besteigen der Kanäle sind in Entfernungen von 120 bis 140^m besondere Schächte vorhanden. Zum Spülen der Kanäle dienen eiserne Thüren die zeitweilig geschlossen werden um das Wasser in einzelnen Kanalstrecken aufzustauen. Durch Losschlagen einer als Strebe dienenden Eisenstange wird die aufgestaute Wassermasse plötzlich durch den Kanal geführt.

Das ganze Kanalnetz Hamburgs zerfällt in nachstehende Hauptgruppen, und zwar: das Sielsystem der eigentlichen Stadt, das Sielsystem des städtisch angebauten Landgebietes, das Sielsystem zur Entwässerung des Hammerbrooks und Billwärder Ausschlags und das Entwässerungsgebiet der Vorstadt St. Pauli.

Das Sielsystem der eigentlichen Stadt besteht aus einem hochgelegenen Theil, dem Geestgebiet, und aus einem niedrig gelegenen Theil, dem Marschgebiet. Das gemeinschaftliche Stammsiel mündet unweit der Landungsbrücken in die Elbe, und zwar werden die Abwässer durch einen 42^m langen Holzkanal direct in den Hauptstrom 4,3^m unter dem mittleren Niedrigwasserstand der Elbe abgelassen. Bei ausserordentlich hohen Fluthen kann das tief gelegene Marschgebiet durch Schosse abgesperrt werden, und entleert dieses Gebiet seine Abwässer während dieser Zeit in das sogenannte Mittelbassin.

Die Entwässerung des städtisch angebauten Landgebietes hat die Herstellung des grossen Geeststammtunnels nothwendig gemacht. Dieser Tunnel, der in den

Jahren 1871—1873 in bergmännischer Weise zur Ausführung gelangte, hat einen Durchmesser von 3 m, eine Länge von 3,2 km und ein Gefälle von 1:3000 und liegen $\frac{9}{10}$ des Tunnels in einer Tiefe von 20 m unter der Terrainoberfläche der Vorstadt St. Pauli. Die Ausmündung des Tunnels ist durch zwei Holzrinnen 72 m weit in den Hauptstrom geleitet. Zum Schutz gegen das Eindringen hoher Sturmfluthen sind kurz vor der Ausmündungsstelle ein Paar Stemmthore und ein Schützen angebracht. Am neuen Jungfernstieg münden zwei Hauptsiele in den Tunnel, die die Abwässer auf beiden Seiten der Aussen-Alster aufnehmen.

Grosse Schwierigkeiten verursachte die Beseitigung der Abwässer des Hammerbrooks und Billwärder Ausschlags, weil hier wegen der tiefen Lage des Terrains eine directe Abführung der Abwässer in die Elbe unmöglich war. Dieselben wurden daher durch eine besondere Pumpstation und durch einen Transporttunnel dem Geeststammziel zugeführt.

Auf der Grenze zwischen der Vorstadt St. Pauli und Altona befindet sich ein Siel, das direct in die Elbe ausmündet und einen Theil der Abwässer dieser Vorstadt sowie einen Theil der Abwässer von Altona aufnimmt.

Bis zum Jahre 1883 waren im Ganzen 228 km Kanäle im Gesamtkostenbetrage von 18,100,000 Mark hergestellt.

Eine Verordnung, die auch für andere Städte sehr nachahmungswerth ist, besteht in Hamburg in Bezug auf das Verhältniss zwischen der Wasserversorgung und der Wasserableitung. Es wird hier der Anschluss an die städtische Wasserleitung nur da gestattet, wo bereits die Abzugssiele hergestellt sind. A.

7. London.*)

Die Stadt London wird durch 8 verschiedene Gesellschaften mit Wasser in einem durchschnittlichen Quantum von 140 l pro Kopf versorgt, und zwar entnehmen 5 dieser Gesellschaften das Wasser aus der Themse und 3 aus anderen Wasserläufen der Umgebung Londons.

Die Canalisation Londons ist nicht in allen ihren Theilen nach einem einseitlichen Plane durchgeführt, sondern hat vielmehr im Lauf der Zeit die mannigfachsten Umgestaltungen und Ergänzungen erfahren. Auch gegenwärtig dürften die durch die Stromverunreinigung der Themse hervorgerufenen Uebelstände noch auf eine weitere Ergänzung der Canalisation durch ein zweckmässiges Reinigungsverfahren der Abwässer hindrängen.

London besass wie die meisten grösseren Städte ursprünglich ein Kanalnetz, das allmählig durch Ueberdeckung der natürlichen Wasserläufe und durch Verwandlung der offenen Abzugsgräben und Rinnsteine in unterirdische Kanäle, sich gebildet hatte. — Bereits in der ersten Hälfte des XVI. Jahrhunderts wurden durch die Bill of sewers die für die Anlage und Benutzung dieser Kanäle einzuhaltenden Grundsätze festgelegt. Die Ableitung von Unrath in diese Kanäle war bis zum Anfang unseres Jahrhunderts gesetzlich untersagt. Erst durch die Erfindung und durch die immer weiter gehende Einführung der Wasserclosets zu Anfang dieses Jahrhunderts stellte sich das Bedürfniss heraus, die Kanäle zur Ableitung der Closetwasser zu benutzen. — Nachdem die Wasserclosets sich zu einem unentbehrlichen Bestandtheil der Wohnhäuser herausgebildet hatten, wurde im Jahre 1848 die Abschaffung der Abtrittsgruben obligatorisch gemacht und alle Closets mit den Kanälen in Verbindung gebracht, ohne dass die Letzteren in ihrer Construction oder in ihren Ausmündungsverhältnissen eine radicale Umgestaltung erfuhren. Die Folgen dieses Verfahrens zeigten sich bald in einer sehr starken Verunreinigung der Themse, die bei niedrigem Wasserstande nur ein Quantum von 23 m³ pro

*) Deutsche Bauzeitung Jahrgang 1885 № 21, 23 und 24. — Gesundheits-Ingenieur Jahrgang 1883 pag. 607—610.

Secunde führt, und daher nicht im Stande ist die auf ein tägliches Quantum von 650,000 m^3 geschätzten Abwässer genügend zu verdünnen.

Nachdem im Jahre 1855 mittelst Parlamentsbeschluss durch Schaffung eines mit weitgehenden Machtbefugnissen ausgestatteten städtischen Oberbauamts (Metropolitan Board of Works) die Angelegenheit der Canalisation centralisirt war, wurde von den Ingenieuren dieses Amtes Bazalgette und Haywood ein Project für eine einheitliche Umgestaltung der Londoner Canalisation entworfen.

Nach vielfachen Verhandlungen zwischen der Regierung und dem Oberbauamt, bei denen eine ganze Reihe von Commissionsgutachten die Frage behandelt hatten, konnte endlich im Jahre 1863 mit der Ausführung der ursprünglichen Pläne, unter Leitung Bazalgettes, begonnen werden. — Erst im Jahre 1875 war das Werk in allen seinen Theilen vollendet.

In getrennten Hauptleitungssträngen werden die Abwässer des südlichen und des nördlichen Theiles von London der Themse zwölf respective vierzehn englische Meilen unterhalb der London Brücke zugeführt, wobei die Abwässer in sechs verschiedenen Pumpstationen künstlich gehoben werden.

Die Kanäle der nördlichen Zone zerfallen in drei Entwässerungsgebiete, von denen die Abwässer der zwei oberen Gebiete keiner künstlichen Hebung bedürfen, während diejenigen des unteren Gebietes bei Pimlico um 5,5 m , und bei Abbey Mills um 11 m durch Pumpen gehoben werden.

Die Abwässer des gesammten nördlichen Theiles von London gelangen bei Barking in einen Behälter von 159,000 m^3 Inhalt. Zur Reinigung resp. Geruchlosmachung der Abwässer werden auf 1 Gallone (4,5 l) 5 Grän (à 0,065 g) Chlorkalk zugesetzt. Der tägliche Verbrauch an Chlorkalk wird zu 25 bis 100 t angegeben. — In die Abfangkanäle des nördlichen Theiles von London gelangen die Abwässer von 2½ Millionen Einwohner.

Der südliche Theil Londons zerfällt in zwei Entwässerungsgebiete. Der Main-High-Level-Sewer führt die Abwässer des höher belegenen Gebietes durch Gravitation bis Crossness. Hier werden dieselben um 3 bis 8 m gehoben und in ein Bassin von 2,5 ha Fläche und circa 100,000 m^3 Inhalt gepumpt. Die Abwässer des tieferen Gebietes werden in einen besonderen Abfangkanal derselben Pumpstation zugeführt und hier in das gleiche Bassin gehoben. In dem Entwässerungsgebiet des letztgenannten Abfangkanals werden einzelne Theile noch durch besondere Pumpstationen bei Deptford, Effra und Falcon Brook in Verbindung gebracht.

In die Abfangkanäle des südlichen Theiles von London gelangen die Abwässer von 1,3 Millionen Einwohner. Die Reinigung resp. Geruchlosmachung der Abwässer bei Crossness geschieht durch einen Zusatz von ½ bis 2 Grän (à 0,065 g) Mangansaurer Kali auf 1 Gallone = 4,5 l Abwasser.

Der Wasserstand der Themse wird durch die Wirkungen der Ebbe und Fluth sehr stark beeinflusst, und beträgt die Niveaudifferenz zwischen dem Fluth- und Ebbestand 6 m . Die Abwässer werden während der steigenden Fluth im Bassin bei Barking und Crossness zurückgehalten und dann bei sinkendem Wasserstande der Themse übergeben.

Die Canalisation Londons umfasst 137 km Abfangkanäle (Intercepting sewers) und 2500 km Strassenkanäle. Die Pumpmaschinen besitzen zusammen eine Stärke von 2400 Pferdekräften und verbrauchen pro Jahr 200,000 Meter Centner Kohlen. Die Herstellungskosten der Canalisation werden zu 4,5 Millionen £ angegeben.

8. Frankfurt am Main. *)

Frankfurt a./M. (137,000 Einwohner) besitzt eine Quellwasserversorgung die 13,800 bis 18,500 m^3 pro Tag zur Stadt liefert. Seit dem Jahre 1881 ist die Stadt mit einer ausreichenden Schwemmcanalisation versehen, welche alle Abwässer, mit Einschluss des Regen- und Closetwassers, ohne vorhergegangene Reinigung in den Main ableitet.

Trotzdem der Main bei mittlerem Wasserstande ein Quantum von 25 m^3 pro Secunde bei einem Gefälle von 1:2000 führt, haben sich doch durch diese Einführung der Abwässer in den Strom Uebelstände gezeigt, welche die Regierung veranlassten von der Stadtverwaltung die Reinigung der Abwässer vor dem Eintritt in den Strom durch Klärbecken oder Rieselanlagen zu verlangen. Die Stadtverwaltung hat sich zur Anlage von Klärbecken entschlossen, die gegenwärtig im Bau begriffen sind und im Jahre 1886 dem Betriebe übergeben werden sollen.

Das Charakteristische der Stadtreinigung Frankfurts ist eben diese Klärbecken-Anlage, die im Nachstehenden kurz beschrieben werden soll, während von einer Beschreibung der Schwemmkanalisation, mit Rücksicht auf die von Berlin und Hamburg geschilderten Anlagen hier abgesehen werden kann.

Die Klärbecken sind am linken Mainufer an dem Rothen Hamm, gleich unterhalb der bei Niederrad belegenen Brücke der Hessischen Ludwigsbahn angelegt. Die Ausmündungsstelle der gereinigten Abwässer befindet sich an einer Concave des Ufers und gelangen dieselben gleich in den Hauptstromstrich.

Durch zwei schmiedeeiserne Dückerröhren von je 0,75 m Durchmesser werden die Abwässer des rechten Mainufers auf das linke Ufer hinüber geleitet. Die Reinigung der Abwässer in den Klärbecken geschieht theils auf mechanischem Wege, indem dem Wasser Gelegenheit gegeben wird seine suspendirten Stoffe abzulagern, und theils auf chemischem Wege, indem schwefelsaure Thonerde und Kalk als Präcipitationsmittel Verwendung finden.

Die Anlage wird so ausgeführt, dass eine künstliche Hebung der gesammten Abwässer nicht erforderlich ist, sondern dass vielmehr unter Benutzung des natürlichen Gefälles die Klärbassins passirt werden. Soweit das Klärbecken jetzt zur Ausführung gelangt, besteht dasselbe aus vier nebeneinander liegenden überwölbten Abtheilungen von 82,4 m Länge und 6 m Breite. Die Sohle ist ebenfalls gewölbt und besitzt auf der ganzen Länge von 82,4 m ein Gefälle von 1 m .

Die aus der Stadt anlangenden Abwässer kommen zunächst in einen Sandfang in dem sich die schwersten Unreinigkeiten absetzen und wo sodann eine Eintauchplatte auch die schwimmenden Stoffe zurückhält, die hier abgeschöpft werden. Schräg gestellte Siebe scheiden den Sandfang vom Mischraum in welchem Letzterem den Abwässern die schwefelsaure Thonerde und der Kalk zugeführt wird. Aus dem Mischraume gelangen die Abwässer durch die Zuleitungsgalerie in je eine der obengenannten Klärbeckenabtheilungen, in welchen dieselben sich ihrer Verunreinigungen entledigen sollen, um alsdann auf dem entgegengesetzten Ende über ein festes Wehr der Ableitungsgalerie zuzuströmen, die sie also gereinigt dem Mainfluss übergiebt.

Die mittlere Wassertiefe im Klärbecken beträgt 2,5 m und vermag eine Abtheilung 1100 m^3 zu fassen. Nach den beim Bau gemachten Annahmen sollen in jeder Abtheilung täglich 4000—5000 m^3 gereinigt werden, sodass die mittlere Zeitdauer für den Aufenthalt des Wassers zur Klärung 6 Stunden beträgt. Die durchschnittliche Geschwindigkeit, mit der das Wasser die Klärbecken durchzieht, wird 4 mm in der Secunde betragen. In dem Ueberlaufsrohr an der Ableitungsgalerie ist ein Entleerungsschieber angebracht, welcher es ermöglicht den Wasserspiegel im Klärbassin noch um weitere 30 cm zu senken. Der im Klärbassin noch

*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege Jahrgang 1884 pag. 545—560.

verbleibende Rest wird, soweit derselbe flüssig ist, in einen unter der Ableitungsgallerie belegenen Entleerungskanal abgelassen und von diesem einem Pumpenschacht zugeführt, aus dem eine Centrifugalpumpe mit einer Leistungsfähigkeit von 100^l pro Secunde die Abwässer, je nach ihrer Beschaffenheit, entweder dem Ablaufsiel oder dem Mischraum zuführt.

Das Ablassen des flüssigen Inhalts der Klärbecken in den Entleerungskanal geschieht durch drei getrennte Schieber in drei übereinander liegenden Schichten, um die geklärte Flüssigkeit auch von hier nach dem Ablaufsiel zuführen zu können.

Der feste Niederschlag der Klärbecken wird in Eimer geschaufelt und mit Zuhülfenahme eines Dampfkranes gehoben. Der Schlamm wird durch eine besondere Schlammpumpe entfernt.

In Verbindung mit der Klärbecken-Anlage wird ein Beamtenwohnhaus und ein Maschinenhaus errichtet, in welchem Letzterem die Pumpen und die erforderlichen Vorkehrungen zur Verarbeitung der Thonerde und des Kalkes untergebracht sind.

Der aus den Klärbassins geförderte Niederschlag enthält noch 90 % Wasser und wird aus diesem Grunde als Dünger der Transportkosten nicht für werth erachtet. Es werden daher die Niederschläge in eingedämmten Behältern von 5000 m³ Fassungsraum in freier Luft aufbewahrt, wovon man keine nachtheiligen Folgen befürchtet.

Betriebserfahrungen liegen für diese Klärbecken-Anlage noch nicht vor, doch ist anzunehmen, dass sich dieselbe zu einer schweren Last für die Frankfurter Stadtverwaltung herausbilden wird.

A.

9. Essen an der Ruhr.

Essen an der Ruhr mit circa 64,000 Einwohnern besitzt ein im Jahre 1864 angelegtes Wasserwerk, welches die Stadt mit Wasser aus der Ruhr versorgt und ein gegenwärtig nahezu vollendetes Kanalnetz, welches die Abwässer der Stadt aufnimmt und zunächst dem die Stadt durchströmenden und während dieses Laufes kanalisirten Bernebache und durch diesen der Emscher, einem Nebenflusse der Ruhr, zuführt.

Die Faecalien werden in gut cementirten und möglichst luftdicht abgeschlossenen Gruben aufgefangen und aus diesen theils Nachts in nicht geschlossenen Gefässen, theils am Tage in luftdicht schliessenden Tonnen abgeführt. Die Abfuhr wird theils von den Hausbesitzern selbst, theils von der Stadtverwaltung, theils von benachbarten Gutsbesitzern besorgt und die rohe Faecalienmasse zu geeigneter Jahreszeit sogleich zur Düngung benutzt, zu ungeeigneter Jahreszeit dagegen zunächst in ausserhalb der Stadt angelegten Sammelgruben abgelagert.

Die Reinigung der Strassen liegt den Hausbesitzern ob, welche die Strassen täglich kehren lassen müssen; die Entfernung des zusammengefügten Strassenkehrrechtes dagegen wird von der Stadtverwaltung besorgt, ebenso wie die des Hauskehrrechtes, der Küchenabfälle, der Asche etc., welche von den Hausbewohnern in festen Kasten auf die Strasse zu stellen sind und dann in die am Morgen die Stadt durchziehenden Kehrrechtswagen entleert werden. Durch die grosse Menge von Steinkohlenasche, welche diese trockenen Abfälle enthalten, sind dieselben als Düngungsmittel nicht geeignet und werden meist zur Auffüllung tiefergelegener Gründe benutzt.

Die zunächst dem Bernebache und durch diesen der Emscher zugeführten Abwässer der Stadt haben im Laufe der Zeit so starke Verunreinigungen dieser Wasserläufe veranlasst, dass die Anwohner derselben gerichtlich gegen die Stadt vorgegangen sind, welche dann, da wiederholte Reinigungen des Baches keine

dauernde Besserung erzielten, verurtheilt worden ist, ihre Abwässer nicht mehr dem erwähnten Bache zuzuleiten. In Folge dessen sind von der Stadt mehrere Projecte zur Beseitigung dieser Uebelstände aufgestellt worden, von denen namentlich das einer Klärbeckenanlage, in dem die Abwässer unter Zusatz von Chemikalien gereinigt werden sollten, die Billigung der Regierung fand. Ehe es jedoch zur Ausführung dieser Anlage kam, wurde das Röckner-Rothe'sche Verfahren bekannt, das nach manchen Richtungen hin so bedeutende Vorzüge vor der projectirten Anlage zu besitzen schien, dass die Stadtverwaltung beschloss, zunächst wenigstens einen Versuch mit dem neuen Systeme zu machen. Zu diesem Zwecke wurde dann im Sommer 1885 ein Röckner-Rothe'scher Apparat aufgestellt, der circa $\frac{1}{4}$ der gesammten täglichen Abwassermenge, also circa $4500 m^3$ täglich so weit reinigen sollte, dass das abfliessende Wasser ohne Bedenken den öffentlichen Stromläufen zugeführt werden könne.

Zur Zeit der Besichtigung am 30. Juli (11. August) 1885 war dieser Apparat seit circa 8 Tagen im Betriebe und bisher dem Besuche Fremder noch nicht zugänglich, da die Versuche mit dem Zusatze verschiedener Chemikalien noch nicht beendet waren. Trotzdem wurde, Dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen der städtischen Behörden, die Besichtigung gestattet und unter der freundlichen Führung des mit den Versuchen betrauten Dr. chem. Taubert ausgeführt. Als Mittel zur Reinigung städtischer Abwässer ist das Röckner-Rothe'sche Verfahren in Essen zum ersten Mal angewandt, dagegen ist dasselbe bereits früher zur Reinigung der Abwässer verschiedener grosser Fabriken in Gebrauch gezogen worden, namentlich in einigen Zuckersiedereien, einer Färberei und zwei Bierbrauereien, von welch' letzteren die Unterzeichneten eine, die grosse Wolter'sche Brauerei in Braunschweig gelegentlich ihres Besuches dieser Stadt am 13/25. Juli 1885 in Augenschein zu nehmen Gelegenheit gehabt hatten.

Gleichwie mehrere der früher erwähnten Verfahren zur Reinigung der Abwässer, vereinigt auch das Röckner-Rothe'sche Verfahren in sich zwei Reinigungsmethoden, die mechanische und chemische, indem einerseits den in den Abwässern enthaltenen suspendirten Stoffen Gelegenheit geboten wird, sich ihrer Schwere nach zu Boden zu senken, wobei der sich bildende Niederschlag zugleich ein Filter für die zuströmenden Massen bildet, andererseits durch Zusatz verschiedener Chemikalien ein möglichst grosser Theil der gelösten Bestandtheile aus dem Abwasser herausgefällt werden soll. Je nach der Beschaffenheit der in dem Abwasser enthaltenen gelösten Stoffe kann auch mit der Art der zuzusetzenden Chemikalien gewechselt werden, so dass das Verfahren für die verschiedensten Verhältnisse brauchbar ist; wo es sich aber um ein Abwasser handelt, dessen Zusammensetzung wechselt, dürfte es schwer, wenn nicht unmöglich sein, auch beständig mit den Zusätzen zu wechseln und hier wird es daher zunächst darauf ankommen, eine möglichste Gleichmässigkeit in der Zusammensetzung des zu reinigenden Abwassers zu erlangen. Zu diesem Zwecke findet sich meist ein Sammelbassin angelegt, in das die Abwässer zunächst alle zusammenströmen, sich möglichst mischen und aus dem sie danach erst dem Reinigungsapparate zugeführt werden.

Der Apparat selbst besteht aus einem 4—5 m tiefen, nach unten conisch verlaufenden, gemauerten Brunnen, über dem ein eiserner Cylinder aufgestellt ist, der oben geschlossen, unten offen ist, und dessen Unterkante beständig in dem Schmutzwasser eintauchen muss. Der Cylinder hat eine Höhe von 7—8 m, muss jedenfalls unter $10,3 m$ bleiben, d. h. der Höhe der Wassersäule, welche dem Drucke der äusseren Atmosphäre entspricht; seine Weite hängt von der Menge des zuströmenden Wassers ab, so dass das letztere niemals eine bestimmte Geschwindigkeit beim Aufsteigen im Apparate übersteigen kann. Oben an der Seite des Cylinders befindet sich ein Abflussrohr, welches das abfliessende gereinigte Wasser

in ein kleines Seitenbassin leitet, in dem das Niveau des Wassers immer etwas tiefer stehen muss als in dem grossen Brunnen, so dass das Gesetz des Hebers ununterbrochen zur Geltung kommen kann; die Menge des abfliessenden Wassers ist durch einen in dem Rohr befindlichen Schieber zu regeln. Die Weite des Abflussrohres muss ebenso wie die des Brunnens in einem bestimmten Verhältnisse zur Cylinderweite stehen, um ein gleichmässiges, langsames Aufsteigen der Flüssigkeit in dem Cylinder zu sichern.

Etwa 30 cm über diesem Abflussrohre befindet sich ein zweites dünneres, durch welches von Zeit zu Zeit die obersten Wasserschichten mit den auf ihnen etwa schwimmenden Schmutzbestandtheilen, Fettpartikeln etc. abgelassen werden können und auf dem Cylinder endlich ein Aufsatz, der durch ein dünnes Rohr mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Dieses letzterwähnte Rohr muss jedenfalls höher als 10,3 m über dem Wasserspiegel im Brunnen liegen, damit selbst bei vollständigem Vacuum im Cylinder das Schmutzwasser nicht in das Rohr und durch dieses in die Luftpumpe gelangen kann.

Wird nun die Luftpumpe in Betrieb gesetzt und dadurch die Luft in dem Cylinder verdünnt, so treibt der Druck der atmosphärischen Luft das in dem Brunnen befindliche Wasser in dem Cylinder langsam in die Höhe bis zur Oeffnung des Abflussrohres, durch welches das Wasser nun abzufließen beginnt und bei der bereits früher erwähnten Einrichtung, nach dem Hebergesetze beständig in Fluss erhalten wird.

Während der langsamen Aufwärtsbewegung des Wassers senken sich die in demselben enthaltenen schwereren Partikel langsam nach abwärts und bilden unten im Brunnen allmählig eine Schlammsschicht, durch welche das neu zuströmende Wasser hindurchtreten muss. Diese Schlammsschicht stellt nun ein sich selbst bildendes Filter dar, von dem die neu hinzukommenden festen Stoffe mehr und mehr zurückgehalten werden. Um diese Wirkung in möglichst ausgiebiger Weise hervorzubringen, muss das aufsteigende Wasser eine möglichst gleichmässige Bewegung, namentlich keine Wirbelströmungen darbieten und um das zu erreichen, ist die Einrichtung getroffen, dass der Zuflusskanal nicht seitlich in der Wand des Brunnens mündet, sondern sich zunächst in ein Rohr fortsetzt, welches bis zur Mitte des Brunnens führt und hier an der nach unten gerichteten Mündung einen trichterförmig gestalteten Apparat, den sog. Stromvertheiler, besitzt, dessen Wände aus jalousieartig gestellten Brettchen bestehen, so dass das zuströmende Wasser seine aufsteigende Bewegung von unten her beginnen und dabei die Jalousiespalten des Stromvertheilers passiren muss. Ebenso ist auch die Gleichmässigkeit des Abflusses dadurch gesichert, dass das Abflussrohr in der Mitte des Cylinders beginnt und hier mit einer eigenartigen Ueberlauf-Construction versehen ist.

Wie bereits am Eingange erwähnt, werden den zu reinigenden Abwässern vor ihrem Eintritte in den geschilderten Apparat noch verschiedene Chemikalien zugesetzt, um auch einen möglichst grossen Theil der gelösten Bestandtheile der Abwässer aus denselben herauszufällen. Der Zusatz dieser Chemikalien erfolgt an dem Beginne des Zuflusskanales zum Apparate, so dass die Abwässer und die Lösung der Chemikalien sich sogleich mit einander mischen. Um diese Mischung aber möglichst vollständig zu gestalten, sind in dem Zuflusskanale seiner ganzen Länge nach Ziegelsteine im Zickzack aufgestellt, die einerseits eine starke Verminderung der Stromgeschwindigkeit und andererseits eine beständige Ablenkung des Stromes von der eben angenommenen Richtung und ein Anprallen desselben an die Wände des Kanales veranlassen.

Schon am Ende des Zuflusskanales bemerkt man denn auch einen Schlammniederschlag, der im Apparate selbst erheblich stärker wird und sich zunächst auf den Jalousiebrettern des Stromvertheilers bildet. Nach Ansammlung grösserer

Mengen gleitet dieser Niederschlag von den schrägen Brettchen ab und sinkt auf den Boden des Brunnens, von dem er durch eine besondere Schlammpumpe herausgehoben und durch einen Kanal grösseren ausgegrabenen Bassins zugeleitet wird. Diese Bassins sind drainirt und in ihnen verliert der Schlamm einen grossen Theil seines Wassergehaltes, welcher in die Drainröhren gelangt und durch diese wiederum zu dem Brunnen zurückgeführt wird, wogegen der abgetrocknete Schlamm ausgestochen und als Düngungsmittel benutzt werden soll. Solcher Bassins und Bassinsysteme müssen mindestens 2 vorhanden sein, damit, wenn das eine von dem getrockneten Schlamm gereinigt wird, das andere zur Aufnahme des frischen Schlammes benutzt werden kann.

Einer Klärbeckenanlage gegenüber besitzt dieses Verfahren den Vortheil, dass es einen sehr viel geringeren Raum beansprucht, dass es ferner die Schlammablagerungen in ausserordentlicher Weise begünstigt und dass endlich die Chemikalien in möglichst vollständiger Weise zur Wirkung gelangen. Das abfliessende Wasser erwies sich denn auch fast ganz frei von suspendirten Bestandtheilen, war vollkommen geruchlos und nur schwach gelblich gefärbt. Die aus späterer Zeit veröffentlichten Berichte über chemische und bacteriologische Untersuchungen des Abflusswassers ergaben, dass auch von den gelösten Bestandtheilen des Abwassers mehr als 50 % gefällt waren und dass dieselben nur 34—178 Bacteriencolonien pro Cubikmeter enthielten, während das ungereinigte Abwasser 1 $\frac{1}{2}$ —5 Millionen Colonien pro Cubikmeter ergeben hatte.

Den bisherigen Erfahrungen zu Folge schlagen sich aus einem Cubikmeter Abwasser ca. 3 $\frac{1}{2}$ l Schlamm nieder und die Kosten für die Klärung eines Cubikmeters haben etwa 1,7 Pfennig betragen. Diese Erfahrungen sind jedoch noch nicht massgebend, da sie unter vielfach sehr ungünstigen Verhältnissen (Benutzung des schmutzigsten Wassers zum Klären, Betrieb nur am Tage, Benutzung einer alten Locomobile als Motor etc.) stattgefunden haben, von günstigeren Verhältnissen wird eine Herabsetzung der Betriebskosten auf 1 Pfennig pro Cubikmeter erwartet.

Die Betriebskosten mit den zur Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals (zu 6 $\frac{1}{2}$ % gerechnet) erforderlichen Ausgaben sind hiernach für die Stadt Essen auf rund 60,000 Mark veranschlagt, denen die Einnahmen aus dem Verkaufe des Schlammes gegenüberstehen würden.

Nach den chemischen Analysen des Schlammes besitzt derselbe in rohem Zustande einen Werth von 5 Mark pro Cubikmeter = 1000 kg, so dass, wenn der Verkauf der gesammten zu erzielenden Schlammmasse ermöglicht werden sollte, für die Stadt ein Gewinn von 5000 Mark resultiren würde. Vorläufig ist jedoch von einem Verkaufe abgesehen und Versuche mit Schlammdüngung auf städtischen Grundstücken in Aussicht genommen.

B.

10. Berlin.*)

Berlin besitzt gegenwärtig eine Einwohnerzahl von circa 1 $\frac{1}{4}$ Millionen und nimmt einen Flächenraum von circa 60 km² ein. — Die Stadt wurde seit 1856 durch eine englische Compagnie mit Spreewasser versorgt. Im Jahre 1874 erwarb die Stadt das Wasserwerk und errichtete eine neue Anlage, die durch Entnahme von Grundwasser aus der Umgebung des Tegeler Sees die ursprünglichen Werke verstärken sollte. — In Folge massenhaften Auftretens der *Crenothrix polyspora* musste der Brunnenbetrieb aufgegeben werden, und wird nunmehr die Stadt durch filtrirtes Wasser aus dem Tegeler See und aus der Spree versorgt. — Der Wasserconsum pro Kopf der Bevölkerung und pro Tag beträgt circa 60 l im Durchschnitt und 127,5 l im Maximum.

*) Die Verwerthung der städtischen Faecalien pag. 338—380. — James Hobrecht. Die Canalisation von Berlin.

Für die Wahl eines Reinigungs- und Entwässerungssystems sind in den Jahren 1871–1873 eine Reihe von Versuchen und Ermittlungen angestellt worden, deren Resultate in dem im Jahre 1873 erschienenen „General Bericht über die Arbeiten der städtischen Deputation für die Untersuchung der auf die Kanalisation und Abfuhr bezüglichen Fragen“ von R. Virchow zusammengefasst wurden. (Verlag von August Hirschwald). Im gleichen Jahre entschied sich die Stadtverordneten-Versammlung im Princip für die Einführung der Schwemmcanalisation und bewilligte die Mittel für die Ausführung des Radial-Systems III nach dem Project des Bau-raths J. Hobrecht. — Gegenwärtig sind die Radial-Systeme I–V ausgeführt, und die Systeme VI–VII in der Ausführung begriffen. An der Kanalisation waren im Jahre 1884 — 899,200 Einwohner betheiligt.

Die Beseitigung der städtischen Abwässer mit Einschluss der Faecalien wird hier bewirkt, indem dieselben durch ein Netz von Thonröhren und Steinanälen durch natürliches Gefälle verschiedenen Sammelpunkten (Pumpstationen) zugeführt werden. Durch Pumpen werden dieselben hier gehoben und unter Benutzung von eisernen Druckrohrleitungen den ausserhalb der Stadt belegenen Rieselgütern zugeleitet.

Das Kanalnetz.

Für die Projectirung des Kanalnetzes ist das ganze Entwässerungsgebiet der Stadt Berlin in 12 einzelne Bezirke (Radial-Systeme) zerlegt worden. In jedem dieser Bezirke befindet sich eine Pumpstation, und sind alle Entwässerungsleitungen dieses Bezirks mit einem solchen Gefälle versehen, dass die Abwässer in dem auf dem Hofe der Pumpstation befindlichen Brunnen (Sandfang) zusammenfliessen können.

Für die Berechnung der Rohrweiten sind nachstehende Annahmen gemacht worden:

Maximal Regenwassermenge	0,21185 l	pro	Are	und	Secunde.
Maximal Hauswassermenge	0,01545	„	„	„	„
Gesamtwassermenge	0,22730 l	pro	Are	und	Secunde.

Die kleinste Rohrweite, die auf dem Strassenterrain noch zur Verwendung gelangte, betrug 21 cm Durchmesser.

Fast durchweg sind in den Strassen zwei Leitungsstränge angeordnet die zu beiden Seiten des Fahrdammes liegen und die Zuflüsse aus den Häusern und den Strassenschächten aufnehmen. Es wurde durch diese Anordnung die so sehr schädliche Durchbrechung des Strassenpflasters auf ein Minimum reducirt.

Die Leitungen, die zunächst das Hauswasser und das Regenwasser sammeln, bestehen aus Thonröhren die von Innen und Aussen glasirt sind. Die Weite derselben variirt zwischen 21 cm und 51 cm. Die Dichtung der Röhren geschieht durch Theerstricke und Thon, in Ausnahmefällen durch Cement. Um die Muffenstelle wird ausserdem ein Thonwulst befestigt.

Die grösseren Leitungen wurden aus hartgebrannten Ziegelsteinen in Cementmörtel gebildet, ihre Höhe variirte zwischen 0,8 m und 2 m, ihre Breite zwischen 0,6 m und 3,1 m. Betonkanäle wurden nicht angewendet. Auf die Foundation wurde besondere Sorgfalt, durch Herstellung von Sohlstücken auf den Werkplätzen und durch Anwendung von Betonfundamenten, verwendet. Im Grundwasser wurden die Kanäle zwischen Spundwänden ausgeführt.

Da bei heftigen Regengüssen sowol die Kanäle als auch die Pumpstationen entlastet werden müssen, so sind in den Kämpferhöhen der Kanäle Ueberläufe (Nothauslässe) auf dem ganzen Entwässerungsgebiet angeordnet worden, vermittelt welcher das Regenwasser theils direct in die natürlichen Wasserläufe, theils in alte vorhandene Kanäle tritt. Diese Nothauslässe sind selbstthätig. Es giebt aber ausserdem an den Pumpstationen auch Nothauslässe, die für gewöhnlich geschlossen

stehen und nur bei sehr heftigem Wasserandrang geöffnet werden, wenn die Pumpen nicht im Stande sind das durch die Kanäle geleitete Wasser weiter zu befördern. Die Leistungsfähigkeit sämtlicher Nothauslässe zur Leistungsfähigkeit der Pumpen verhält sich im Mittel wie 12,3 : 1. Die Nothauslässe bei den Pumpstationen kommen nur einige Mal im Jahr, bei sehr heftigen Regengüssen, zur Verwendung, wie aus den auf den Pumpstationen geführten graphischen Notirungen der geförderten Quantitäten zu ersehen war.

Die Verunreinigung der Flussläufe durch diese Nothauslässe darf nicht überschätzt werden. Bei der gewöhnlichen Beanspruchung der Kanäle sind nur 9% des ganzen Kanalquerschnittes gefüllt. Bevor die Ueberläufe in Wirksamkeit treten können, müssen die Kanäle sich bis zur Kämpferlinie gefüllt haben d. h. es müssen 67% des ganzen Kanalquerschnittes gefüllt sein. Während der Zeit wo die Kanäle sich von 9% bis auf 67% ihres Querschnittes füllen, geht ein starker Strom durch dieselben der das ganze Kanalnetz in allen seinen Theilen ausspült, sodass die schliesslich an den Ueberläufen austretende Flüssigkeit in allen Fällen nur eine Verunreinigung zeigen wird, die wesentlich geringer als die durchschnittliche Verunreinigung des Kanalinhaltes ist.

Die Gullies sind neben den Trottoiren angeordnet und haben einen quadratischen Querschnitt von 65 cm Seitenlänge. Durch Vorkragung der oberen Ziegelschichten verengt sich die Oeffnung am obersten Einlaufgitter bis auf 45 cm resp. 50 cm. Vor dem Ablaufrohr befindet sich eine knieförmig gebogene Eisenplatte, welche die Schwemmstoffe von der Rohrmündung fern hält. An den Verbindungsstellen mehrerer Leitungsstränge und an den Gefällsbrüchen, sowie sonst in Abständen von 70 m bis 90 m, sind Einsteigebrunnen angeordnet. Zwischen je zwei solcher Brunnen sind sämtliche Leitungen geradlinig mit gleicher Weite und mit gleichem Gefälle angelegt worden.

Diese Anordnung bietet schon beim Bau Vortheile und Garantien für eine sorgfältige und gute Ausführung der Rohrstränge. Von grösserer Wichtigkeit ist es ausserdem, dass auch beim Betriebe die Röhren leicht gereinigt und der Zustand derselben durch Besichtigung constatirt werden kann.

Pumpstation.

Jede Pumpstation, zu welcher die Abwässer aus einem der obengenannten Radial-Systeme zusammenströmen, ist mit den nachstehenden Bauten ausgerüstet: einem Sandfang, einem Maschinen- und Kesselhaus, einem Beamtenwohnhause und einem Remisengebäude. Hier befinden sich auch die regulirbaren Nothauslässe. Der Sandfang ist ein grosser gemauerter Brunnen von 12 m Durchmesser, in den die Steinkanäle münden. In der Mitte dieses Brunnens befindet sich ein kleinerer von circa 3 m Durchmesser und zwischen der äusseren Wand des kleineren sowie der inneren Wand des grösseren Brunnens sind auf jeder Seite vier Gittertafeln angebracht die den Rauminhalt des grösseren Brunnens in zwei gleiche Theile zerlegen. Diese Gitterstäbe bestehen aus über Eck gestellten vierkantigen Schmiedeeisenstäben von 18 mm Seitenlänge. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäben sind 15 mm weit. Die Abwässer, welche durch die Kanäle zugeführt werden, müssen, bevor dieselben zu den Fangkörben der Pumpen gelangen, diese Gitter passiren und werden dadurch hier Holzstücke, Lappen etc. zurückgehalten.

Auf der Pumpstation des Radial-Systems I sind zwei einfache Maschinen à 56 Pferdestärken und zwei gekuppelte Maschinen à 112 Pferdestärken installiert, die zusammen im Stande sind 500 l pro Secunde zu befördern. Auf der Pumpstation des Radial-Systems II sind zwei einfache Maschinen à 80 Pferdestärken und zwei gekuppelte à 160 Pferdestärken installiert, welche zusammen im Stande sind 750 l pro

Secunde zu befördern. Auf der Pumpstation des Radial-Systems III sind zwei einfache Maschinen à 60 Pferdestärken und zwei gekuppelte à 120 Pferdestärken installiert, die zusammen im Stande sind 562^l pro Secunde zu befördern. Auf der Pumpstation des Radial-Systems IV sind zwei einfache Maschinen à 88 Pferdestärken und drei gekuppelte Maschinen à 176 Pferdestärken installiert, die zusammen im Stande sind 1000^l pro Secunde zu befördern. Auf der Pumpstation des Radial-Systems V sind zwei einfache Maschinen à 75 Pferdestärken und drei gekuppelte Maschinen à 150 Pferdestärken installiert, die zusammen im Stande sind 1000^l pro Secunde zu befördern.

Auf allen fünf Pumpstationen zusammen können somit 3812^l Abwasser pro Secunde zu den Rieselfeldern befördert werden.

Die Dampfmaschinen sind zum überwiegend grössten Theil Woolfsche Maschinen (Compound.)

Bei den Pumpen sind die Druck- und Saugventile bemerkenswerth die in drei Etagen übereinanderliegend, auch bei dem stark verunreinigten Kanalwasser keine Betriebsstörungen verursachen.

Die Pumpstation an der Schöneberger Strasse (Radial-System III) wurde am Vormittag des 16./28. Juli 1885 besichtigt. In allen Theilen war die peinlichste Ordnung und Sauberkeit bemerkbar. Irgend welche Ausdünstungen waren nicht vorhanden, was auch erklärlich ist, da die Fäcalien und übrigen Verunreinigungen im Laufe von circa 2¹/₂ Stunden von der Productionsstelle in vollständig unzersetztem Zustande zur Pumpstation gelangen. Im Maschinenhause wurden uns die Register vorgelegt, in welchen die tägliche Leistung der Pumpen und die Wasserstände im Sammelbassin graphisch eingetragen werden. Bei der Wanderung durch das Maschinenhaus konnten wir beim Anblick der blanken Metallflächen und der hier herrschenden Sauberkeit und Eleganz die Bemerkung nicht unterdrücken, dass man hier nicht das Gefühl habe, an der Stelle zu sein, wo der Unrath von mehr als 100,000 Einwohnern aus der Stadt befördert wird. Es wurde uns hierbei die Mittheilung gemacht, dass Baurath Hobrecht bei der Anlage des Maschinenhauses gerade mit Rücksicht auf den unreinen Inhalt der Pumpen eine elegante Ausstattung im Interesse eines ungestörten Betriebes und einer sorgfältigen Unterhaltung der Maschinen für nothwendig erachtet habe.

An die Richtigkeit dieser Anschauung sind wir im Verlauf unserer weiteren Reise vielfach erinnert worden, wenn wir die widerwärtigsten und ekeleregendsten Manipulationen mit den städtischen Abfällen vornehmen sahen.

Druckrohrleitungen.

Die Pumpen drücken die Abwässer in mit Windkesseln versehene eiserne Druckrohre, durch welche dieselben zu den Rieselfeldern gelangen. Die Dimensionen der Pumpen und Rohrleitungen sind so bemessen, dass das Wasser sich mit einer Geschwindigkeit von 1^m pro Secunde in den Druckröhren bewegt.

Die Druckleitungen sind nur in zwei Dimensionen, und zwar von 75 *cm* und 100 *cm* Durchmesser, zur Ausführung gelangt. Sie sind an den Uebergangsstellen über Eisenbahnen, Strassen und Kanälen aus Schmiedeisen, sonst aus Gusseisen hergestellt worden.

Die Druckrohrleitungen folgen in ihren Gefällsverhältnissen im Allgemeinen dem Terraingefälle. An den Sattelpunkten (den höchsten Punkten der Leitung) sind Lufthähne angebracht durch welche alltäglich die sich hier ansammelnde Luft abgelassen wird. Ablasschieber an den tiefsten Punkten der Leitungen sind nicht durchweg als nothwendig erachtet worden.

An besonderen Bauwerken sind zu erwähnen: Die Ueberführung von zwei gekuppelten Druckröhren von 75 *cm* Durchmesser des Radial-Systems II in einem Bogen von 18,5 *m* Spannweite und 13,5 *m* Radius über den Schifffahrtskanal; Die Ueberführung des Druckrohres des Radial-Systems V von 1 *m* Durchmesser über die Verbindungsbahn, und die Unterführung des Druckrohres der Zwischenpumpstation im Radial-System III in einem gemauerten Kanal an der Schleuse bei der Bau-Akademie.

Die Rieselfelder.

Am 15./27. Juli 1885 wurden die Rieselgüter Osdorf und Friderikenhof besichtigt, nachdem Herr Stadtrath Margraf am 14./26. Juli in Lichterfelde in zukommendester Weise alle hierauf bezüglichen Auskünfte ertheilt hatte.

Es möge zunächst ein Verzeichniss der für die Verwerthung und Reinigung der Abwässer im Besitz der Stadt Berlin befindlichen Güter mit ihren Erstehungspreisen und Grössenverhältnissen folgen.

Osdorf-Friderikenhof und Heinrichsdorf		
mit Annexen	1242 ha	2,262,800 Mark
Grossbeeren	977 „	850,000 „
Falkenberg mit Annexen	695 „	1,244,723 „
Burknersfelde mit Annexen	242 „	555,725 „
Wartenberg	456 „	1,160,000 „
Malchow	551 „	2,000,000 „
Blankenburg	284 „	600,500 „
Blankenfelde und Rosenthal	906 „	2,000,000 „

zusammen: 5353 ha 10,673,748 Mark

Nach Osdorf und Friderikenhof gelangen die Abwässer des I., II. und III. Radial-Systems in zwei Druckrohrsträngen von 0,75 *m* und 1 *m* Weite und circa 14 *km* Länge. Dieselben verzweigen sich auf den Rieselfeldern in mehrere Zweigleitungen von allmählig bis zu 20 *cm* Durchmesser abnehmenden Querschnitt. An diesen Zweigleitungen sind über 70 Wasserschieber auf dem ganzen Rieselterrain vertheilt, durch welche die Abwässer den zu berieselnden Flächen zugeführt werden.

An denjenigen Stellen, wo die Druckrohre noch ihren vollen Querschnitt von 75 *cm* resp. 100 *cm* haben, sind auf zwei hochgelegenen Punkten vertical aufsteigende Standrohre angeordnet. Diese Standrohre haben einen doppelten Zweck. Einmal dienen sie als Sicherheitsventile für die Druckrohrleitungen und Pumpen für den Fall, dass die Auslassschieber sämmtlich geschlossen sind, wobei alsdann ein Ueberlaufen des Standrohres in ein daneben liegendes Bassin erfolgen kann. Sodann zeigt ein Schwimmer, an dem sich am Tage eine Fahne und Nachts eine Laterne befindet, den Rieselwärtern und Aufsehern die Menge des aus der Stadt anlangenden Wassers an. Nachts befindet sich an dem oberen Rande des Standrohres auch eine Laterne, je grösser der Abstand zwischen dieser letzteren und der Laterne des Schwimmers ist, um so höher ist der Wasserstand im Standrohr, d. h. ein um so grösseres Quantum ist durch die Auslassschieber abzulassen. — Bei der Besichtigung des Standrohres wurde in der Nähe desselben kein unangenehmer Geruch bemerkt. Die dieses Standrohr umgebende Rasenfläche liess erkennen, dass längere Zeit hindurch kein Ueberlaufen der Abwässer stattgefunden hatte. An den Auslassschiebern, die in unserer Gegenwart geöffnet wurden, machte sich ein ziemlich starker Geruch bemerkbar, da das Wasser hier beim Ausströmen in stark wirbelnde Bewegung versetzt wurde. Dieser Geruch war jedoch auf eine Entfernung von 20 Schritt von der Ausströmungsöffnung nicht mehr wahrnehmbar.

Aus den Auslassschiebern gelangt das Abwasser zunächst in die Zuleitungsgräben, in welchen es durch Schliessen und Oeffnen einfacher Holzschützen den

verschiedenen Parzellen zugeführt wird. Bei den Beetanlagen gelangt das Wasser nur in die zwischen den Beeten vorhandenen Furchen, und wird auf diese Weise den Pflanzenwurzeln zugeführt, ohne die Blätter und Stengel der Pflanzen zu berühren.

Im Winter werden die Abwässer in Einstaubassins geleitet, deren Boden im Frühjahr umgepflügt und mit Getreide bestellt wird. Der Untergrund ist zum grössten Theil durch ein Netz von Drainröhren entwässert, welche das durch den Erdboden hindurchfiltrirte Wasser den Entwässerungsgräben zuführen. Das diesen Drainröhren entströmende Wasser zeigte sich vollständig klar, geruch- und geschmacklos.

Osdorf und Friderikenhof sind vollständig aptirt und machen den Eindruck einer sehr reichen Cultur. Es sind diese Güter in vielfacher Beziehung die Muster- und Versuchsstellen für die übrigen Rieselgüter. Bei den hier angestellten Versuchen wurde besonders darnach gestrebt, Pflanzen zu bevorzugen, die einen Massenabsatz ohne vorhergehende Bearbeitung gestatten, da die Beschaffung von Arbeitskräften sonst zu grosse Schwierigkeiten bereiten würde.

Auf den Rieselgütern wurden so ziemlich alle landwirthschaftlichen Producte im besten Stande angetroffen, und gaben auch die auf der Gartenbau-Ausstellung in Berlin ausgestellten Producte das beste Zeugniß für die Leistungen auf dem Gebiete der Gartencultur. — In den Einstaubassins wird gewöhnlich Getreide gebaut. Die verschiedensten Sorten Hanf wurden im grossen Umfange gezogen. Das Gras stand zum vierten Schnitt. Zur Verwerthung des Grünfutters werden auf den Gütern 80 Stück Vieh gehalten. Grosse Quantitäten Gras werden gegenwärtig in grünem Zustande an die umliegenden Landwirthe abgegeben, die sich mit ihrem Betriebe allmählig auf eine Verwerthung der Rieselproducte einrichten.

Um das durch die Anlage der Wege und Gräben beanspruchte Land auszunutzen, ist in der umfassendsten Weise dafür Sorge getragen, dass allmählig alle Wege- und Gräbenwände mit Obstbäumen bepflanzt werden. Eine grosse Obstbaumschule ist angelegt worden, in welcher die Wildlinge gezogen und dann veredelt werden, wobei jedoch nur feine Sorten Verwendung finden. — Man hielt es für nothwendig die Obstbäume schon von der frühesten Zeit an die Rieselung zu gewöhnen um sie zu veranlassen ihre Wurzeln flach auszubreiten. An den Grabenrändern entlang werden acht verschiedene Weidensorten gezogen.

Der Absatz der Rieselproducte hat besonders in den ersten Jahren beträchtliche Schwierigkeiten bereitet, was bei dem grossen Umfange der in verhältnissmässig kurzer Zeit ins Leben gerufenen Anlage nicht auffällig erscheinen kann. Der Ausdauer und Energie der leitenden Männer ist es gelungen diese Schwierigkeiten zum grössten Theil zu überwinden, und fangen die umwohnenden Landwirthe nunmehr an, selbst Rieselwasser abzunehmen und sich auf eine rationelle Verwerthung angekaufter Rieselproducte einzurichten.

Betrieb der Kanalisation.

Zum Schluss dürften einige Notizen über den Betrieb der Kanalisation von Interesse sein.

Die Kanäle werden in Zwischenräumen von 20 Tagen begangen, wobei die Kanalsohle von allen Ablagerungen gereinigt wird. Ausserdem wird alle zwölf Tage jeder Thonröhrenstrang durch Spülung gereinigt. Die Spülung geschieht von dem Revisionsbrunnen aus, der sich am höchsten Punkte eines Leitungsstranges befindet. Zunächst wird die Abflussleitung durch einen an einer Kette befestigten Holzpropfen geschlossen, und darauf der Brunnen mit Leitungswasser gefüllt. Wenn alsdann der Holzpropfen mittelst Anziehens der Kette aus der Leitung

entfernt ist, stürzt der ganze Inhalt des Brunnens mit grosser Kraft durch die Leitung und reisst die Ablagerungen mit sich fort. Erweist sich diese Spülung zur Beseitigung der Ablagerungen nicht als genügend, so kann mittelst Durchziehens eines kreisrunden Wischers, der an seiner Peripherie einen Bürstenkranz trägt, eine weitere Reinigung der Leitung bewirkt werden. — Diese geschieht, indem man an einem Bindfaden einen Schwimmer, unter Zuleitung von Wasserleitungswasser, von einem Revisionsbrunnen zum anderen durch die Leitung schickt. Mittelst dieses Bindfadens wird alsdann ein getheertes Tau durchzogen, an welchem der Wischer befestigt ist. Ein zweites, am hinteren Ende des Wischers befestigtes Tau ermöglicht denselben zurückzuziehen, wenn Rückstau oder andere Zustände eintreten sollten.

Die nachfolgenden, dem Werke von James Hobrecht über die Kanalisation von Berlin entnommenen Daten werden eine kurze Uebersicht über die Betriebsergebnisse geben:

1) An Kanalwasser sind gepumpt worden pro Jahr	28,773,915 m^3	
2) Desgleichen " " " pro Tag	78,617 "	
3) Desgleichen pro Kopf und Tag (bei einer Bevölkerung von 899,200 Einwohnern)	87,43 l	
4) Die Betriebskosten für die Strassen-, Entwässerungs- und die Hausanschlussleitungen, und zwar die personellen und die sächlichen, betragen pro Jahr	210,636,58	Mark
5) Es entfallen mithin von den Kosten ad 4 auf den Kopf der Bevölkerung pro Jahr	0,234	"
6) Die persönlichen und die sächlichen Betriebskosten für die Pumpstationen (Hebungskosten) betragen pro Jahr	278,948,13	"
7) Es entfallen mithin von den Kosten ad 6 auf den Kopf der Bevölkerung pro Jahr und	0,312	"
8) zusammen, nach ad 5 und 7, pro Kopf der Bevölkerung und Jahr	54,6	Pfg.
9) Die Hebungskosten ad 6 ergeben pro Cubikmeter gepumpten Kanalwassers den Preis von rot.	1,0	"
10) An Sand p. p. ist pro Tag und Kopf der Bevölkerung = weniger als $\frac{1}{50} l$, aus den Strassenleitungen abgefahren worden.	0,018 l	
11) Das Verhältniss des abgefahrenen Sandes zu der durch die Pumpen nach den Rieselfeldern beförderten Kanalwassermenge ist gleich	1 : 5000	

A.

11. Amsterdam.

Amsterdam besitzt circa 366,000 Einwohner und bietet in seiner Anlage Eigenthümlichkeiten dar, welche die hier speciell interessirenden sanitären Verhältnisse sehr wesentlich beeinflusst haben. An der Mündung der Amstel in dem Y genannten Arm der Zuider-See gelegen, wird das Stadtgebiet von einer grossen Zahl von Kanälen, Grachte genannt, durchzogen, welche dasselbe in circa 90 Inseln theilen, die durch circa 300 Brücken unter einander verbunden sind. Gegen das Meer ist die Stadt durch mächtige Dämme und Schleusen geschützt. Der Boden besteht in seinen oberen Schichten aus Moor und Schlamm, so dass alle Bauten einen starken Pfahl-Unterbau erfordern.

Das Trinkwasser wird der Stadt durch eine Wasserleitung zugeführt, welche das Wasser aus einem grossen, circa $4\frac{1}{2}$ km von Amsterdam entfernten Bassin erhält, doch finden sich ausserdem noch auf den Dächern vieler Häuser Cisternen, welche zum Auffangen des Regenwassers angelegt sind.

Die Abwässer werden sämmtlich direct in die Grachte geleitet, welche ausserdem auch recht beträchtliche Mengen fester Abfälle, ja selbst einen nicht geringen Theil des Inhaltes der Latrinengruben aufnehmen müssen. In welchem Zustande sich in Folge dessen diese Grachte befinden, ist klar, das Wasser derselben erscheint schwärzlich von Farbe und verbreitet, namentlich an heissen Tagen, wie zur Zeit unseres Besuches am 23. und 24. Juli (4. und 5. August) 1885 Ausdünstungen, die ganz erschrecklich sind. Durch die Dämme vom Meere abgesperrt, ist das Wasser der Grachte ganz abgeschlossen und erfährt nur eine höchst unzureichende Erneuerung durch Auspumpen des alten und Einpumpen neuen Wassers aus der Zuider-See. Durchschnittlich circa 2–3 m tief, sollen die Grachte etwa zur Hälfte mit Schlamm erfüllt sein, der beständig ausgebaggert und dann zum Theil als Düngemittel verwandt, zum Theil aber auch, wie wir selbst uns zu überzeugen Gelegenheit hatten, an den Ufern der mehr ausserhalb gelegenen Kanäle ausgeschüttet und mit einer dünnen Schicht Sand bedeckt wird, wobei sich Ausdünstungen entwickelten, die bereits in beträchtlicher Entfernung bemerkbar waren.

Die festen Abfälle, so weit sie nicht in die Grachte gelangen, werden von besonders construirten Wagen abgeholt und nach einem, ausserhalb der Stadt, jedoch in nicht sehr grosser Entfernung von derselben belegenen Platze gebracht, auf dem sie zur Compostbereitung verwandt werden.

Zu diesem Platze werden auch die Faecalien gebracht, welche in verschiedener Weise aufgefangen und fortgeschafft werden. Die grösste Masse derselben wird in Eimern oder Gruben aufgefangen und der Inhalt ersterer in besondere Wagen geschüttet, der letzterer durch die bereits vielfach erwähnten pneumatischen Maschinen in grosse Latrinentonnen übergeführt. Der kleinere Theil der Faecalien, gegenwärtig die von circa 61,000 Einwohnern, wird nach dem Liernur'schen Differencirsystem durch die Röhren desselben zunächst nach der Centralstation geleitet, dort in der Poudrettefabrik eingedickt und dann in Böten ebenfalls nach dem Compostbereitungsplatze geschafft.

Diese Zustände haben natürlich schon seit langer Zeit die heftigsten Klagen hervorgerufen und die Stadt-Verwaltung veranlasst durchgreifende Verbesserungen derselben anzustreben. Zunächst wandte man seine Aufmerksamkeit namentlich der Entfernung der Faecalien zu und beschloss im Jahre 1870 nach längeren Verhandlungen einen Versuch mit dem Liernur'schen Differencirsysteme zu machen. In der Foke Simonzstraat wurde die erste isolirte Anlage für circa 2,600 Menschen nach diesem System ausgeführt, der man, als sie sich in ihren Leistungen befriedigend erwies, bis zum Jahre 1879, 5 weitere Gruppen folgen liess. Jede dieser, in den Aussentheilen der Stadt gelegenen und räumlich ziemlich weit von einander entfernten Gruppen bildete eine Anlage für sich und wurde durch mobile Luftpumpen entleert. Da sich in Folge dessen der Betrieb aber recht kostspielig gestaltete, so beschloss die Stadt-Verwaltung am Schlusse des Jahres 1879 das System zu vervollständigen und eine Centralstation zu erbauen, mit der alle die einzelnen Gruppen verbunden und von der aus sie alle entleert werden sollten.

Zur Zeit unserer Besichtigung war diese Centralstation, die zugleich mit einer Fabrik zur Eindickung der Faecalien verbunden worden war, nahezu ein Jahr im Betriebe und die erwähnten 6 Gruppen mit ihr verbunden, einige weitere, unterdessen ebenfalls mit Einrichtungen nach dem Liernur-System versehene Häusergruppen waren aber noch nicht angeschlossen und wurden noch von mobilen

Luftpumpen bedient. Der für die Centralstation gewählte Platz ist nicht sehr günstig gelegen, ganz an dem einen äussersten Ende der Stadt, an deren anderem Ende sich die erste Anlage befindet. Das zur Zeit die Centralstation mit den einzelnen Häusergruppen verbindende und die Stadt fast im Halbkreise umziehende Faecaltransportrohr hat denn auch eine Länge von $4\frac{1}{2}$ km, das gesammte bis jetzt ausgeführte Rohrnetz eine solche von 9 km, bei einer Weite der Röhren von circa 9 resp. 5 Zoll. Bei den beständig von Kanälen unterbrochenen Strassenzügen hat das Faecaltransportrohr auch keine ebene Lage erhalten können, ja es hat sogar mehrfach unter der Sohle schiffbarer Kanäle hindurchgeführt werden müssen und weist daher ein bedeutendes Steigen und Fallen auf, welches dem Transport der Faecalien in dem Rohre recht erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellt. Um diese zu überwinden, muss beim Faecaltransport wiederholt Luft in das Rohr hineingelassen werden, welche die Massen über die bedeutendsten Steigungen hinübertreibt, woher denn auch der Transport der Faecalien von der entferntesten Anlage zur Centralstation etwa 2 Stunden in Anspruch nimmt.

Die von uns besichtigten Privets, von denen sich das eine im Treppenhaus bei dem leitenden Ingenieur, das andere neben der Küche im Hause eines Bürgers befand, zeigten beide Trichter ohne Wasserspülung, die durch frische Faecalien etwas verunreinigt waren und liessen beide beim Aufheben des Verschlussdeckels auch etwas Faecalgeruch wahrnehmen. Ein hineingeworfenes brennendes Zündhölzchen brannte ruhig fort.

Die Entleerung des Strassenreservoirs, der wir beiwohnten, und bei der 2 Menschen thätig waren, ging rasch vor sich, ohne dass auch nur die geringste Ausdünstung wahrnehmbar gewesen wäre; je nach der Zahl der angeschlossenen Häuser sollen einzelne dieser Reservoirs einmal, andere dagegen bis zu fünfmal täglich entleert werden.

In der Centralstation, welche am Ufer eines Kanales, am äussersten Ende des ganzen, die innere Stadt in einem Halbkreise umschliessenden Rohrsystemes angelegt ist, gelangen die durch das Faecaltransportrohr (Magistralrohr) angesogenen Faecalien, nachdem sie einen Korb mit sehr weiten Maschen zum Auffangen etwaiger ganz grober fremder Bestandtheile passirt haben, in zwei etwas vertieft angelegte Reservoirs von je $22 m^3$ Inhalt. Diese sind mit einer selbstthätigen Regulirungsvorrichtung versehen, so dass, wenn $15 m^3$ hineingeflossen sind, die Masse in zwei, über der ersten liegende gleich grosse Reservoirs gehoben wird, aus denen sie sodann ihrer eigenen Schwere nach, in einen, in einem Nebenraume aufgestellten Apparat fliessen, in dem sich ein feinmaschiges, schräggeltes Trommelsieb in beständiger Rotation befindet. Die flüssigen Massen passiren das Sieb, etwaige fremde Beimengungen aber werden zurückgehalten und sinken allmählig bei der schrägen Stellung der Trommel in derselben nach vorn, bis sie durch eine Oeffnung in ein unter dem Fussboden dieses Raumes angelegtes gemauertes Bassin fallen. Dieses Bassin hat zwar gegen den Raum eine gewölbte Decke, in dieser befindet sich aber zum Herausnehmen der hineingefallenen Gegenstände eine Oeffnung, die nicht luftdicht, sondern nur durch einen Holzdeckel geschlossen war, woher denn auch in diesem Raume ein starker Faecalgeruch herrschte.

Aus diesem Siebapparat gelangen die flüssigen Massen weiter in einen grossen, runden, eisernen Behälter von circa $200 m^3$ Inhalt, in dem die allmählich zuströmenden Portionen durch ein Rührwerk Stunden hindurch durch einander gerührt werden, so dass die ganze Masse schliesslich eine vollkommen gleichmässige Mischung erhält. Danach wird an einer herausgenommenen Probe der Trockengehalt bestimmt und nach diesem die erforderliche Quantität Schwefelsäure bemessen, welche dann die ganze Nacht hindurch tropfenweise unter beständiger Arbeit des Rührwerkes zufliesst.

Am folgenden Tage beginnt sodann die Verarbeitung der so vorbereiteten Masse, die zunächst in den Vorwärmer geleitet wird, in dem sie durch den abziehenden Dampf des sogleich zu erwähnenden dritten Siedekessels, sowie durch den Abdampf der kleineren in der Fabrik benutzten Motore auf einen recht hohen Wärmegrad vorgewärmt wird. Aus diesem Vorwärmer gelangt die erhitzte Masse in den eigentlichen Verdampfungsapparat, eine sog. Verdampfungsatterie à triple effet, die aus 3 unter einander zusammenhängenden Kesseln besteht, von denen jedoch nur in den ersten directer auf 110° C. erhitzter Dampf geleitet wird, während in dem zweiten der Abdampf des ersten und in dem dritten der Abdampf des zweiten benutzt wird. In den beiden letzten wird aber zugleich durch eine Luftpumpe ein Vacuum erzeugt und daher genügen die geringeren Temperaturen des Abdampfes, um die Massen in ihnen doch zum Sieden zu bringen. Wird schon hierdurch die einmal erzeugte Wärme beträchtlich ausgenutzt, so geschieht das weiter noch dadurch, dass der Abdampf des dritten Kessels, wie bereits erwähnt, für den Vorwärmer und danach noch für die zur Erzeugung des Vacuum in den Siedekesseln dienende Luftpumpe benutzt wird und dass endlich das im ersten Kessel sich bildende, circa $70-90^{\circ}$ C. heisse Condensationswasser als Speisewasser für den Dampfkessel Verwendung findet. Mit einem Kilogramm Kohlen sollen dann bei dieser Methode $11-12\text{ kg}$ Wasser verdampft werden, während in den Zuckerfabriken sogar $15-16\text{ kg}$ Wasser mit dem gleichen Quantum Kohlen zur Verdampfung gelangen.

In diesen Verdampfungsapparaten soll die mit circa $2\frac{1}{2}\%$ Trockensubstanz, also sehr verdünnt, in die Fabrik gelangende Faecalmasse auf circa 40% Trockensubstanz eingedampft werden und danach in einen Apparat gelangen, in dem sie durch Bürstenwalzen in dünner Schicht auf grosse rotirende, durch Dampf erhitzte eiserne Cylinder aufgetragen wird. Auf diesen Cylindern soll die Masse dann vollständig austrocknen, von ihnen durch kleinere, mit Stiften versehene Walzen wieder abgekratzt werden und endlich als pulverförmige Masse in vorgestellte Gefässe fallen und dann das fertige verpackungs- und transportfähige Düngerpulver darstellen.

Vorläufig wird die in die Fabrik gelangende Masse aber nur auf circa 12% Trockensubstanz eingedickt und in diesem Zustande in grosse Böte abgelassen, mit denen sie auf den Kanälen zur Compostbereitungsstelle gebracht wird. Von der Herstellung einer trocknen Poudrette ist zur Zeit noch abgesehen, weil die flüssige Faecalmasse sowol, als der mit derselben bereitete Compost bei der dortigen Landbevölkerung beliebter als Düngemittel sein und daher auch besseren und leichteren Absatz finden sollen, als feste Poudrette.

Die bereits mehrfach erwähnte Compostbereitung findet gegenwärtig auf einem an der Ostseite der Stadt, in nicht sehr grosser Entfernung von derselben, an einem Gracht belegenen Platze statt, der sowohl für Böte, als auch für Fuhrwerke, für erstere auf dem Gracht, für letztere auf der sich an dem Platze hinziehenden Landstrasse zugänglich ist. Auf diesem Platze werden nicht sehr tiefe, aber sehr grosse Gruben ausgegraben, in denen zunächst eine Schicht der aus der Stadt angeführten festen Abfälle, Kehricht, Hausabfälle, Strassenschmutz etc. ausgebreitet und diese dann mit der eingedickten Faecalmasse aus der Centralstation übergossen wird, worauf wiederum eine Schicht fester Abfälle und ein Uebergiessen mit Faecalmasse u. s. w. folgt, bis endlich Berge solcher Massen von $12-15$ Fuss Höhe entstanden sind. Diese werden dann längere Zeit hindurch sich selbst überlassen, zersetzen sich dabei unter dem Einflusse der Witterung und werden dann, wenn sie eine gewisse Beschaffenheit erlangt haben, an die Landbewohner zum Preise von circa 2 Gulden holl. pro 100 kg verkauft.

Welcher Art die Ausdünstungen auf diesem Platze waren, bedarf hiernach keiner weiteren Schilderung, ebenso wenig wie, dass ein Theil der flüssigen Faecal-

masse in dem Boden versickern muss, ein anderer Theil aber aus den Haufen abfließt und in grösseren und kleineren Strömen sich in den Gracht ergiesst.

Es ist bereits erwähnt worden, dass auch die aus den Latrinengruben und Kübeln entleerten Massen zu diesem Platze geführt werden; diese dienen aber nicht zur Compostbereitung, sondern werden zunächst in eine, auf demselben Grundstücke angelegte Grube von sehr beträchtlicher Längen- und Breitenausdehnung ausgegossen und in rohem Zusande verkauft. Diese Grube hat gehörig befestigte Wände und über ihr ist ein grosses Gebäude aufgeführt, welches die Masse vor dem Regen schützt. An der dem Grachte zugewandten Seite der Grube befindet sich am Boden derselben eine durch einen Schieber verschliessbare Oeffnung, welche in einen Kanal führt, der einige Fuss über dem Wasserspiegel des Grachtes mündet, so dass die Faecalmasse direct aus der Grube in das herangefahrene Boot abgelassen werden kann. Das Oeffnen und Schliessen des Schiebers an der Oeffnung des Kanales, sowie das Verhindern etwaiger Verstopfungen in dem Abflusskanale ist einem Menschen übertragen, der sich auf einem, in diesem Faecalsee schwimmenden Flosse befindet und dieses mittelst einer langen Stange fortbewegt. B.

