

# Bericht

über die

## Vorarbeiten für die systematische Entwässerung und Reinigung

der

### Stadt Riga,

enthaltend die Arbeiten vom Oberlehrer Ad. Werner, Professor M. Glasenapp,  
Dr. med. E. Bochmann und Oberingenieur Ad. Agthe.

---

Redigirt im Auftrage des Rigaschen Bauamts von  
Adolf Agthe.

---

**Riga,**

Gedruckt in der Müllerschen Buchdruckerei (Herdérplatz Nr. 2).

1886.

Берлин

Трудовой для государственной  
и общественной

Stadt Riga

Дозволено цензурою. Рига 9 Декабря 1886 г.

10124

## Vorbemerkungen.

Mittelst Schreibens vom 4. September 1879 übergab der Rigasche Rath dem Rigaschen Stadtamt die Acten der im Jahre 1875 niedergesetzten ständischen Commission, die unter Mitwirkung von Gliedern des technischen Vereins und der ärztlichen Gesellschaft ein Programm für eine systematische Entwässerung der Stadt entworfen hatte.

Das Stadtamt übertrug die weitere Bearbeitung dieser Frage am 8. November 1879 einer Commission, bestehend aus den Stadträthen Hillner und Holst, dem Beisitzer des Bauamts Knierim, dem Beisitzer der Sanitätscommission Dr. Bochmann, dem Stadtrevisor Stegmann und dem Oberingenieur Agthe.

Am 17. November 1880 wurde von dieser Commission dem Stadtamt ein unter Zugrundelegung der Arbeiten der ständischen Commission entworfenes Programm der zur Wahl eines Bereinigungs- und Entwässerungs-Systems für Riga erforderlichen Vorarbeiten nebst Kostenvoranschlag übergeben. Die Inangriffnahme dieser Vorarbeiten wurde am 8. Dezember 1880 vom Stadtamt genehmigt. Dieses Programm enthielt die nachstehend genannten Kapitel:

- I. Darstellung des gegenwärtigen Bereinigungs- und Entwässerungsverfahrens.
- II. Ermittlung der Anzahl und Lage der bestehenden Privets.
- III. Ermittlung der Kosten der gegenwärtigen Bereinigung der Privets und Senkgruben.
- IV. Ermittlung der Kosten der gegenwärtigen Bereinigung der natürlichen und künstlichen Wasserläufe, der Strassen und Plätze.
- V. Darlegung der sanitären Zustände Rigas bis zu den Grenzen des Nivellements und der Neuvermessung. (Feststellung der Mortalität und der Morbidität).
- VI. Allgemeine Darstellung der Haupt-Bereinigungs- und Entwässerungs-Systeme in ihren Grundzügen.
- VII. Statistische und physikalische Erhebungen.
  - 1) Feststellung der Einwohnerzahl nach Strassen und Häusern.
  - 2) Meteorologische Daten.
    - A. Tabellen über die Temperatur der Luft.
    - B. Tabellen über die grössten beobachteten Regenmengen.
  - 3) Bodenverhältnisse.
    - A. Specielle Vermessung des Terrains und Aufnahme eines Situationsplanes mit genauer Angabe der Strassen und Wasserläufe.
    - B. Aufnahme eines genauen Bodennivellements.
    - C. Tabellen über Bohrungen zur Untersuchung der Schichtenverhältnisse des Bodens.
    - D. Veranstaltung chemischer und mikroskopischer Bodenanalysen.
  - 4) Wasserverhältnisse.
    - A. Offenes Wasser.
      - a. Zusammenstellung von Schwankungen in dem Stande der Düna.
      - b. Angabe der Tiefe und Wassermenge der natürlichen Wasserläufe.

- c. Chemische und mikroskopische Untersuchung des Wassers der natürlichen Wasserläufe, sowie einiger noch in Gebrauch befindlicher Brunnen.
  - d. Darstellung der Wasserleitungen in ihrer Verzweigung und Leistungsfähigkeit.
  - e. Chemische und mikroskopische Untersuchung des Wasser der Wasserleitungen.
- B. Grundwasser.
- a. Aufnahme eines genauen Grundwassernivellements.
  - b. Chemische und mikroskopische Untersuchung des Grundwassers.

Die chemischen Untersuchungen wurden durch Herrn Professor Glasenapp, die Zusammenstellung der meteorologischen Erhebungen durch Herrn Oberlehrer Werner, die statistischen Zusammenstellungen durch Herrn v. Jung-Stilling, die Untersuchungen des Grundwassers und der Terraingestaltung sowie die Erhebungen an den Wasserläufen durch Oberingenieur Agthe zur Ausführung gebracht.

Im Sommer 1885 wurden das Mitglied der Sanitätscommission Dr. med. E. Bochmann und der Oberingenieur Agthe zur Besichtigung einiger Städte des Auslandes abdelegirt, deren Einrichtungen für die Wahl eines Systems der Reinigung und Entwässerung unserer Stadt zu berücksichtigen waren.

Am 22. April 1885 wurde das Bauamt vom Stadtamt beauftragt, den Bericht über die Vorarbeiten zur Wahl eines Reinigungs- und Entwässerungs-Systems zu redigiren, welches Letztere diese Aufgabe dem Oberingenieur Agthe übertrug.

Im Nachstehenden folgt das Verzeichniss der durch diese Vorarbeiten gelieferten Zeichnungen, Tabellen und Berichte:

## I.

Rigas Witterungsverhältnisse nebst einem Anhang, Wasserstand und Eisbedeckung der Düna bei Riga. (Durch den Druck vervielfältigt.)

7 lithographirte Tafeln graphische Darstellung der meteorologischen Beobachtungsergebnisse.

## II.

Chemisch analytische und mikroskopische Untersuchung des Bodens, des Grundwassers und einiger Brunnen und offenen Gewässer der Stadt Riga. (Durch den Druck vervielfältigt.)

1 Tafel „die schwimmenden Bestandtheile des Rigaschen Wasserleitungswassers.“

## III.

Zu dem im Verwaltungsbericht des Jahres 1883 Seite 418 mitgetheilten Verzeichniss der durch das Nivellement und die Neuvermessung erhaltenen Profile und Karten des Stadtgebietes, sind hier noch hinzuzufügen:

Eine Karte der Stadt Riga im Maassstab von 1:2100. (Im Druck vervielfältigt.)

Eine Karte der Stadt Riga im Maassstab von 1:4200. (Im Druck vervielfältigt.)

Ein Uebersichtsplan der Stadt Riga im Maassstab von 1:12600. (Im Druck vervielfältigt.)

## IV.

75 Hefte Originalprotocolle der täglichen und wöchentlichen Grundwassermessungen.  
2 Bücher enthaltend die Tabellen der täglichen und wöchentlichen Grundwassermessungen sowie der Wochen- und Monatsmittel.

23 Blätter graphische Darstellung der täglichen Grundwasserschwankungen.

- 6 Blätter graphische Darstellung der Monatsmittel, nach Profilen geordnet.
- 4 Blätter Darstellung der Terrainschichtung und der Höhenlage der Grundwasserbohrlöcher.
- 5 lithographirte Tafeln, Darstellung der Terrainschichtung und Höhenlage der Grundwasserbohrlöcher.
- 1 lithographirte Tafel Curven der täglichen Grundwasserschwankungen vom Juli — Dezember 1882.
- 7 lithographirte Tafeln Graphische Tabellen der Wochenmittel der beobachteten Grundwasserstände vom Juli 1882 — Juli 1883.
- 3 lithographirte Tafeln Darstellung der maximalen, minimalen und mittleren Grundwasserstände im Verhältniss zur Terrainhöhe vom Juli 1882 — Juli 1883.
- 1 Buch enthaltend die Originalprotocolle der einmaligen Grundwasserbeobachtung am 3. Juni und 5. August 1884.
- Eine Karte der Stadt mit Angabe der Terrain- und Grundwasser-Isohypsen (Durch den Druck vervielfältigt.)

## V.

- 3 Hefte; Ergebnisse der Volkszählung vom Jahre 1881 nach den Strassen geordnet.
- 11 Kartenblätter mit Angabe der Bevölkerungsziffer für jedes einzelne Grundstück.

## VI.

Beschreibung der gegenwärtig zur Reinigung und Entwässerung der Städte angewendeten Systeme. (Durch den Druck vervielfältigt.)

Erläuterungsbericht zu den Messungen zur Bestimmung der Terraingestaltung der Höhenlage und der Schwankungen des Grundwasserstandes sowie der Wassermengen und Durchflussgeschwindigkeiten der offenen Gewässer der Stadt Riga (Durch den Druck vervielfältigt.)

Angaben über das gegenwärtig in Riga in Gebrauch befindliche Verfahren zur Reinigung und Entwässerung der Stadt nebst einer Beschreibung der im Stadtgebiet vorhandenen Ableitungsanlagen. (Durch den Druck vervielfältigt.)

Eine Karte enthaltend die Wasserleitung mit ihren Verzweigungen.

Eine Karte im Maassstabe von 1:4200 (14 Blatt) enthaltend sämtliche bestehenden Entwässerungssiele.

# Inhalt.

## I.

Rigas Witterungsverhältnisse nebst einem Anhang: Wasserstand und Eisbedeckung der Düna bei Riga.	Seite.
I. Temperatur .....	3—7
II. Luftdruck .....	7—9
III. Feuchtigkeit der Luft, Bewölkung und Niederschläge .....	9—11
IV. Windrichtung und Windstärke .....	12—15
Tabelle I. Monatsmittel der Temperatur .....	16
„ II. Relative Maxima und Minima der Temperatur .....	17
„ III. Monatsmittel des Luftdruckes .....	18
„ IV. Relative Maxima und Minima des Luftdruckes .....	19
„ V. Absolute Feuchtigkeit — Relative Feuchtigkeit .....	20
„ VI. Höhe der Niederschläge in Millimetern .....	21
„ VII. Grösste Niederschlagsmenge in 24 Stunden .....	22
Anhang. Wasserstand und Eisbedeckung der Düna bei Riga .....	23—24
Tabelle A. Wasserstand der Düna bei Riga .....	25
„ B. Wasserstand der Düna bei Dünämünde .....	26

## II.

Chemisch-analytische und mikroskopische Untersuchung des Bodens, des Grundwassers und einiger Brunnen und offenen Gewässer der Stadt Riga.

Vorbemerkungen .....	29—31
I. Der Boden .....	31—52
II. Die Kanäle und deren Schlammfänger .....	53—56
III. Das Wasser .....	57—73
Tabellen .....	74—92

## 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.

I. Der Boden .....	95—104
II. Das Grundwasser .....	104—120
III. Die offenen Gewässer .....	120—122

## 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.

Die Beseitigung der Abwässer .....	125—149
Die Beseitigung der festen Abfälle und der Faecalien .....	150—153

## V.

Beschreibung der gegenwärtig zur Reinigung und Entwässerung der Städte angewendeten Systeme.

I. Allgemeiner Theil .....	157—183
II. Specieller Theil:	
1. Leipzig .....	184—185
2. Stuttgart .....	185—187
3. Braunschweig .....	187—189
4. Augsburg .....	189—191
5. Freiburg im Breisgau .....	191—193
6. Hamburg .....	194—195
7. London .....	195—196
8. Frankfurt a. Main .....	197—198
9. Essen an der Ruhr .....	198—201
10. Berlin .....	201—207
11. Amsterdam .....	207—211

In den vorliegenden Arbeiten sind die neuen Strassenbenennungen angewendet und fast durchweg die alten Strassenbenennungen in Klammern daneben gesetzt worden. Eine Ausnahme hiervon machen einige lithographirte Tafeln, die fertig gestellt waren, bevor die Stadtverordneten-Versammlung die neuen Strassenbenennungen bestätigt hatte und welche aus diesem Grunde die alten Benennungen erhalten haben.

Im Wesentlichen ist für Maasse und Gewichte das Meter-System zur Anwendung gelangt, dessen Einheiten im Nachstehenden mit den einheimischen Maassen und Gewichten in Vergleich gestellt worden sind.

1 Meter	wurde bezeichnet mit . . . . .	<i>m</i>	= 3,28 Fuss russ.
1 Quadratmeter	" " " . . . . .	<i>m</i> <sup>2</sup>	= 10,76 Quadratfuss = 0,219 Quadratfaden
1 Cubikmeter	" " " . . . . .	<i>m</i> <sup>3</sup>	= 35,31 Cubikfuss = 0,102 Cubikfaden
1 Centimeter = $\frac{1}{100}$ Meter	wurde bezeichnet mit	<i>cm</i>	= 0,39 Zoll russ.
1 Millimeter = $\frac{1}{1000}$ " " "	" " " " "	<i>mm</i>	= $\frac{1}{25}$ Zoll russ.
1 Kilometer = 1000 " " "	" " " " "	<i>km</i>	= 468,7 Faden = 0,93 Werst
1 Hectare = 10000 □ Meter	" " " " "	<i>ha</i>	= 2,69 Lofstellen = 0,915 Dessätinen
1 Quadratkilometer	" " " " "	<i>km</i> <sup>2</sup>	= 219679 □ Faden = 0,878 □ Werst
1 Liter = $\frac{1}{1000}$ Cubikmeter	" " " " "	<i>l</i>	= 0,035 Cubikfuss = 0,51 Stof
1 Gramm = $\frac{1}{1000}$ Kilogramm	" " " " "	<i>gr</i>	= 0,078 Loth
1 Milligramm = $\frac{1}{1000}$ Gramm	" " " " "	<i>mg</i>	= 0,00078 Loth
1 Kilogramm	" " " " "	<i>kg</i>	= 2,44 Pfund = 0,06 Pud
1 Tonne = 1000 Kilogramm	" " " " "	<i>t</i>	= 61,04 Pud.

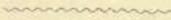
I.

Rigas Witterungsverhältnisse

nebst einem Anhang:

Wasserstand und Eisbedeckung der Düna bei Riga.

Von Oberlehrer Ad. Werner.



# I.

## Rigas Witterungsverhältnisse

nebst einem Anhang:

### Wasserstand und Eisbedeckung der Düna bei Riga.

Von Oberlehrer Ad. Werner.

Seit dem Jahr 1795 sind in Riga zu bestimmten Tagesstunden Witterungsbeobachtungen angestellt worden, welche aber wiederholt auf längere Zeit haben unterbrochen werden müssen, so dass sich die Lücken sogar auf mehrere Jahre erstrecken.

Es sind Beobachtungen gemacht worden:

- 1) in den Jahren 1795—1832 von Prof. J. D. Sand.
- 2) in den Jahren 1809—1830 von Oberlehrer W. Fr. Keussler.
- 3) vom December 1839—1848 von Oberlehrer Dr. Deeters.
- 4) vom September 1850 bis October 1871 von Dr. phil. A. Buchholtz.
- 5) vom Mai bis September 1872 und von 1873 an bis auf die Gegenwart von verschiedenen Beobachtern, auf Veranlassung des Naturforscher-Vereins zu Riga.

Von den Aufzeichnungen der älteren Beobachter ist ein Theil verloren gegangen und sind hiervon nur noch die aus diesen Beobachtungen berechneten Monats- und Jahresmittel n. a. Styl erhalten. Die Aufzeichnungen vom Jahr 1850 an werden im Archiv des physikalischen Central-Observatoriums in St. Petersburg aufbewahrt und sind in extenso oder doch in den Tagesmitteln in den Annalen des Observatoriums und in dem Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins publicirt, wodurch dieses werthvolle Material für wissenschaftliche Verarbeitungen dauernd erhalten und auch weiteren Kreisen leicht zugänglich gemacht worden ist. Es hat dieses Material bei meteorologischen Abhandlungen des Central-Observatoriums mehrfach Verwendung gefunden, und in ganz besonderem Masse gilt dieses für die Temperaturdaten, die, soweit sie aus den Jahren 1795—1875 erhalten sind, in dem Werk: „Die Temperatur-Verhältnisse des Russischen Reiches von H. Wild. Supplementband zum Repertorium für Meteorologie, St. Petersburg, 1881,“ kritisch verarbeitet, in den Monats- und Jahresmitteln n. n. Styl veröffentlicht sind.

Zusammenfassende Berechnungen der Rigaer Beobachtungen sind im Korrespondenzblatt — von kleineren Aufsätzen abgesehen — dreimal publicirt und zwar

1) „Das Klima von Riga.“ Nach den Beobachtungen des Coll.-Rath Dr. Deeters berechnet von Nikolaus Neese, III. Jahrgang Nr. 6 und 7, 1849. In dieser Arbeit werden Temperatur, Luftdruck, Bewölkung und Winde eingehend behandelt, jedoch nur nach den Ergebnissen der Jahre 1842 bis 1848.

2) „Die mittlere Temperatur von Riga.“ Mitgetheilt von Nikolaus Neese, VI. Jahrgang Nr. 9 und ein Nachtrag in Nr. 12, 1852/53. Es werden hier die Resultate aus den Temperatur- und Luftdruckbeobachtungen des Prof. Sand wiedergegeben.

3) „Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen des Dr. A. Buchholtz in Riga. Zusammengestellt von Dr. F. Buhse,“ XVI. Jahrgang Nr. 1 und folgende. Die Arbeit behandelt die Jahre 1851—1865 und giebt die Mittelwerthe für die wesentlichen Witterungsgrößen nach Monaten und Jahren (n. St.).

Aus der Zeit vor dem Jahr 1850 ist über die Aufstellung und Beschaffenheit der Instrumente, an denen beobachtet wurde, wenig bekannt, von dem genannten Jahre ab sind nur Apparate benutzt worden, die vom Central-Observatorium bezogen und häufigen Prüfungen unterworfen worden sind, und es ist somit für ihre Zuverlässigkeit eine ausreichende Garantie geboten.

Dr. A. Buchholtz beobachtete in seinem an der Alexanderstrasse der St. Petersburger Vorstadt gelegenen Hause, und die Aufstellung der Instrumente ist eine der Instruction des Central-Observatoriums entsprechende gewesen. Vom Mai bis September 1872 und von 1873 bis zum 14. Mai n. St. 1876 befand sich die meteorologische Station im Polytechnikum, jedoch waren einige Apparate auch auf dem der Mineralwasseranstalt gehörigen Grunde aufgestellt. Von dem zuletzt genannten Datum bis auf die Gegenwart ist die Station im Stadtgymnasium.

In der vorliegenden Arbeit ist behufs Gewinnung von Monats- und Jahresmitteln für die einzelnen Witterungsgrößen das Material aus dem Zeitraum von 1851 ab verwerthet und zwar sind die Daten, wenn die benutzte Quelle nicht noch besonders erwähnt ist, entnommen: für die Jahre 1851—1865 aus der sub 3 genannten Zusammenstellung von Dr. F. Buhse, für die folgenden Jahre aus den Annalen des Central-Observatoriums und nur für die wenigen Jahre, in denen sich Lücken finden und die in die Annalen daher nicht aufgenommen sind, habe ich mich an die Publicationen des Naturforscher-Vereins gehalten und endlich benutzte ich für den Jahrgang 1883, der noch nicht durch den Druck veröffentlicht ist, die Tabellen der meteorologischen Station, welche nach den Originalaufzeichnungen berechnet sind. Alle Angaben beziehen sich auf das Datum nach dem neuen Styl.

Es sind in den folgenden Abschnitten behandelt:

- I. Temperatur,
- II. Luftdruck,
- III. Feuchtigkeit der Luft, Bewölkung und Niederschläge,
- IV. Windrichtung und Windstärke

und in einem Anhang:

der Wasserstand und die Eisbedeckung der Düna bei Riga.

## I. Temperatur.

In dem Werk „Die Temperatur-Verhältnisse des russischen Reiches“ sind zur Berechnung der Temperaturmittel für Riga 64 Jahre benutzt worden und zwar die Jahre 1795—1814, 1824—1831, 1839—1848, 1850—1875, von denen acht nur für einige Monate Material bieten, so dass für das Jahresmittel bloß 56 Jahre verwerthet werden konnten.

Obgleich es nun im Allgemeinen richtig ist, alle vorhandenen Beobachtungen einer Erscheinung zu benutzen, vorausgesetzt, dass die Brauchbarkeit jener nicht anzuzweifeln ist, so habe ich mich dennoch aus mehreren Gründen nur auf den Zeitraum 1851—1882 beschränkt und aus dem gewonnenen Material die Monats- und Jahresmittel berechnet. Es ist für den Zweck dieser Arbeit, zum Vergleich genügende Mittelwerthe zu erhalten, ein so langer Zeitraum, wie der hier gewählte, ausreichend, zumal bei einer längeren Jahresreihe die Extreme der Mittel weiter auseinanderliegen und dadurch die Genauigkeit der Resultate doch nicht wesentlich erhöht wird. Meist sind es bestimmte Wärme- und Kälteperioden, die, je nach der Wahl der Zeiträume, oft recht bedeutend differirende Mittel ergeben, und es erscheint mir dann der Vergleich der Mittel eines Jahres auch nicht mit den aus einer langen Reihe von Jahren, sondern aus einer kürzeren, aber unmittelbar vorhergehenden Periode, gewonnenen Werthe als wünschenswerth. Wie gering aber der Unterschied in der Genauigkeit der Resultate aus jener circa 60jährigen und dieser 30jährigen Periode ist, werde ich weiterhin angeben.

Ferner lag mir viel daran, solche Beobachtungen zu benutzen, wo ich eine möglichst gleiche Aufstellung der Thermometer, gute Uebereinstimmung der Bodenbeschaffenheit und nahezu einheitliche Methode der Beobachtung erwarten konnte und wie ich es in den Jahren 1851—1882 mit Recht annehmen kann.

Von 1851—1869 sind die Beobachtungen um 6 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends, von 1870 an um 7 Uhr Morgens, 1 Uhr Nachmittags und 9 Uhr Abends angestellt worden. Um das arithmetische Mittel aus diesen drei Beobachtungen auf das wahre Tagesmittel zu reduciren, sind an die Tagesmittel resp. Monatsmittel folgende Correctionen, den „Temperatur-Verhältnissen des russischen Reiches“ entlehnt, angebracht worden:

Termine:	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
$\frac{1}{3}(6+2+10)$ :	-0,09	-0,14	0,04	0,19	0,13	0,08	0,12	0,24	0,19	-0,04	-0,06	-0,06
$\frac{1}{3}(7+1+9)$ :	-0,09	-0,12	-0,07	-0,22	-0,44	-0,62	-0,59	-0,30	-0,12	-0,11	-0,09	-0,10

Die Mittel für die Jahre 1851—1875 sind den „Temperatur-Verhältnissen etc.“ entnommen. Sämmtliche Mittel für die Monate und Jahre finden sich in der Tabelle I. Die Angaben beziehen sich auf das 100theilige Thermometer.

Als die mittleren Monats- und Jahresmittel ergeben sich folgende, denen ich die aus der 60jährigen Periode gewonnenen Werthe gegenüberstelle:

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
c. 30jähr. Per.:	-4,60	-4,49	-1,33	4,22	10,19	16,15	18,01	16,72	12,39	6,29	0,39	-3,35	5,90
c. 60jähr. Per.:	-5,20	-5,00	-1,47	4,60	10,70	15,65	17,96	17,43	12,33	6,30	0,93	-3,16	6,01
Differenz:	0,60	0,51	0,14	-0,38	-0,51	0,50	0,05	-0,71	-0,44	-0,51	-0,54	-0,19	-0,11

Die Jahresmittel differiren nur um 0,11°, während unter den Monatsmitteln der August den grössten Unterschied aufweist: mit -0,71°. Man ist jedoch nicht berechtigt, aus der Grösse der Differenz einen Schluss auf die Genauigkeit des Monatsmittels zu ziehen, da eine geringe Differenz wie 0,19°, gerade auf einen der unbeständigsten Monate, auf den December fällt, während der August, welcher die grösste Differenz zeigt, zu den beständigsten Monaten gezählt werden muss.

Annähernd gewinnt man Einblick in die Grösse der Beständigkeit einer Monatstemperatur aus den folgenden Zahlen, welche die Extreme der Mittel für die einzelnen Monate angeben:

Aus dem Zeitraum 1851—1882 erhält man:

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Maximum . .	1,5	0,1	2,6	7,1	15,0	19,1	21,1	21,1	15,7	9,1	5,0	1,6	7,52
im Jahr 1800+	82	69	82	51	72	76	65	68	66	74	77	57	63
Minimum . .	-12,3	-12,7	-5,1	-0,2	6,0	12,2	15,0	13,9	9,0	2,2	-4,3	-11,6	3,81
im Jahr 1800+	61	71	56	52	64	65	63	64	77	75	76	76	75
Differenz . .	13,8	12,8	7,7	7,3	9,0	6,9	6,1	7,2	6,7	6,9	9,3	13,2	3,71

Aus dem gesammten Zeitraum 1795—1882 ergeben sich folgende Extreme:

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Maximum . .	2,3	1,3	3,1	9,8	16,8	19,2	22,5	21,6	17,4	10,1	5,5	2,7	8,94
im Jahr 1800+1796	1797	48	27	01	1797	26	46	06	26	1799	24	26	
Minimum . .	-17,1	-16,4	-6,8	-0,2	6,0	11,5	14,8	13,9	9,0	2,1	-4,3	-11,6	3,79
im Jahr 1800+	03	1799	00	52	64	06	30	64	77	05	76	76	29
Differenz . .	19,4	17,7	9,9	10,0	10,8	7,7	7,7	7,7	8,4	8,0	9,8	14,3	5,15

Das grösste und geringste Jahresmittel fällt somit auf die ältere Periode, ebenso sämtliche Maxima der Monatsmittel, während die Minima sich recht gleichmässig auf beide Perioden: 1795—1848 (37 Jahrgänge) und 1851—1882 (32 Jahrgänge) vertheilen. Die Differenzen zwischen den Maxima und Minima sind in der kalten Jahreszeit am grössten, in den Sommermonaten am geringsten. Darnach geben die Extreme aus der Periode 1851—1882 die engsten Grenzen für den wärmsten Monat, für den Juli, für den kältesten Monat, für den Januar, die weitesten Grenzen und ähnliche Verhältnisse weist auch die zweite Tabelle auf.

Zwar ist nun der Schluss wohl berechtigt, dass in demselben Verhältniss als sich die Extreme vom gefundenen Monatsmittel entfernen, auch die übrigen Monatsmittel aus den einzelnen Jahren um das normale Mittel sich gruppieren werden, so dass aus der Grösse der Differenz die Beständigkeit der Monatstemperaturen gefolgert werden kann. Ein genaues Resultat erhält man aber nur dann, wenn sämtliche Mittel eines Monats in die Rechnung gezogen werden. Wenn wir die Temperatur eines Monats als eine unter denselben Bedingungen sich vollziehende Naturerscheinung ansehen und die aus den einzelnen Jahren erhaltenen Temperaturmittel für diesen Monat als ebensoviele Beobachtungen dieser Erscheinung, so können wir hier die Methode der kleinsten Quadrate zur Berechnung der wahrscheinlichen Fehler oder richtiger Abweichungen der einzelnen Mittel und der Gesamtmittel anwenden.

In der Rechnung sind die üblichen Formeln angewandt worden:

$$r = 0,674489 E \qquad r_m = 0,674489 E_m$$

$$E = \sqrt{\frac{[dd]}{n-1}} \qquad E_m = \sqrt{\frac{[dd]}{n(n-1)}}$$

Bezeichnet man mit  $d$  die Differenz zwischen einem Monats- oder Jahresmittel und dem aus allen vorhandenen Mitteln — deren Zahl  $n$  sein soll — gewonnenen arithmetischen Mittel, ferner mit  $[dd]$  die Summe der Quadrate dieser Differenzen, so erhält man die mittlere Abweichung  $E$  aus der Gleichung:

$$E = \sqrt{\frac{[dd]}{n-1}}$$

Die wahrscheinliche Abweichung  $r$  ist diejenige, für welche die Wahrscheinlichkeit, dass sie nur gerade erreicht wird, ebenso gross ist, wie, dass sie überschritten

wird. Es wird  $r$  erhalten durch Multiplication von  $E$  mit der Konstanten  $0,674489$ , sodass wir zu setzen haben:

$$r = 0,674489 E$$

Aus der mittleren Abweichung eines Mittels findet man ferner die mittlere Abweichung  $E_m$  des arithmetischen Mittels vom wahren Mittel. Es ist diese:

$$E_m = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{[dd]}{n-1}} = \sqrt{\frac{[dd]}{n(n-1)}}$$

Die wahrscheinliche Abweichung des gefundenen Gesamtmittels vom wahren Mittel ist dann diejenige Grösse, für welche es ebenso wahrscheinlich ist, dass das gefundene Mittel vom wahren höchstens um so viel abweicht, wie, dass diese Grenze überschritten wird. Gefunden wird die Grösse  $r_m$  aus der Gleichung:

$$r_m = 0,674489 E_m$$

Will man endlich bestimmen, wie viele Beobachtungsjahre erforderlich sind, um als wahrscheinliche Abweichung des Gesamtmittels eine bestimmte Grösse, etwa  $0,1^\circ$  zu erhalten, so benutzt man die Gleichung:

$$\frac{x}{n} = \frac{r_m^2}{0,1^2}$$

Die mit Hülfe dieser Formeln gefundenen Werthe sind:

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
$E$	$\pm 3,56$	$\pm 3,23$	$\pm 2,22$	$\pm 1,74$	$\pm 2,09$	$\pm 1,44$	$\pm 1,54$	$\pm 1,46$	$\pm 1,30$	$\pm 1,88$	$\pm 2,29$	$\pm 3,60$	$\pm 0,96$
$E_m$	$\pm 0,64$	$\pm 0,58$	$\pm 0,40$	$\pm 0,31$	$\pm 0,37$	$\pm 0,25$	$\pm 0,27$	$\pm 0,26$	$\pm 0,23$	$\pm 0,33$	$\pm 0,41$	$\pm 0,65$	$\pm 0,17$
$r$	$\pm 2,40$	$\pm 2,18$	$\pm 1,50$	$\pm 1,17$	$\pm 1,41$	$\pm 0,97$	$\pm 1,03$	$\pm 0,99$	$\pm 0,88$	$\pm 1,27$	$\pm 1,54$	$\pm 2,43$	$\pm 0,65$
$r_m$	$\pm 0,43$	$\pm 0,39$	$\pm 0,27$	$\pm 0,21$	$\pm 0,25$	$\pm 0,17$	$\pm 0,18$	$\pm 0,17$	$\pm 0,15$	$\pm 0,22$	$\pm 0,28$	$\pm 0,44$	$\pm 0,11$
$x$	575	476	224	137	198	95	107	97	77	160	238	589	36

Die grösste wahrscheinliche Abweichung eines Monatsmittels beträgt  $0,44$ , also noch nicht einen halben Grad, die geringste  $0,15$ . Für das Jahresmittel ist nahezu eine genügende Genauigkeit bereits erhalten, da hier das Resultat bis auf  $\pm 0,11^\circ$  genau gewonnen ist.

Im Wesentlichen stimmen die aus der Zeit 1851—1882 erhaltenen Resultate mit denen aus der Periode 1795—1875 gefundenen überein. Zur Uebersicht stelle ich meine Werthe für  $r_m$  mit jenen zusammen:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
1851—1882:	0,43	0,39	0,27	0,21	0,25	0,17	0,18	0,17	0,15	0,22	0,28	0,44	0,11
1795—1875:	0,35	0,29	0,23	0,19	0,20	0,16	0,14	0,15	0,15	0,15	0,19	0,35	0,10
Differenz:	0,08	0,10	0,04	0,02	0,05	0,01	0,04	0,02	0,00	0,07	0,09	0,09	0,01

Die Differenz überschreitet  $0,1^\circ$  nicht, so dass in der That der hier gewählte Zeitraum von ungefähr 30 Jahren für die Monats- und Jahresmittel als ausreichend zu betrachten ist.

Es mag noch an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass die höchste Monats-temperatur im Juli 1826 mit  $22,5^\circ$ , die niedrigste im Januar 1803 mit  $-17,1^\circ$  erhalten worden ist. In der Zeit von 1851 an weist der Juli 1865 und August 1868 das höchste Mittel, nämlich  $21,1^\circ$  auf, während das niedrigste  $-12,7^\circ$  auf den Februar 1871 fällt. Das Jahr 1824 ist dadurch bemerkenswerth, dass in allen Monaten das Mittel grösser als Null ist, 1852 ist dieses nur in 6 Monaten der Fall.

Von einer Berechnung der Temperaturmittel für einen kürzeren Zeitabschnitt, etwa nach Pentaden oder für die einzelnen Tage, glaubte ich abstehen zu müssen, da die sehr zeitraubende Arbeit, wegen der geringen Genauigkeit der Resultate, wenig lohnend sein würde. Um jedoch einigermaßen über den Eintritt und über die Dauer einzelner Temperaturen, die mehr Beachtung verdienen, sich zu orientiren, habe ich die Monatsmittel auf Tafel 21 graphisch dargestellt und die Abscissen so gross gewählt, dass die einzelnen Tage sich von einander unterscheiden lassen. Die berechneten Monatsmittel sind in die Mitte der einzelnen Monate als Ordinaten eingetragen und durch ihre Endpunkte eine Curve hindurchgelegt.

Auf welchen Tag das Maximum und Minimum der Temperatur fällt, lässt sich nur mit sehr geringer Annäherung bestimmen.

Nach der Rechnung muss die höchste Temperatur auf die Mitte des Julis, die niedrigste auf die des Januar kommen und kann daher die Curve auch nur diese beiden Termine für das Maximum und Minimum angeben, da aber im Juni die Temperatur rascher steigt, als sie im August fällt und sich analog auch die Temperatur in den Nachbarmonaten des Januar verhält, so können wir gewiss annehmen, dass das Maximum näher zum August, das Minimum näher zum Februar hin liegt. Um nun aber doch aus der Zeichnung diese Tage zu bestimmen, habe ich die Tage gezählt, an welchen einerseits die Temperatur gleich oder grösser, als  $17^{\circ}$ , andererseits gleich oder kleiner, als  $-4^{\circ}$  ist, ferner das Maximum und Minimum als auf die Mitte dieser Zeit fallend angenommen und auf diese Weise für das Maximum den 19. Juli, für das Minimum den 25. Januar gefunden.

Das Jahresmittel wird am 25. April überschritten und am 18. October sinkt die Temperatur wieder unter dasselbe. Zwischen dem Termin des Minimums und dem Tage, an welchem die Temperatur das Jahresmittel im Frühling erreicht, liegen 90 Tage, zwischen diesem Datum und dem Maximum 85, zwischen dem Maximum und der Eintrittszeit des Jahresmittels im Herbst 90 Tage und endlich zwischen diesem Termin und dem Minimum 100 Tage. Am 17. November ist die Temperatur bis auf  $0^{\circ}$  gesunken und dieser Tag somit der Termin für den Eintritt der Frostzeit, welche bis zum 24. März währt und 128 Tage umfasst.

Zur Charakterisirung der Frostzeit dienen die Curven auf der Tafel 22 durch welche wiedergegeben ist, wie oft in dem Zeitraum 1851—1883 ein und dasselbe Datum eine bestimmte Erscheinung aufweist. Ausgeschlossen wurden wegen Unvollständigkeit die Jahre 1871 und 72, ferner wurde in Schaltjahren der 29. Februar nicht berücksichtigt.

Die Curve A giebt die Anzahl derjenigen Tage an, an welchen es nur gefroren und nicht gethaut hat.

Die Curve B giebt die Anzahl der Tage, an welchen es gefroren und auch gethaut hat.

Die Curve C stellt die Anzahl der Tage dar, an welchen es überhaupt gefroren hat.

Bei der Untersuchung nach dem kältesten Tage ergaben sich folgende Zahlen:

25. Jan.	26. Jan.	27. Jan.	28. Jan.	29. Jan.	30. Jan.	31. Jan.
— 4,5	— 4,3	— 5,5	— 5,6	— 5,1	— 5,5	— 5,0

Die absoluten Maxima und Minima der Temperatur sind wegen häufiger Unbrauchbarkeit der Instrumente nur mit zahlreichen Unterbrechungen beobachtet und daher hier nicht berücksichtigt worden. Die relativen Maxima und Minima, d. h. die zu den Beobachtungszeiten abgelesenen höchsten und niedrigsten Temperaturen der einzelnen Monate der Jahre 1866—1883 sind in der Tabelle II zusammengestellt, mit Ausnahme der Jahre 1869, 1871 und 1872, da mir für diese nur Tagesmittel zur

Verfügung standen, nicht aber die einzelnen Beobachtungen. Die höchste Temperatur ist am 13. August 1868 und zwar  $34,5^{\circ}$ , die niedrigste  $-32,5^{\circ}$  am 1. und 2. Januar 1876 beobachtet worden.

Aus den Jahren 1870, 1873—1881 habe ich ferner die Mittel für die Beobachtungszeiten: 7 Uhr Morgens, 1 Uhr Nachmittags und 9 Uhr Abends zusammengestellt und erhalten:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
7h	-5,7	-5,8	-3,6	2,5	8,6	15,7	17,1	14,8	10,3	4,2	0,7	-4,9	4,5
1h	-4,1	-2,7	-0,5	6,7	12,2	19,3	20,6	19,3	15,4	7,9	2,3	-3,9	7,7
9h	-5,1	-4,5	-2,0	3,5	8,8	15,2	16,9	15,6	11,6	5,5	1,0	-4,9	5,1

Im Allgemeinen ist die Abendtemperatur höher, als die um 7 Uhr Morgens, die grösste Differenz zwischen der Morgen- und Mittagstemperatur zeigt sich im April und September. Jedoch können diese Resultate uns über den täglichen Gang der Temperatur keinen genügenden Aufschluss geben, da sie sich aus nur dreimal täglich angestellten Beobachtungen ergeben und über die in die Zwischenzeit fallenden Temperaturen nichts bekannt ist.

## II. Luftdruck.

Dieselben Gründe, die mich veranlassten, auf den Zeitraum von 1851 an mich zu beschränken, sind auch bei der Verwerthung der Barometerbeobachtungen massgebend gewesen.

Bis zum Jahr 1871 war der Beobachtungsort an der gr. Alexanderstrasse und die Meereshöhe der Aufhängung des Barometers nach einer barometrischen „noch zu verificirenden“ Messung auf 95' pariser M. (circa 30,9 m.) bestimmt (cf. Korr. Blatt, Jahrgang XVI, pag. 7 und IX pag. 2). Auf Grund des jüngst ausgeführten Nivellements der Stadt Riga glaube ich die Höhe auf kaum mehr als 20 Meter schätzen zu können. Die Höhe des Barometers im Polytechnikum (von 1872 bis zum 14. Mai 1876) betrug 22,25 m., der Stand des Barometers im Stadt-Gymnasium ist 12,8 m. über dem Meeresspiegel in Dünamünde.

Die Tagesmittel sind als arithmetische Mittel aus den drei Beobachtungen eines Tages gewonnen und in entsprechender Weise die Monats- und Jahresmittel. Die Ablesungen wurden auf  $0^{\circ}$  reducirt und sind sämtliche Mittel in Millimeter wiedergegeben. Reduktionen auf wahre Tagesmittel konnten nicht vorgenommen werden, da die hierzu erforderlichen Korrekturen nicht vorhanden sind. Jedoch sind die täglichen regulären Schwankungen des Luftdrucks für unsere Breiten sehr unbedeutend und die Bestimmung ihrer Grösse nach den gegenwärtigen Beobachtungen schwer möglich, da die nicht periodischen Schwankungen die gewiss vorhandenen täglichen Schwankungen unkenntlich machen.

Eine Reduktion auf das Meeresniveau glaubte ich nicht unterlassen zu dürfen, da die Aufstellung des Barometers in der zur Berechnung benutzten Periode eine wechselnde gewesen ist. Da die Höhenlage des Barometers nicht für die ganze Zeit sicher festgestellt ist, so können die Korrekturen auch auf keine grosse Genauigkeit Anspruch erheben. Aus diesem Grunde unterblieb ferner eine Berücksichtigung der Lufttemperatur für die einzelnen Monate, zumal der Wechsel derselben nur eine sehr geringe Aenderung der Korrekturen hervorruft.

Als Korrekturen sind benutzt worden:

für die Zeit von 1851 bis zum April 1876 . . . . .	+2,0	mm.
für den Mai 1876 . . . . .	+1,5	"
vom Juni 1876 ab. . . . .	+1,0	"

Die in der angegebenen Weise reducirten Monats- und Jahresmittel des Luftdrucks finden sich nebst den gewonnenen Mittelwerthen in der Tabelle III.

Die Rechnung ergibt:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
761,6	760,4	759,1	760,0	760,1	759,8	758,6	759,0	760,5	761,4	760,1	759,9	760,0

Diese Daten sind auf der Tafel 23 graphisch wiedergegeben (im Verhältniss von 1:10).

Der höhere Luftdruck kommt im Allgemeinen der kalten, der niedrigere Barometerstand der warmen Jahreszeit zu und fällt dementsprechend das Hauptmaximum auf den Januar, das Hauptminimum auf den Juli. Ferner geht dem Januar-Maximum ein Maximum im October, dem Minimum im Juli ein solches im März voraus. Da sowohl die beiden Maxima, als auch die Minima unmittelbar auf einander folgen, so zeigt die Curve noch zwei Wendepunkte, im Mai und im December, doch sind die Mittelwerthe für diese Monate mit dem Jahresmittel nahezu übereinstimmend.

Es erschien mir als wünschenswerth, sowohl die Resultate auf ihre Genauigkeit zu prüfen, als auch die Beständigkeit des Luftdrucks in den einzelnen Monaten zu untersuchen und es wurde zu diesem Zweck die mittlere Abweichung eines Monatsmittels vom Gesamtmittel berechnet nach der Formel

$$E = \sqrt{\frac{[dd]}{n-1}}$$

und folgende Werthe erhalten:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
Mm.: ±4,26	±4,54	±3,90	±2,97	±2,15	±1,58	±2,13	±2,08	±2,62	±3,67	±4,90	±4,92	±1,16

Während nach diesen Zahlen der Juni die grösste Beständigkeit im Luftdruck zeigt, weist der December das Gegentheil auf. Im Februar und im Juli ergibt sich eine Unregelmässigkeit in der Grösse der Abweichung, während die Zahlen für die übrigen Monate eine stetige Veränderung in dem Sinne angeben, dass in der warmen Jahreszeit das Monatsmittel des Barometers geringeren Schwankungen als in den Herbst- und Wintermonaten, unterworfen ist.

Vergleicht man die Abweichungen des Luftdrucks mit denen der Temperatur, so findet man eine gute Uebereinstimmung derselben und zwar zeigt die Beständigkeit bei beiden Beobachtungsgrössen in Bezug auf die warme und kalte Jahresperiode ein gleiches Verhalten. Es fallen die grössten Schwankungen auf den December, auch die erwähnte Unregelmässigkeit in der Abweichung des Luftdrucks im Juli, zeigt sich gleichfalls bei der Temperatur, jedoch ist bei dieser die grösste Beständigkeit nicht im Juni, sondern im September, — wenngleich auch jener Monat dem letzteren in dieser Beziehung am nächsten steht. Die für den Luftdruck im Februar auftretende Unregelmässigkeit der Abweichung zeigt sich bei der Temperatur erst im Mai.

In der Tabelle IV sind die relativen, d. h. die zu den Beobachtungszeiten verzeichneten höchsten und niedrigsten Barometerstände für die einzelnen Monate und Jahre aus dem Zeitraum 1866—1883 mit Ausschluss der Jahrgänge 1869, 1871 und 1872, wiedergegeben.

Die hier gewonnenen Extreme stelle ich denen aus der Periode 1851—1865 gegenüber. Die Daten sind auf 0° reducirt, nicht aber auf das Meeresniveau:

## M a x i m a :

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.	
1851—1865:	700+:	87,8	84,8	86,9	80,6	74,4	71,0	68,3	73,4	75,3	79,6	80,1	85,0	87,8
1866—1883:	700+:	85,7	87,1	81,6	77,5	73,3	72,5	67,8	70,4	76,5	83,3	78,5	81,9	87,1
Höchster Luftdr.	700+:	87,8	87,1	86,9	80,6	74,4	72,5	68,3	73,4	76,5	83,3	80,1	85,0	87,8

## M i n i m a :

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.	
1851—1865:	700+:	16,0	30,3	29,0	35,4	42,1	41,5	43,0	35,5	38,7	34,6	31,4	26,3	16,0
1866—1883:	700+:	27,4	21,1	24,9	32,5	39,4	40,4	38,0	38,7	35,5	30,5	20,5	23,3	20,5
Niedrigst. Luftdr.	700+:	16,0	21,1	24,9	32,5	39,4	40,4	38,0	35,5	35,5	30,5	20,5	23,3	16,0

Die Differenz der Extreme beträgt:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
71,8	66,0	62,0	48,1	35,0	32,1	30,3	37,9	41,0	52,8	59,6	61,7	71,8

Berücksichtigt man, dass die absoluten Extreme in den Barometerständen nur selten gerade zu den Beobachtungszeiten eintreten werden und sie von den beachteten Grössen, besonders bei stürmischer Witterung, oft beträchtlich differiren können, so wird man von diesen Zahlen keine volle Uebereinstimmung mit dem Thatsächlichen erwarten. Wol aber ist aus den Differenzen ersichtlich, dass in denselben Monaten, für welche die Mittel grösseren Schwankungen unterworfen sind, sich auch die einzelnen Barometerstände im Allgemeinen zwischen weiteren Grenzen bewegen.

### III. Feuchtigkeit der Luft, Bewölkung und Niederschläge.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wird durch ein Psychrometer bestimmt. Die Kugel eines in  $\frac{1}{5}^{\circ}$  C. getheilten Thermometers ist mit Battist überzogen, von dem ein Streifen in ein unter dem Thermometer befindliches Wassergefäss taucht, wodurch die Kugel stets feucht gehalten wird. Neben dem feuchten Thermometer ist ein zweites mit freier Kugel für die Lufttemperatur aufgehängt und aus der durch die Verdunstungskälte hervorgerufenen Temperaturdifferenz der beiden Thermometer kann die Feuchtigkeit der Luft berechnet werden. Sie wird durch zwei Grössen, als absolute und relative Feuchtigkeit, angegeben. Absolute Feuchtigkeit nennt man die Menge von Wasserdampf, welche die Luft zu einer bestimmten Zeit besitzt und man bezeichnet sie durch den Druck des Wasserdampfes (in Millim.). Die relative Feuchtigkeit giebt den Feuchtigkeitsgehalt in Procenten der zur vollständigen Sättigung der Luft erforderlichen Menge an. Bei Temperaturen unter 0° sind die Angaben des Psychrometers nicht immer zuverlässig und es wurden dann zur Bestimmung jener Grössen die Angaben eines Haarhygrometers benutzt.

In der Tabelle V sind aus 11 Jahren die Werthe für die Feuchtigkeit niedergelegt und als Mittel ergeben sich:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
absolute F. mm.:	3,1	3,1	3,5	4,8	6,5	9,6	11,0	10,5	8,5	6,0	4,6	3,2	6,2
relative F. %:	86	84	81	75	71	69	72	75	80	85	88	87	79

Die absolute Feuchtigkeit nimmt zu und ab mit der Temperatur, sie ist am grössten im Juli, am geringsten im Januar und Februar, zeigt im Frühjahr, wie es bei der Temperatur auch der Fall ist, ein stärkeres Anwachsen zum Juli und ein langsames Abnehmen zum Winter hin. Die relative Feuchtigkeit hängt von der Temperatur in der Weise ab, dass sie mit steigender Temperatur abnimmt, mit sinkender zunimmt, jedoch sind hier die Extreme derart verschoben, dass das Minimum auf den Juni, anstatt auf den Juli und das Maximum auf den November und nicht auf den Januar fällt. Es ist somit der Juni der relativ trockenste Monat, der November weist die relativ grösste Feuchtigkeit auf.

Der Grad der Bewölkung wird seit 1873 genauer als früher angegeben. Man denkt sich den Himmel in 10 Theile getheilt und giebt durch die Zahl an, wie viel Theile bedeckt zu sein scheinen. Das Beobachtungsmaterial aus acht Jahren liefert folgende Resultate:

Die Bewölkung betrug im Mittel:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
8,2	7,7	7,1	6,3	6,2	4,8	5,8	5,8	6,1	7,2	8,5	8,1	6,8.

Bei einer so wechselnden Grösse, wie es die Bewölkung ist und bei der geringen Genauigkeit der Beobachtungsmethode ist der Werth dieser Resultate unbedeutend, immerhin ist es von Interesse, im Allgemeinen eine Uebereinstimmung dieser Zahlen mit denen der relativen Feuchtigkeit constatiren zu können, wodurch sich unter Berücksichtigung der durchaus verschiedenen Wege, auf denen die sonst von einander abhängigen Grössen gefunden worden sind, die Brauchbarkeit der Beobachtungen ergibt.

Bevor die Niederschlagshöhe in den einzelnen Monaten festgestellt werden soll, mag hier eine kurze Betrachtung über die Häufigkeit der Niederschläge vorausgehen. Als Tage mit Niederschlägen sind alle diejenigen gerechnet, welche in Folge von Regen, Schneefall, Thau oder Reif eine Niederschlagshöhe von 0,1 mm. und mehr ergeben haben. Mit Rücksicht auf die ungleiche Anzahl der Tage eines Monats sind die Tage mit Niederschlägen durch Procente ausgedrückt. Zur Berechnung wurden die Beobachtungen aus den Jahren 1851—1880 benutzt. Die Rechnung ergibt:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
%:	45,2	39,3	38,7	36,7	41,9	36,7	41,9	45,2	43,3	45,2	53,3	45,2	42,5.

In der Stetigkeit der Veränderung dieser Zahlen weisen die Monate Mai und August eine Abweichung auf, während der Juni und November auch hier, wie es für die relative Feuchtigkeit und Bewölkung gefunden wurde, als Monate der Extreme auftreten. Es ist wahrscheinlich, dass die grössere Procentzahl im Mai und August dem in diesen Monaten sich häufig zeigenden Thau resp. Reif zuzuschreiben ist.

Die Höhe des Regenwassers oder des geschmolzenen Schnees wird gemessen, wie dieselbe den Erdboden bedecken müsste, wenn sie auf demselben erhalten werden könnte. Die durch die Verdunstung im Auffangegefäss hervorgerufenen Verluste sind nicht berücksichtigt. Es sind in die Rechnung die Jahre 1851—1883, mit Ausschluss von 1871 und 1872, aufgenommen und die Daten in der Tabelle VI in Millimetern wiedergegeben. Die Zahlen aus den Jahren 1851—1865 sind mit zwei Decimalen versehen, weil sie aus der Umrechnung von englischen Zoll in Millimeter hervorgegangen sind, während die Ablesung gegenwärtig nur in Zehnteln stattfindet.

Die mittleren Niederschlagshöhen betragen:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
mm.:	29,12	20,66	25,82	27,37	44,30	54,60	64,67	63,33	56,91	47,36	49,59	32,70	520,79

Das Jahresmittel, aus 30 Jahren gezogen, ergiebt 520,79 mm., als Summe der Monatsmittel erhält man 516,43 mm., wobei für mehrere Monate 31 Jahre benutzt wurden. Die grösste Niederschlagsmenge weist das Jahr 1883 auf und zwar 919,5 mm., die geringste nur 318,3 mm., das durch anhaltende Dürre, durch Wald- und Moorbrände bemerkenswerthe Jahr 1868. Wie aus der Tabelle VI zu ersehen, ist die Niederschlagshöhe in den einzelnen Jahren sehr wechselnd und von 1878 an immer grösser, als die mittlere Höhe gewesen. Diese Erscheinung muss um so mehr auffallen, als seit 1876 die Aufstellung des Wasseraufsammlers eine derartige ist, dass nach den wissenschaftlichen Untersuchungen eine geringere Niederschlagsmenge erwartet werden muss, als sie am Boden sein würde. Die Niederschlagshöhen in den einzelnen Monaten zeigen eine gewisse Uebereinstimmung mit den Resultaten der absoluten Feuchtigkeit. Das Maximum 64,67 mm. fällt auf den Juli, dem der August nur wenig nachsteht, das Minimum zeigt sich im Februar, auch selbst wenn man die geringere Anzahl der Tage dieses Monats in Betracht zieht. Legt man zur Summe dieses Monats auch für 3 Tage die durchschnittliche Niederschlagsmenge pro Tag hinzu, so wächst sie nur auf 22,87 mm. Die mittleren Niederschlagshöhen in den Monaten sind in der Tafel 23 graphisch wiedergegeben und zwar in der doppelten Vergrösserung.

Die absolut grösste Regenmenge ergab der Juni 1883 und zwar 188,4 Mm., während im November 1862 nur 1,12 mm. verzeichnet sind.

Die Tabelle VII enthält die in 24 Stunden erfolgten grössten Niederschläge, wonach im Mai 1882 (den 9.) die grösste Höhe 70,4 mm. notirt worden ist. Eine im Korrespondenzblatt, Jahrgang XX unter den meteorologischen Tabellen am 28. Juni 1872 verzeichnete Niederschlagshöhe von 124,25 mm. ist hier nicht berücksichtigt worden, weil sie zweifelhaft ist.

Es mögen hier noch einige der bedeutendsten Niederschlagsmengen in 24 Stunden genannt werden. Es ist verzeichnet:

im Juni	1882	. . . . .	57,7	mm.,
" "	1883	. . . . .	54,5	"
" August	1881	. . . . .	44,3	"
" "	1876	. . . . .	42,9	"
" "	1882	. . . . .	40,3	"
" Juli	1882	. . . . .	40,1	"
" August	1874	. . . . .	37,8	"
" "	1880	. . . . .	36,0	"
" Juni	1854	. . . . .	33,8	"

Niederschläge zwischen 20 und 30 mm. Höhe im Laufe von 24 Stunden gehören nicht zu den Seltenheiten. Im Februar ist die grösste beobachtete Niederschlagsmenge nur 17,0 mm. und wird diese in allen übrigen Monaten übertroffen.

#### IV. Windrichtung und Windstärke.

Die mittlere Windrichtung  $\varphi$  für die einzelnen Monate und für das Jahr ist mehrfach berechnet worden nach der Lambert'schen Formel:

$$\text{tang. } \varphi = \frac{O - W + (NO + SO - SW - NW) \cos 45^\circ}{N - S + (NO + NW - SO - SW) \cos 45^\circ}$$

in welcher die Bezeichnungen für die Windrichtungen N, O, S u. s. w. die Häufigkeit dieser Winde, ohne Rücksicht auf ihre Stärke, angeben, wie sie durch dreimal tägliche Beobachtung festgestellt worden ist. Dr. F. Buhse hat die Rechnung für die Jahre 1851—1862 durchgeführt und die Resultate im Korrespondenzblatt, XVI, 1867, veröffentlicht. Ferner hat M. Rykatschew im Repertorium für Meteorologie, Band VI, Heft 2, St. Petersburg 1879, in seiner Abhandlung: „Die Vertheilung der Winde über dem Baltischen Meere“ auch für Riga die mittlere Windrichtung aus den Jahren 1865—1868, 1870—1875 angegeben. Endlich habe ich die Jahre 1866 bis 1868, 1870—1877 (1871 und 1872 nur unvollständig) berechnet und erhalte folgende mittlere Windrichtungen:

Januar . . . . .	S 14° 53' W
Februar . . . . .	S 4° 38' O
März . . . . .	S 15° 28' W
April . . . . .	S 45° 0' W
Mai . . . . .	N 34° 55' W
Juni . . . . .	N 74° 3' W
Juli . . . . .	N 88° 19' W
August . . . . .	S 44° 22' W
September . . . . .	S 27° 51' W
October . . . . .	S 1° 30' W
November . . . . .	S 5° 36' W
December . . . . .	S 28° 58' O
Jahr . . . . .	S 18° 13' W

Aus diesen Werthen ist ersichtlich, dass die Westwinde vorherrschen, und zwar Nordwestwinde in den Sommermonaten, die Südwestwinde in den Wintermonaten.

Die aus jener Formel erhaltenen Resultate befriedigen nicht, weil die mittlere Windrichtung keinen Aufschluss über den Antheil der vier Hauptrichtungen an der Luftbewegung giebt und dadurch der Einfluss derjenigen Windrichtung, die durch die stärker betheiligte entgegengesetzte aufgehoben worden ist, unbekannt bleibt. Auch wird in jener Formel keine Rücksicht auf die Windstärke genommen und doch muss man einer grösseren Windgeschwindigkeit auch eine nachhaltigere Wirkung auf die Witterung zuschreiben. Es ist somit wünschenswerth, eine mittlere Grösse für die Luftbewegung in den einzelnen Monaten nach den vier Hauptrichtungen zu erhalten, aus denen dann eine mittlere Richtung gewonnen werden kann.

Seit 1873 ist ohne Unterbrechung sowohl die Windrichtung, als die Windstärke dreimal täglich beobachtet worden. Es wird die Wirkung des Windes auf eine bewegliche vertikal herabhängende Metallplatte, die sich stets gegen die Windrichtung stellt, betrachtet und aus der Grösse des Winkels, um welchen die Platte gedreht wird, die Windstärke in Metern der Geschwindigkeit pro Sekunde geschätzt. Wenn wegen Dunkelheit die Platte auf dem Dache nicht deutlich wahrnehmbar ist, findet an einem durch ein Robinson'sches Schalenkreuz getriebenes Zählwerk die Ablesung der Windgeschwindigkeit statt.

Die in dieser Weise erhaltenen Aufzeichnungen aus den Jahren 1873—1883 sind von mir der Rechnung unterworfen worden. Die zwischen zwei Hauptrichtungen fallenden Winde wurden ihrer Stärke gemäss in die Componenten, bezogen auf die benachbarten Hauptrichtungen, zerlegt. Als ausreichende Genauigkeit muss in Anbetracht der blossen Schätzung der Windrichtung und -stärke angesehen werden, wenn bei der Zerlegung

$$\sin 45^\circ = 0,7 = \cos 45^\circ \text{ und } \sin 22^\circ_5 = 0,4 = \cos 22^\circ_5 = 0,9$$

gesetzt wurde. Darnach ist ein SSW10 zerlegt in S9 und W4; ein NO5 in N3,5 und O3,5.

Als mittlere Geschwindigkeiten in Metern pro Sec. für Nord, Ost, Süd und West in den einzelnen Monaten und im Jahr erhält man:

1) N O S W				2) N O S W					
Meter per Secunde:				in Procenten:					
Januar . . .	0,59	0,32	1,51	1,05	Januar . . .	17	9	44	30
Februar . . .	0,57	0,43	1,44	1,02	Februar . . .	16	12	42	30
März . . . .	0,98	0,27	1,34	1,08	März . . . .	27	7	36	30
April . . . .	1,01	0,58	0,96	0,79	April . . . .	30	17	29	24
Mai . . . . .	1,34	0,40	0,97	0,95	Mai . . . . .	37	11	26	26
Juni . . . . .	1,01	0,31	0,93	1,04	Juni . . . . .	31	9	28	32
Juli . . . . .	1,00	0,21	0,96	1,06	Juli . . . . .	31	6	30	33
August . . . .	0,64	0,24	1,02	1,02	August . . . .	22	8	35	35
September . .	0,49	0,33	1,40	0,84	September . .	16	11	46	27
October . . . .	0,50	0,46	1,65	0,96	October . . . .	14	13	46	27
November . . .	0,41	0,46	1,76	0,98	November . . .	11	13	49	27
December . . .	0,54	0,41	1,50	0,87	December . . .	16,3	12,3	45,2	26,2
Jahr . . . . .	0,76	0,37	1,29	0,97	Jahr . . . . .	22	11	38	29

In der zweiten Tabelle sind die Zahlen der ersten Tabelle durch Procente wiedergegeben, die bis auf den December, der es nicht zuliess, zu ganzen Zahlen abgerundet wurden.

Die Reihenfolge der Windbetheiligung im Jahr ist: Süd, West, Nord und Ost. Aus den Mittelwerthen der Luftbewegung, wie sie den vier Hauptrichtungen zukommen, ist mit Hilfe von Masstab und Transporteur die mittlere Windrichtung und -stärke gefunden und beträgt dieselbe:

Januar . . . . .	S 39°	W 1,17 m.
Februar . . . . .	S 35°	W 1,05 "
März . . . . .	S 66° <sub>5</sub>	W 0,89 "
April . . . . .	S 77°	W 0,22 "
Mai . . . . .	N 56° <sub>5</sub>	W 0,66 "
Juni . . . . .	N 84°	W 0,74 "
Juli . . . . .	N 88°	W 0,90 "
August . . . . .	S 64°	W 0,87 "
September . . . .	S 30°	W 1,04 "
October . . . . .	S 24°	W 1,26 "
November . . . . .	S 21°	W 1,45 "
December . . . . .	S 26°	W 1,07 "
Jahr . . . . .	S 49°	W 0,80 "

Um die Resultate besser übersehen zu können, sind sie auf der Tafel 24 graphisch wiedergegeben und zwar die Nord- und Südcurve, sowie die Ost- und Westcurve zusammengestellt, da diese ein entgegengesetztes Verhalten aufweisen.

Bei nördliche Windrichtung wächst bis zum Mai, fällt dann rasch und erreicht im November das Minimum; der Südwind zeigt bis zum Frühling einen geringer werdenden Antheil und ist in den Monaten April bis August am schwächsten, dann wächst er und erreicht im November das Maximum. Ost und West weisen nicht so bedeutende jedoch häufigere Schwankungen, wie Nord und Süd auf. Beide Richtungen haben drei hervortretende Maxima und Minima:

für West sind die Maxima im: Januar, März, Juli (und ein geringes im November);

für Ost sind die Minima im: Januar, März, Juli;

für West sind die Minima im: Februar (unbedeutend) April, September, December;

für Ost sind die Maxima im: Februar, April, October und November.

Ein entgegengesetztes Verhalten von Ost und West ist nicht zu verkennen, obgleich es nicht so deutlich ausgesprochen ist, wie bei Nord und Süd.

Für die drei Beobachtungszeiten erhält man folgende Werthe:

	7 Uhr Morgens:				1 Uhr Nachmittags:				9 Uhr Abends:			
	N.	O.	S.	W.	N.	O.	S.	W.	N.	O.	S.	W.
Januar . . . . .	0,59	0,36	1,42	0,99	0,58	0,31	1,56	1,14	0,60	0,29	1,55	1,02
Februar . . . . .	0,54	0,43	1,42	0,87	0,64	0,49	1,56	1,12	0,54	0,37	1,34	1,07
März . . . . .	0,80	0,25	1,31	0,95	1,21	0,26	1,55	1,23	0,94	0,31	1,16	1,07
April . . . . .	0,86	0,58	0,88	0,69	1,45	0,71	1,36	1,11	0,83	0,49	0,75	0,64
Mai . . . . .	1,03	0,48	1,07	0,92	1,93	0,39	1,18	1,29	1,06	0,32	0,65	0,64
Juni . . . . .	0,75	0,36	1,02	0,85	1,49	0,38	1,23	1,54	0,81	0,21	0,53	0,75
Juli . . . . .	0,75	0,21	1,02	1,05	1,53	0,23	1,21	1,36	0,71	0,21	0,64	0,76
August . . . . .	0,42	0,26	1,10	0,97	1,10	0,29	1,25	1,35	0,41	0,17	0,70	0,75
September . . . . .	0,33	0,35	1,37	0,70	0,75	0,35	1,84	1,16	0,38	0,29	0,98	0,67
October . . . . .	0,34	0,41	1,55	0,87	0,65	0,55	1,92	1,20	0,49	0,43	1,47	0,81
November . . . . .	0,39	0,45	1,82	1,02	0,45	0,46	1,94	1,11	0,42	0,52	1,68	0,92
December . . . . .	0,58	0,39	1,46	0,82	0,59	0,44	1,64	0,97	0,45	0,38	1,39	0,82
Jahr . . . . .	0,61	0,38	1,29	0,89	1,03	0,41	1,52	1,21	0,64	0,33	1,07	0,83

in Procenten:

	7 Uhr Morgens:				1 Uhr Nachmittags:				9 Uhr Abends:			
	N.	O.	S.	W.	N.	O.	S.	W.	N.	O.	S.	W.
Januar . . . . .	18	11	42	29	16	9	43	32	17	8	45	30
Februar . . . . .	16	13	44	27	17	13	41	29	16	11	41	32
März . . . . .	24	8	39	29	29	6	36	29	27	9	33	31
April . . . . .	29	19	29	23	31	15	30	24	31	18	28	33
Mai . . . . .	29	14	31	26	40	8	25	27	40	12	24	24
Juni . . . . .	25	12	34	29	32	8	27	33	35	9	23	33
Juli . . . . .	25	7	34	34	35	5	28	32	31	9	27	33
August . . . . .	15	10	40	35	28	7	31	34	20	8	35	37
September . . . . .	12	13	50	25	18	9	45	28	16	13	42	29
October . . . . .	11	13	49	27	15	13	44	28	15	14	46	25
November . . . . .	11	12	49	28	11	12	49	28	12	15	47	26
December . . . . .	18	12	45	25	16	12	45	27	15	12	46	27
Jahr . . . . .	19	12	41	28	25	10	36	29	22	11	37	30

Die Windstärke steigert sich im Laufe des Tages und wird zum Abend geringer, die einzelnen Windrichtungen sind jedoch weder in gleichem Verhältniss beim Wachstum betheiligt, noch zeigen sie im Laufe des Jahres ein gleiches Verhalten. Der Ostwind ist (nach Procenten) am geringsten um Mittagszeit, der Westwind, mit unbedeutenden Ausnahmen, dann am stärksten vertreten, der Nordwind hat das Maximum in der warmen Jahreszeit um 1 Uhr, während der Südwind vom Morgen bis 1 Uhr eine sich verringernde Betheiligung aufweist. In den Wintermonaten treten diese Unterschiede nicht so deutlich hervor. Vergleicht man die Werthe der jährlichen Periode mit denen der täglichen, so findet man eine gewisse Uebereinstimmung derselben, woraus gefolgert werden muss, dass die Erklärung für diese Erscheinungen vorzugsweise in der ungleichen Erwärmung von Festland und Meer im Laufe des Jahres und während des Tages zu suchen ist.

Das Beobachtungsmaterial über starke Winde, d. h. über Windstärken von 15m. und mehr, ist nicht vollständig, da der Wind, ganz vorübergehend, zu einer Beobachtungszeit diese Stärke zeigen kann, ohne dass gerade ein Sturm an diesem Tage geherrscht hat. Auch werden oft stärkere Luftbewegungen zwischen zwei Beobachtungszeiten fallen und nicht notirt. Anhaltende Stürme werden verzeichnet, auch wenn sie zwischen zwei Beobachtungszeiten fallen.

Für Riga ergeben 11 Jahre (1874—1884) für die einzelnen Monate die nachstehenden Zahlen, die die absolute Anzahl der in dem betreffenden Monat in den 11 Jahren verzeichneten Stürme bezeichnen.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December
10	9	8	5	8	4	6	3	4	16	6	8

In Dünamünde treten in Folge der freien Lage starke Winde häufiger, als in Riga, auf und erhält man dort aus den Jahren 1880—1884 die Zahlen:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Decbr.
für Dünamünde . .	16	11	14	8	12	3	7	10	6	18	7	12
für Riga 1880—1884	7	6	4	4	5	1	2	2	2	11	4	5

Die grösste Zahl an Stürmen zeigt übereinstimmend der October, nächst dem der Januar. Im Juni kommen sie am seltensten vor. Die einzelnen Jahre sind sehr ungleich von Stürmen heimgesucht; das Jahr 1877 hatte 1 Sturm, 1884 dagegen 16 Stürme.



Tabelle I. Monatsmittel der Temperatur.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jahr
1851	— 4,4	— 4,8	— 3,0	7,1	8,9	14,7	17,0	16,2	13,8	8,7	4,1	0,9	6,60
1852	— 3,5	— 4,6	— 1,5	— 0,2	10,2	17,3	17,2	16,9	12,6	3,7	— 0,4	— 0,1	5,63
1853	— 2,2	— 4,2	— 5,0	2,6	11,2	17,0	18,1	15,6	12,4	8,2	0,2	— 3,8	5,84
1854	— 8,0	— 4,5	— 1,1	3,7	13,6	15,6	20,0	18,5	11,6	7,5	— 0,4	— 0,7	6,32
1855	— 7,0	— 11,8	— 1,7	3,8	10,6	17,1	20,2	16,5	11,1	8,3	— 0,3	— 10,1	4,68
1856	— 3,0	— 5,6	— 5,1	5,1	11,5	15,7	16,4	14,4	11,4	6,7	— 3,4	— 1,4	5,22
1857	— 6,3	— 4,1	0,2	3,8	8,6	14,1	16,8	18,9	11,7	7,6	1,2	1,6	6,18
1858	— 4,1	— 4,8	— 1,6	4,1	11,6	16,7	20,1	19,6	14,2	8,2	— 2,4	— 2,7	6,58
1859	0,5	— 0,5	0,7	4,9	12,2	17,4	17,9	18,0	12,3	6,0	1,3	— 4,8	7,16
1860	— 2,7	— 4,6	— 2,3	6,4	10,9	17,7	18,9	17,1	13,6	5,6	— 0,7	— 6,3	6,13
1861	— 12,3	— 1,0	1,7	2,7	9,0	17,4	20,5	16,7	11,3	6,5	0,3	— 0,8	6,00
1862	— 11,1	— 9,1	— 1,7	4,3	11,6	15,7	16,0	15,5	12,1	7,0	— 1,3	— 6,7	4,32
1863	0,8	— 0,1	0,8	5,1	10,8	16,1	15,0	16,4	13,8	8,2	3,7	— 0,4	7,52
1864	— 3,1	— 2,3	— 1,2	4,4	6,0	17,0	17,6	13,9	11,1	4,1	— 2,1	— 4,1	5,11
1865	— 1,5	— 9,0	— 2,3	4,1	12,6	12,2	21,1	15,1	11,8	5,3	2,6	— 0,8	5,93
1866	0,7	— 4,6	— 1,5	5,1	9,0	18,1	17,0	17,0	15,7	6,2	0,7	— 2,3	6,76
1867	— 6,5	— 2,8	— 4,7	3,4	6,3	14,7	17,1	16,9	11,3	7,9	— 0,6	— 7,7	4,61
1868	— 8,6	— 3,4	0,3	5,1	11,4	16,6	20,4	21,1	13,3	7,5	— 1,7	— 1,1	6,74
1869	— 5,2	0,1	0,7	6,4	11,5	14,0	17,0	17,1	12,6	6,7	0,4	— 1,1	6,68
1870	— 3,7	— 9,8	— 1,6	5,8	10,3	14,6	18,6	16,3	11,5	5,8	3,4	— 10,5	5,06
1871	— 6,1	— 12,7	2,1	2,9	7,6	15,5	18,2	16,6	10,3	4,1	—	—	—
1872	—	—	—	—	15,0	18,5	18,2	16,8	12,6	—	—	—	—
1873	— 0,2	— 3,9	2,0	3,1	9,3	16,8	18,3	16,7	12,8	8,1	2,1	1,1	7,18
1874	— 0,8	— 2,6	— 1,0	4,2	7,1	14,4	17,7	15,1	13,1	9,1	0,9	— 4,4	6,06
1875	— 8,4	— 7,1	— 4,9	0,9	10,8	16,3	18,9	16,8	11,4	2,2	— 2,3	— 8,9	3,81
1876	— 8,7	— 4,0	1,3	6,5	6,4	19,1	18,0	16,4	12,3	5,8	— 4,3	— 11,6	4,77
1877	— 4,4	— 4,3	— 4,7	2,9	8,1	15,6	17,5	15,6	9,0	5,3	5,0	— 2,9	5,23
1878	— 3,9	— 1,3	— 0,8	6,4	10,0	16,3	15,5	16,2	13,6	9,0	3,4	— 0,6	6,98
1879	— 7,3	— 2,8	— 2,4	4,3	10,9	15,9	16,2	16,5	13,6	6,2	— 0,3	— 4,6	5,52
1880	— 4,6	— 3,4	— 1,7	5,4	10,9	15,6	18,4	17,8	13,8	2,4	1,8	— 2,3	6,17
1881	— 8,6	— 5,3	— 3,7	1,1	10,5	16,9	16,8	15,1	12,6	3,7	2,7	— 1,9	4,99
1882	1,5	— 0,2	2,6	6,0	11,3	16,1	19,8	17,8	13,5	4,6	— 1,8	— 5,6	7,17
Mittel	— 4,60	— 4,49	— 1,33	4,22	10,19	16,15	18,01	16,72	12,39	6,29	0,39	— 3,35	5,90

Tabelle II. Relative Maxima und Minima der Temperatur.

Maxima	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr	In welchem Monat
1866	6,6	3,7	5,5	17,7	23,0	28,6	29,1	25,5	25,2	16,6	9,9	6,2	29,1	Juli
1867	1,9	5,5	9,2	17,5	22,5	30,1	27,6	26,0	19,1	14,4	10,2	4,4	30,1	Juni
1868	3,4	5,5	7,6	15,4	24,6	30,5	29,2	34,5	23,5	16,7	11,2	6,0	34,5	Aug.
1870	3,7	3,5	7,7	21,0	22,5	27,4	29,2	31,5	23,5	13,9	8,6	2,5	31,5	Aug.
1873	6,5	5,4	14,7	14,7	23,2	25,6	28,4	25,5	22,7	15,2	11,7	7,4	28,4	Juli
1874	5,9	3,6	8,4	15,6	20,1	27,4	25,9	26,0	23,2	20,2	9,9	3,1	27,4	Juni
1875	2,7	1,7	3,7	8,9	22,5	29,1	28,5	27,9	18,2	13,7	5,4	4,1	29,1	Juni
1876	4,2	5,7	12,3	18,1	18,8	30,0	28,8	25,9	23,1	19,7	4,1	2,1	30,0	Juni
1877	6,1	2,4	8,9	13,8	23,8	30,2	28,2	25,1	19,0	14,0	11,1	4,7	30,2	Juni
1878	2,2	7,5	10,1	14,9	24,0	26,8	23,0	23,8	21,6	16,4	9,5	6,4	26,8	Juni
1879	3,6	3,3	4,5	19,0	26,0	27,0	23,9	25,4	24,2	14,2	8,1	4,3	27,0	Juni
1880	2,5	3,3	7,2	17,9	28,2	25,3	28,8	26,8	24,7	14,4	8,7	5,0	28,8	Juli
1881	3,5	2,3	6,3	12,9	22,7	30,5	27,5	23,9	24,1	13,1	8,9	5,3	30,5	Juni
1882	6,4	8,3	12,4	22,2	25,6	25,8	33,6	28,2	22,2	13,6	8,6	2,8	33,6	Juli
1883	3,0	3,2	3,6	13,4	22,6	27,2	26,2	24,8	25,0	14,2	7,8	5,6	27,2	Juni
höchstes Maximum	6,6	8,3	14,7	22,2	28,2	30,5	33,6	34,5	25,2	20,2	11,7	7,4	34,5	Aug.
Minima	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr	In welchem Monat
1866	- 7,9	- 18,7	- 11,5	- 1,9	0,0	11,0	11,5	10,1	8,1	- 3,1	- 8,7	- 14,9	- 18,7	Febr.
1867	- 19,6	- 24,0	- 18,1	- 5,6	- 1,5	6,2	11,2	11,9	- 0,9	2,2	- 13,2	- 24,9	- 24,9	Dec.
1868	- 27,2	- 16,5	- 15,1	- 4,4	1,2	9,9	13,2	11,5	3,4	- 0,1	- 11,9	- 11,2	- 27,2	Jan.
1870	- 20,1	- 27,6	- 13,9	- 2,1	4,0	8,1	12,0	9,9	1,9	- 0,5	- 6,5	- 24,2	- 27,6	Febr.
1873	- 15,8	- 19,4	- 9,0	- 4,6	1,4	7,6	13,4	11,4	4,4	0,0	- 9,1	- 10,0	- 19,4	Febr.
1874	- 7,6	- 17,9	- 11,4	- 4,0	- 0,6	8,4	12,9	7,7	6,0	1,0	- 7,7	- 16,2	- 17,9	Febr.
1875	- 17,5	- 19,2	- 19,1	- 6,2	- 0,2	9,6	12,2	10,5	3,8	- 9,2	- 13,2	- 25,7	- 25,7	Dec.
1876	- 32,5	- 13,1	- 3,1	- 0,2	- 1,4	11,0	13,1	10,7	5,7	- 4,2	- 13,1	- 27,7	- 32,5	Jan.
1877	- 14,6	- 22,2	- 21,4	- 3,7	0,4	9,3	12,4	8,3	0,4	- 3,0	1,6	- 14,8	- 22,2	Febr.
1878	- 17,4	- 12,9	- 8,7	0,1	- 0,6	9,0	11,1	10,9	4,5	1,2	- 1,6	- 6,2	- 17,4	Jan.
1879	- 22,2	- 21,2	- 10,2	- 2,4	1,0	8,0	12,0	11,0	5,6	- 3,6	- 12,3	- 21,7	- 22,2	Jan.
1880	- 18,5	- 18,7	- 14,2	- 2,1	2,3	8,0	12,5	10,8	6,0	- 8,1	- 6,7	- 12,7	- 18,7	Febr.
1881	- 23,1	- 16,1	- 12,7	- 8,3	1,7	8,9	12,2	9,7	1,1	- 8,5	- 8,3	- 12,3	- 23,1	Jan.
1882	- 5,3	- 10,8	- 4,2	- 2,6	1,8	10,4	13,2	12,0	- 0,4	- 7,2	- 13,6	- 16,8	- 16,8	Dec.
1883	- 19,8	- 13,6	- 19,6	- 6,0	1,0	10,8	12,4	10,8	2,6	0,0	- 0,4	- 9,0	- 19,8	Jan.
niedrigstes Minimum	- 32,5	- 27,6	- 21,4	- 8,3	- 1,5	6,2	11,1	7,7	- 0,9	- 9,2	- 13,6	- 27,7	- 32,5	Jan.

Tabelle III. Monatsmittel des Luftdrucks.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +	700 +
1851	66,0	59,3	58,7	61,3	59,2	58,9	57,1	60,6	64,8	61,1	58,9	60,1	60,5
1852	58,8	58,8	61,6	64,3	61,0	58,3	60,7	61,0	59,6	58,5	58,3	56,1	59,7
1853	62,1	56,0	63,1	59,1	62,7	59,1	58,8	57,9	59,2	61,0	70,8	64,5	61,2
1854	62,8	53,5	63,7	58,4	59,6	57,3	59,4	61,3	58,3	61,0	54,2	50,2	58,3
1855	60,6	59,1	56,9	60,6	59,1	62,4	59,7	60,3	62,1	54,7	66,8	61,8	60,3
1856	55,5	58,7	63,2	58,2	57,7	59,3	59,1	57,5	59,9	68,2	56,1	52,7	58,8
1857	59,6	67,9	63,9	61,3	62,0	60,3	—	—	61,7	63,5	67,5	62,6	—
1858	66,8	69,3	52,6	55,6	59,8	62,4	58,9	61,3	64,0	62,1	59,3	66,4	61,6
1859	59,6	58,4	54,6	55,1	64,2	60,6	60,6	61,7	61,0	59,6	64,0	62,2	60,1
1860	60,2	57,1	59,8	62,4	58,8	60,8	58,0	56,1	59,2	61,1	65,0	60,7	59,9
1861	64,3	62,7	55,5	59,2	58,9	61,7	57,5	57,0	57,1	69,2	53,7	62,6	59,9
1862	61,6	63,6	60,2	60,5	62,6	57,0	57,8	60,7	64,7	61,0	72,6	64,2	62,4
1863	57,8	61,8	59,3	63,5	61,3	60,7	59,6	59,1	59,7	64,7	62,4	55,8	60,5
1864	68,0	62,8	53,6	61,3	58,9	59,9	56,7	55,5	60,8	58,4	62,3	68,7	60,6
1865	52,7	64,1	62,6	63,2	63,2	60,5	62,3	57,9	64,5	58,5	63,1	67,1	61,7
1866	57,8	57,1	58,7	62,3	61,5	62,7	54,2	57,7	62,0	67,6	52,3	54,6	59,1
1867	56,5	60,2	61,7	52,9	61,2	59,6	56,7	60,6	61,8	61,5	55,0	57,0	58,7
1868	61,0	54,1	61,6	58,0	63,4	62,2	61,6	62,2	59,6	61,7	59,7	55,3	60,0
1869	69,9	54,7	58,7	62,6	58,3	58,5	61,2	61,3	57,1	60,8	56,0	64,0	60,3
1870	66,9	67,8	64,1	65,3	60,4	60,0	60,5	56,4	60,9	55,9	59,4	62,5	61,7
1871	64,2	63,5	63,3	56,0	57,2	59,1	59,8	62,1	59,5	65,2	—	—	—
1872	—	—	—	—	57,0	59,8	59,8	60,3	55,3	—	—	—	—
1873	57,8	62,0	61,8	57,9	55,6	58,4	59,8	59,9	59,1	58,5	56,1	56,5	58,6
1874	57,6	62,0	59,2	58,3	58,1	61,0	61,0	57,6	60,0	61,5	59,0	55,5	59,2
1875	59,1	66,4	62,2	58,3	61,1	59,8	59,7	60,6	60,6	63,2	59,5	58,5	60,8
1876	69,3	57,7	49,3	60,1	60,0	60,7	57,8	60,1	55,2	62,8	64,1	60,2	59,4
1877	63,4	53,3	55,2	58,8	58,0	61,6	57,5	58,5	56,0	60,1	57,3	64,5	58,7
1878	58,6	58,2	51,9	61,6	58,1	59,3	53,7	57,2	58,7	59,7	55,8	52,7	57,1
1879	65,8	53,0	60,6	56,0	60,0	57,2	53,7	57,6	63,6	58,5	60,0	64,1	59,2
1880	63,0	60,7	62,1	60,0	61,0	59,1	58,2	60,4	62,2	53,7	57,1	52,1	59,1
1881	56,9	63,1	57,4	63,1	63,8	56,6	58,1	55,1	64,0	64,5	61,3	65,6	60,8
1882	63,9	58,2	56,4	61,0	62,0	59,4	58,9	56,2	62,9	67,8	55,7	61,0	60,3
1883	63,8	68,2	56,4	64,4	58,4	60,0	55,9	57,6	60,8	60,1	59,9	56,6	60,2
Mittel	761,6	760,4	759,1	760,0	760,1	759,8	758,6	759,0	760,5	761,4	760,1	759,9	760,0

Tabelle IV. Relative Maxima und Minima des Luftdrucks.

Maxima	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+
1866	72,8	76,7	69,6	77,5	71,5	69,6	63,1	67,4	70,5	78,7	75,7	77,4	78,7
1867	70,5	79,7	75,8	70,2	70,5	65,2	63,0	67,0	71,5	72,8	68,2	70,6	79,7
1868	78,5	69,8	78,2	69,1	70,7	66,4	65,7	68,4	69,8	73,7	73,7	69,8	78,5
1870	84,0	87,1	76,8	74,5	69,1	72,5	67,2	65,6	73,1	75,9	71,0	70,7	87,1
1873	74,5	75,9	71,1	67,3	62,8	65,2	63,9	67,1	65,5	69,3	69,4	69,4	75,9
1874	70,2	69,9	71,1	67,4	63,5	68,0	66,1	65,9	65,7	69,1	70,0	71,2	71,2
1875	71,2	71,6	71,1	64,8	66,9	66,9	64,1	64,9	68,4	69,1	70,2	70,6	71,6
1876	84,5	68,4	60,7	74,1	71,7	67,3	63,9	66,2	62,8	75,9	76,8	72,6	84,5
1877	74,7	71,2	70,2	70,3	65,4	67,0	61,9	70,4	66,6	83,3	72,1	80,3	83,3
1878	74,5	68,6	70,3	70,6	68,6	68,1	61,5	66,0	67,1	72,1	69,0	64,1	74,5
1879	78,8	70,0	70,5	66,2	72,1	61,8	61,4	64,3	70,6	71,5	78,5	80,7	80,7
1880	75,5	74,1	81,6	69,9	67,0	70,4	67,3	69,9	71,6	71,7	74,6	73,3	81,6
1881	74,4	82,9	74,7	75,2	73,3	69,1	64,6	63,8	73,0	80,4	74,8	81,9	82,9
1882	85,7	78,0	66,6	75,9	68,7	69,0	67,8	67,7	69,1	77,9	71,3	81,9	85,7
1883	78,4	82,4	78,5	74,7	69,2	67,3	66,2	70,1	76,5	78,5	69,9	78,1	82,4
Höchster Luftdruck	85,7	87,1	81,6	77,5	73,3	72,5	67,8	70,4	76,5	83,3	78,5	81,9	87,1
Minima	Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dez.	Jahr
	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+	700+
1866	33,3	28,6	42,7	43,2	48,9	48,7	38,0	46,8	46,9	42,5	36,0	28,8	28,6
1867	40,0	35,1	44,0	32,5	47,4	46,4	42,6	44,9	44,0	40,7	34,4	31,6	34,4
1868	27,7	21,1	36,1	33,4	41,7	51,2	50,1	50,0	44,8	35,5	20,5	30,1	20,5
1870	53,6	34,4	41,7	46,8	46,5	45,0	49,7	40,8	45,4	31,4	45,1	47,3	31,4
1873	37,1	43,3	40,2	43,2	45,0	41,9	52,3	46,9	44,6	46,8	37,4	23,3	23,3
1874	27,4	43,6	37,6	41,6	39,4	40,4	52,4	47,3	35,5	38,0	41,5	35,3	27,4
1875	32,1	43,7	42,7	37,8	48,4	49,2	43,7	52,6	40,8	48,7	32,1	41,7	32,1
1876	47,9	36,4	24,9	40,5	40,4	53,2	50,9	41,2	39,0	40,6	44,3	41,7	24,9
1877	32,6	28,4	38,8	43,4	43,8	51,9	49,6	45,3	44,2	43,5	41,3	40,1	28,4
1878	39,0	38,5	28,2	44,2	43,8	46,6	44,4	38,7	45,8	46,0	39,0	36,3	28,2
1879	36,3	36,3	37,6	42,9	46,5	49,5	43,8	45,4	53,2	35,9	41,5	44,1	35,9
1880	43,0	29,4	35,8	50,3	48,3	42,3	47,6	48,2	51,3	30,5	31,7	33,0	29,4
1881	38,5	32,5	35,4	38,2	51,9	41,9	48,6	43,9	51,5	39,4	36,1	40,5	32,5
1882	38,4	33,0	43,1	43,3	45,9	46,5	44,7	45,1	51,3	52,0	34,7	37,0	33,0
1883	43,8	46,8	36,0	52,9	41,8	49,7	44,8	38,9	44,4	39,3	41,2	34,8	34,8
Niedrigster Luftdruck	27,4	21,1	24,9	32,5	39,4	40,4	38,0	38,7	35,3	30,5	20,5	23,3	20,5

Tabelle V. Absolute Feuchtigkeit.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
1870	3,3	2,2	3,6	5,8	7,4	10,6	13,1	11,1	8,5	6,1	5,4	2,0	6,6
1873	3,3	3,2	4,4	4,2	6,9	8,2	9,6	9,1	7,9	6,3	4,7	4,5	6,0
1874	4,0	3,1	3,2	4,6	4,9	7,6	10,1	9,9	8,9	7,5	4,5	3,2	6,0
1875	2,2	2,3	2,7	4,3	7,1	10,2	10,8	10,7	7,8	4,8	3,5	2,3	5,7
1876	2,6	3,0	4,3	5,6	5,4	11,0	11,1	10,2	8,6	6,1	3,1	1,8	6,1
1877	3,1	3,1	2,8	4,1	6,0	9,1	11,5	10,3	7,3	6,0	5,8	3,5	6,1
1878	3,2	3,8	3,7	5,0	6,7	9,9	9,3	11,3	9,1	7,3	5,3	4,1	6,6
1879	2,4	3,6	3,3	4,9	7,4	10,4	11,0	10,4	8,7	6,2	4,1	3,2	6,3
1880	3,1	3,1	3,3	5,1	6,9	8,7	11,9	11,8	9,4	5,0	4,8	3,7	6,4
1881	2,5	2,9	3,0	3,7	6,2	9,7	10,7	9,9	8,9	5,1	5,1	3,8	6,0
1882	4,5	3,9	4,7	5,1	7,1	9,7	11,8	11,3	8,7	5,5	3,8	2,8	6,6
Mittel	3,1	3,1	3,5	4,8	6,5	9,6	11,0	10,5	8,5	6,0	4,6	3,2	6,2

## Relative Feuchtigkeit.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
1870	85	83	84	81	76	81	79	79	83	87	90	87	83
1873	79	86	85	75	87	70	76	79	86	86	86	89	82
1874	87	75	73	73	64	61	66	77	79	85	89	90	76
1875	85	78	80	84	72	70	66	73	77	85	85	79	78
1876	84	83	85	75	72	64	70	73	80	83	87	81	78
1877	86	87	77	72	70	66	76	77	84	88	88	91	80
1878	88	87	82	69	70	69	69	81	78	84	89	91	80
1879	86	91	83	77	71	74	78	73	75	85	88	85	81
1880	87	80	77	74	69	65	74	76	80	87	90	91	79
1881	89	87	84	72	64	66	73	77	79	83	88	90	79
1882	86	83	82	71	67	69	67	74	74	83	89	87	78
Mittel	86	84	81	75	71	69	72	75	80	85	88	87	79

Tabelle VI. Höhe der Niederschläge in Millimetern.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
1851	20,42	17,12	39,83	38,25	57,89	77,24	110,82	60,40	51,60	28,40	61,52	50,52	614,01
1852	36,68	28,45	36,09	22,68	49,07	169,57	4,04	25,15	55,83	102,33	90,86	40,34	661,09
1853	3,76	51,53	18,01	50,60	24,84	37,80	114,12	57,51	60,02	40,87	5,61	9,88	474,55
1854	9,45	9,68	15,06	32,38	48,54	86,66	113,39	36,91	133,83	44,04	57,33	58,62	646,09
1855	38,66	4,90	10,41	14,05	54,00	51,50	35,26	117,98	126,95	42,75	26,26	24,82	547,54
1856	17,58	24,36	12,83	64,13	59,18	91,97	32,51	24,76	45,29	22,56	51,87	27,05	474,09
1857	14,81	3,22	38,48	31,27	34,95	27,50	—	—	44,60	12,17	11,08	40,11	—
1858	9,37	13,31	56,62	39,42	25,88	36,88	24,92	12,12	10,64	25,53	43,43	23,83	321,05
1859	36,60	40,89	26,69	30,38	59,23	28,16	60,76	27,40	44,48	42,19	36,25	19,84	452,87
1860	26,72	17,07	22,07	31,16	35,51	35,23	36,50	63,65	22,86	56,67	42,39	26,19	416,02
1861	60,58	22,25	14,83	17,73	32,26	35,43	39,14	57,76	84,38	5,97	69,65	15,72	455,70
1862	24,74	38,66	30,07	27,00	18,29	76,28	65,67	40,34	37,95	17,98	1,12	16,38	393,88
1863	8,66	4,88	8,84	17,65	27,91	10,46	100,30	45,52	67,59	25,93	58,60	48,79	425,13
1864	17,56	13,21	41,68	13,87	31,75	36,93	48,23	81,84	53,49	49,86	58,60	6,07	453,09
1865	20,12	9,73	11,96	23,72	32,00	31,27	41,55	68,20	20,02	31,62	20,60	15,29	326,08
1866	29,2	15,7	2,0	11,1	17,0	29,2	96,0	31,2	49,4	25,8	71,6	39,6	417,8
1867	50,3	12,7	14,0	33,3	30,1	12,3	89,8	35,5	28,9	72,9	99,1	64,8	543,7
1868	12,8	13,5	35,5	27,7	37,1	28,9	12,6	39,4	34,1	30,1	25,8	20,8	318,3
1869	6,4	12,1	22,4	11,8	53,9	45,0	40,5	77,4	90,6	51,4	28,3	20,8	460,6
1870	32,3	9,1	11,1	41,5	32,6	52,8	16,0	55,7	17,4	58,5	36,2	16,2	379,4
1873	50,0	19,6	37,2	25,4	93,9	55,4	42,6	38,7	50,4	43,8	70,0	79,3	606,3
1874	37,3	26,0	23,0	29,9	27,8	36,7	46,0	142,6	59,3	36,0	16,8	46,2	527,6
1875	71,3	19,1	26,8	31,0	41,8	38,7	16,1	83,4	36,7	34,5	27,1	32,3	458,8
1876	16,1	34,4	59,1	32,1	65,7	29,4	27,1	91,2	65,2	78,7	37,5	25,4	561,9
1877	38,2	33,9	32,9	3,5	46,4	14,4	82,4	55,0	66,3	34,8	27,3	20,2	455,3
1878	36,0	22,1	45,8	31,6	49,8	62,5	31,4	81,5	46,0	70,7	77,4	49,5	604,3
1879	51,9	22,3	7,4	27,9	43,6	45,1	164,9	83,1	24,8	149,4	62,8	7,8	691,0
1880	30,8	25,8	9,1	32,5	31,7	70,6	99,3	81,1	101,0	121,6	103,7	61,1	768,3
1881	22,2	22,7	31,1	19,0	29,9	46,9	116,5	121,1	85,2	16,8	45,7	10,7	567,8
1882	43,2	28,7	33,6	20,2	107,2	103,4	64,6	93,7	49,1	28,3	73,7	35,4	681,1
1883	29,0	23,6	26,1	15,6	73,6	188,4	167,6	70,2	100,3	66,1	99,0	60,0	919,5
Mittel	29,12	20,66	25,82	27,37	44,30	54,60	64,67	63,33	56,91	47,36	49,59	32,70	520,79

Tabelle VII. Grösste Niederschlagsmenge in 24 Stunden.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
1851	3,9	4,1	9,2	12,9	16,7	17,0	12,6	13,0	13,1	4,9	18,7	6,7	18,7
1852	12,7	5,1	18,7	9,4	10,3	25,3	1,5	5,9	19,6	14,8	24,9	8,9	25,3
1853	0,8	11,3	11,5	15,9	8,3	10,4	21,7	15,4	11,1	13,1	4,3	5,5	21,7
1854	2,5	3,7	5,7	5,7	10,9	33,8	16,7	18,0	22,2	6,3	15,8	6,0	33,8
1855	8,4	4,9	2,1	6,3	11,1	17,4	8,6	19,4	12,1	6,7	9,2	4,5	19,4
1856	4,8	3,5	2,3	12,1	6,4	14,8	5,7	4,0	5,7	6,1	7,4	5,8	14,8
1857	10,5	3,0	10,5	4,0	7,5	4,7	—	—	7,1	3,3	4,7	7,3	—
1858	6,2	5,3	7,2	7,5	5,5	4,4	4,7	4,0	2,8	5,0	5,2	5,7	7,5
1859	7,5	6,5	4,1	4,8	26,8	7,9	19,4	15,7	11,7	8,6	7,2	4,9	26,8
1860	3,5	2,7	4,9	4,5	6,7	13,2	9,7	7,5	4,8	9,5	7,4	6,7	13,2
1861	7,2	2,8	2,9	2,3	5,3	10,1	11,5	9,7	13,1	6,0	6,6	6,3	13,1
1862	5,7	5,6	10,3	5,4	4,2	9,2	12,0	9,0	8,7	5,3	0,6	5,0	12,0
1863	1,3	1,1	3,3	5,9	5,7	2,6	17,9	10,7	13,2	7,6	20,4	9,6	20,4
1864	5,2	5,2	12,4	5,2	4,6	11,8	18,1	24,8	10,9	7,6	11,6	3,8	24,8
1865	10,4	5,0	2,9	8,2	9,8	7,8	15,5	19,6	5,0	6,7	4,8	—	—
1866	7,1	6,6	0,5	3,3	4,8	13,0	19,2	11,2	17,1	7,5	11,2	9,6	19,2
1867	13,8	3,2	2,6	7,4	16,8	2,3	27,8	8,4	4,2	12,3	12,6	10,6	27,8
1868	2,9	3,1	10,1	10,9	12,5	13,8	3,6	16,5	9,2	6,3	5,0	4,9	16,5
1869	2,7	4,9	5,5	3,4	12,5	9,5	7,6	12,3	—	—	—	—	—
1870	6,2	2,6	2,1	9,6	6,1	12,6	2,6	9,4	3,4	6,8	3,9	5,2	12,6
1871	2,6	3,1	5,4	3,7	4,1	4,1	7,2	—	17,6	17,3	—	—	—
1872	—	—	—	—	11,0	—	4,5	27,4	13,0	—	—	—	—
1873	14,8	7,7	11,6	4,5	27,3	15,2	9,5	11,7	15,3	10,8	8,2	18,4	27,3
1874	6,8	5,2	7,9	13,6	6,3	20,6	8,7	37,8	12,6	10,9	7,6	14,6	37,8
1875	25,6	3,7	15,8	14,6	15,0	9,0	7,5	9,3	7,3	12,8	9,2	5,7	25,6
1876	4,6	6,1	6,3	10,9	14,4	22,0	6,8	42,9	12,1	19,7	7,0	7,1	42,9
1877	14,3	9,2	8,0	1,7	17,7	7,1	17,9	12,6	16,6	7,3	11,8	3,8	17,9
1878	9,2	4,4	11,3	11,3	12,5	32,2	9,5	20,2	8,9	10,0	8,9	11,0	32,2
1879	14,7	5,8	5,1	7,1	8,9	12,3	27,5	23,9	11,1	25,9	9,1	2,9	27,5
1880	11,7	17,0	4,1	6,3	8,9	33,0	17,0	36,0	27,8	23,1	10,0	2,3	36,0
1881	3,7	6,3	12,4	12,2	12,7	17,3	22,0	44,3	19,9	7,3	8,7	2,0	44,3
1882	9,3	5,7	9,4	6,8	70,4	57,7	40,1	40,3	24,7	18,6	24,2	12,6	70,4
1883	9,8	8,2	8,2	4,2	28,3	54,5	31,7	14,3	27,5	20,4	13,8	13,3	54,5
absol. Max.	25,6	17,0	18,7	15,9	70,4	57,7	40,1	44,3	27,8	25,9	24,9	18,4	70,4
im Jahr 18—	75	80	52	53	82	82	82	81	80	79	52	73	82

## Anhang.

### Wasserstand und Eisbedeckung der Düna bei Riga.

Im Archiv der meteorologischen Station befinden sich die Pegelbeobachtungen von 1873 an, die um circa 1 Uhr Nachmittags in Riga und Dünamünde an sicher einnivellirten Pegeln gemacht worden sind. Der Pegel in Riga ist an der Karlschleuse, oberhalb der Stadt aufgestellt, der in Dünamünde an dem zum Leuchthurm führenden Damm beim Winterhafen, so dass die Ablesung an diesem uns den Stand des Wassers im Rigaschen Meerbusen, bezogen auf unsere Küste, angiebt. Der Jahrgang 1874 weist im October, November und December Lücken auf. Der Nullpunkt beider Pegel befindet sich in einer Niveauebene und ist so gewählt, dass negative Ablesungen nicht zu erwarten sind.

Die Monatsmittel der Wasserstände sind für Riga in der Tabelle A, für Dünamünde in der Tabelle B in russischen Fuss wiedergegeben.

Als höchstes, mittleres und niedrigstes Monatsmittel erhalten wir für Riga und Dünamünde aus den Jahren 1873—1883:

Riga: Monatsmittel:	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Novbr.	Dec.	Jahres- mittel
höchstes . . .	6,26	5,57	6,35	8,67	6,45	5,00	5,40	5,38	5,43	5,06	6,01	6,59	5,25
mittleres . . .	4,69	4,40	4,66	6,42	5,26	4,57	4,68	4,79	4,61	4,40	4,58	4,65	4,81
niedrigstes . .	3,61	3,29	3,06	4,77	4,26	4,35	4,08	4,23	3,88	2,73	3,34	2,89	4,04
<b>Dünamünde:</b>													
Monatsmittel:													
höchstes . . .	5,73	5,43	5,52	4,50	4,40	4,95	5,25	5,44	5,13	5,16	5,57	5,89	4,76
mittleres . . .	4,41	4,15	4,18	3,96	4,09	4,37	4,59	4,63	4,49	4,33	4,39	4,44	4,35
niedrigstes . .	3,61	3,20	2,92	2,87	3,42	3,76	3,87	4,12	4,01	2,81	3,30	2,93	3,88

Auf der Tafel 25 findet sich eine bildliche Darstellung dieser Werthe in Metern und bezogen auf den Nullpunkt des Kronstädter Pegels. Die Wasserstände für Riga sind durch ausgezogene, die für Dünamünde durch punktirte Linien wiedergegeben.

Die höchsten und niedrigsten Ablesungen sind:

Riga:	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
höchste . . . .	7,8	7,8	8,5	17,4	9,0	5,9	6,4	6,9	6,8	7,0	7,2	8,3	17,4
niedrigste . . .	2,5	2,6	2,3	3,0	3,4	3,6	3,4	3,5	2,3	1,2	1,5	0,9	0,9
<b>Dünamünde:</b>													
höchste . . . .	7,2	7,2	7,1	5,7	6,0	5,8	6,8	6,7	6,4	6,8	6,7	9,0	9,0
niedrigste . . .	2,5	1,3	2,0	2,0	2,7	3,2	3,4	3,1	2,9	1,7	2,2	1,1	1,1

In den Monaten des Hochwassers, im April und Mai, sind die Monatsmittel in Riga am grössten, in Dünamünde am kleinsten, während für die übrigen Monate eine Abhängigkeit der Wasserhöhe in Riga von der an der Mündung der Düna bemerkbar ist. Die Höhe des Wasserspiegels an der Mündung zeigt ein gleiches Verhalten, wie der Wasserstand der Ostsee an den Küsten Deutschlands und ist die wechselnde Höhe wohl vorzugsweise den herrschenden Winden zuzuschreiben.

Die höchsten und niedrigsten Monatsmittel sind:

für Riga: 8,67' im April 1878 und 2,73' im October 1882;

für Dünamünde: 5,89' im December 1880 und 2,81' im October 1886.

Nicht nur im October 1882 ist das Monatsmittel in Dünamünde höher, als das in Riga, gewesen, auch in anderen Jahren und Monaten zeigt sich dieselbe Erscheinung und spricht für die erwähnte Abhängigkeit des Wasserstandes bei Riga von dem in Dünamünde.

Die zu der Beobachtungsstunde abgelesenen höchsten und niedrigsten Pegelstände sind:

für Riga: 17,4' im April 1877 und 0,9' im December 1876;

für Dünamünde: 9,0' im December 1873 und 1,1' im December 1876.

Der hohe Wasserstand in Dünamünde (im December 1873) war die Folge eines starken WNW.-Sturmes, der niedrige im December 1876 zeigte sich nach anhaltendem Ostwinde. Sowie diese Extreme augenscheinlich von der Luftbewegung veranlasst sind, so zeigt sich stets die Wirkung des Windes auf den Wasserstand derart, dass westliche Winde eine Zunahme, östliche eine Abnahme der Wasserhöhe hervorrufen.

Die zur Berechnung der Dauer der Eisbedeckung der Düna benutzten Daten sind dem VI. und XXV. Jahrgang des Korrespondenz-Blattes entlehnt. In Bezug auf die letztere Veröffentlichung sei hier bemerkt, dass zwei Daten einer Korrektur bedürfen: es muss 1867 und 1868 der Zugang als am 6. December stattgefunden betrachtet werden.

Aus den nach 1881 folgenden Jahren sind die Daten (n. a. Styl):

1882	Aufgang: 27. Februar.	Zugang: 12. November.
1883	" 7. April.	" 25. "
1884	" 18. März.	" 9. "

Das Datum für einen Eisgang lässt sich meist recht genau angeben, während der Moment des Zugangs schwerer zu bestimmen ist. Man sieht als Termin des Zugangs den Tag an, an welchem der Fluss zum ersten Mal mit einer stehenden Eisschicht bedeckt ist, auch wenn gleich darauf der frühere Zustand wieder eintritt. Es ist nun bei unseren Witterungsverhältnissen dieses Letztere gar nicht selten der Fall, so dass sich auch Differenzen in den Angaben erklären lassen.

Die Dauer der Eisbedeckung ist für die Jahre 1811/12 bis 1883/84 auf der Tafel 26 bildlich dargestellt, jedoch, in den ersten Jahrzehnten mit mehreren Unterbrechungen. Das Datum ist nach dem alten Styl angegeben. In dem Winter 1811/12 war der Strom 177 Tage bedeckt, im Winter 1823/24 nur an 74 Tagen.

Als mittlere Dauer der Eisbedeckung ergibt die Rechnung aus 70 Jahren 128 Tage, wobei der Tag des Eisgangs als ein eisfreier, der des Zugangs aber als solcher gerechnet wurde, an dem die Düna schon mit Eis bedeckt war. Der Februar ist zu 28 Tagen gezählt worden.

Als mittleres Datum des Zugangs der Düna finde ich den 18. (30.) November und für den Eisgang den 26. März (7. April). Nach der Zeichnung auf Tafel 21 ist die Frostzeit vom 6. (18.) November bis zum 11. (23.) März zu rechnen, somit findet der Zugang 12 Tage nach dem Eintritt der Frostzeit statt, während die Eisdecke 15 Tage nach der Frostzeit verschwindet.

Tabelle A. Wasserstand der Düna bei Riga.

Mittler Wasserstand	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
1873	4,33	4,24	3,69	4,84	4,65	4,50	4,71	4,91	4,72	5,05	4,78	6,59	4,75
1874	6,26	5,57	4,54	7,02	4,76	4,77	4,65	4,87	5,07	4,67	4,90	4,27	5,11
1875	3,70	3,60	3,6	4,77	5,34	4,63	4,08	4,23	4,34	3,54	3,34	3,85	4,04
1876	3,96	3,83	5,54	7,35	4,87	4,37	4,86	4,63	4,64	4,40	3,95	2,89	4,60
1877	3,72	4,33	4,19	8,53	5,71	4,61	4,95	5,11	5,43	4,96	4,91	4,27	5,06
1878	4,56	4,96	5,17	8,67	4,42	5,00	5,40	4,50	5,03	4,76	5,02	5,31	5,25
1879	4,96	4,75	5,92	6,24	6,15	4,68	5,02	4,85	4,80	5,06	5,08	4,91	5,21
1880	5,00	4,38	4,80	5,92	5,49	4,36	4,49	4,44	4,02	4,84	6,01	6,33	5,01
1881	5,56	4,17	4,05	6,12	5,76	4,49	4,65	5,38	4,33	3,66	4,55	4,32	4,75
1882	5,88	5,23	6,35	5,08	4,26	4,35	4,13	4,77	3,88	2,73	3,38	3,07	4,43
1883	3,61	3,29	3,91	6,04	6,45	4,52	4,50	5,04	4,49	4,71	4,50	5,32	4,70
Mittel	4,69	4,40	4,66	6,42	5,26	4,57	4,68	4,79	4,61	4,40	4,58	4,65	4,81
Höchster Wasserstand													
1873	6,8	5,8	4,5	6,4	5,8	5,5	5,5	5,8	6,0	5,8	5,8	8,3	8,3
1874	7,8	7,8	5,5	8,8	6,8	5,7	5,3	5,6	6,5	6,3	6,5	6,5	8,8
1875	4,7	4,9	4,6	8,7	6,5	5,3	4,9	5,3	5,1	6,2	5,9	5,0	8,7
1876	4,9	4,6	7,7	10,6	5,4	5,0	5,7	5,0	5,5	6,2	5,6	4,4	10,6
1877	5,4	5,0	5,1	17,4	6,2	5,4	5,9	5,9	6,8	5,5	5,8	4,9	17,4
1878	5,2	6,1	6,2	11,7	5,3	5,9	6,4	5,8	5,9	5,8	5,8	6,6	11,7
1879	7,2	5,6	7,8	9,8	9,0	5,4	5,4	6,5	6,5	6,8	6,8	6,1	9,8
1880	5,7	6,3	6,2	8,0	7,7	5,0	5,3	5,0	5,3	6,2	7,2	7,5	8,0
1881	7,3	5,0	5,0	9,2	8,2	5,6	5,4	6,1	5,1	4,9	5,6	5,9	9,2
1882	7,8	6,5	8,5	7,1	5,2	5,2	4,7	5,4	5,4	3,8	4,4	4,4	8,5
1883	4,9	4,0	5,1	15,3	8,7	5,4	5,5	6,9	6,2	7,0	5,2	5,9	15,3
Maximum	7,8	7,8	8,5	17,4	9,0	5,9	6,4	6,9	6,8	7,0	7,2	8,3	17,4
Niedrigster Wasserstand													
1873	3,4	2,9	2,8	3,9	4,0	4,2	4,3	3,9	4,0	4,1	3,9	5,4	2,8
1874	5,4	3,7	3,6	4,6	4,0	4,1	4,0	4,3	3,9	4,0	3,6	3,0	3,0
1875	2,8	2,7	2,3	3,7	4,9	4,0	3,4	3,5	3,6	2,0	2,0	1,5	1,5
1876	3,1	3,1	3,5	5,4	4,2	3,9	4,2	3,9	3,7	3,3	2,8	0,9	0,9
1877	3,0	3,6	3,4	4,0	5,1	3,6	4,2	4,1	4,8	4,3	3,7	3,8	3,0
1878	3,6	4,2	3,5	3,8	3,5	4,3	4,5	3,6	4,4	3,6	4,3	4,0	3,5
1879	3,9	4,1	3,9	3,8	4,2	4,2	4,5	4,1	4,0	3,4	4,1	3,9	3,4
1880	4,2	2,6	3,7	3,0	4,3	3,8	3,9	3,7	2,3	2,9	4,5	5,2	2,3
1881	4,1	3,8	3,2	4,2	4,0	3,8	4,0	4,5	3,8	3,1	3,4	2,1	2,1
1882	5,2	4,3	5,2	3,5	3,4	3,8	3,4	4,2	2,7	1,2	2,9	2,4	1,2
1883	2,5	2,6	2,7	3,6	5,1	3,9	3,9	4,4	4,0	3,2	3,5	4,3	2,5
Minimum	2,5	2,6	2,3	3,0	3,4	3,6	3,4	3,5	2,3	1,2	1,5	0,9	0,9

Tabelle B. Wasserstand der Düna bei Dünamünde.

Mittler Wasserstand	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
1873	3,98	3,20	2,92	2,87	3,60	3,76	4,04	4,23	4,06	4,49	4,07	5,79	3,92
1874	5,18	4,59	3,65	3,98	3,42	3,96	3,87	4,12	4,35	—	—	—	—
1875	3,61	3,65	3,21	4,07	4,40	4,51	4,10	4,15	4,33	3,48	3,30	3,78	3,88
1876	3,91	3,73	4,35	4,31	3,96	4,27	4,91	4,63	4,70	4,37	3,82	2,93	4,16
1877	3,64	4,36	4,23	3,90	4,01	4,38	4,83	4,95	5,13	4,87	5,01	4,05	4,45
1878	4,61	4,98	5,19	4,50	4,15	4,95	5,25	4,50	5,01	4,76	4,50	4,52	4,76
1879	4,06	3,82	4,32	3,75	4,17	4,51	5,03	4,61	4,82	5,16	4,80	4,64	4,48
1880	5,00	4,26	4,62	3,91	4,39	4,26	4,49	4,37	4,01	4,81	5,57	5,89	4,63
1881	5,09	4,01	3,94	4,32	4,38	4,55	4,98	5,44	4,29	3,76	4,61	4,43	4,48
1882	5,73	5,43	5,52	4,18	4,18	4,55	4,34	4,82	4,09	2,81	3,55	2,99	4,35
1883	3,66	3,58	4,05	3,78	4,28	4,35	4,67	5,12	4,64	4,82	4,67	5,35	4,41
Mittel	4,41	4,15	4,18	3,96	4,09	4,37	4,59	4,63	4,49	4,33	4,39	4,44	4,35
Höchster Wasserstand													
1873	5,3	5,5	3,9	4,2	4,8	4,7	5,0	5,1	5,4	5,8	5,6	9,0	9,0
1874	6,7	6,2	5,0	4,5	4,7	5,0	4,6	5,3	5,6	—	—	—	—
1875	4,6	4,7	4,1	4,7	5,5	5,5	4,7	5,2	4,9	5,8	4,5	5,3	5,8
1876	4,8	4,6	5,2	5,7	4,9	4,6	6,8	6,0	5,5	5,8	5,2	4,5	6,8
1877	5,4	5,0	5,1	4,8	4,6	5,3	5,8	6,5	7,2	6,7	6,2	4,8	7,2
1878	5,2	6,6	6,6	5,1	4,9	5,8	6,5	5,6	5,8	5,9	5,5	5,5	6,6
1879	6,5	4,6	5,5	4,7	4,9	5,1	5,5	6,3	6,4	7,1	6,5	6,0	7,1
1880	5,7	5,8	6,1	5,4	6,0	4,9	4,0	5,2	4,9	6,4	6,7	6,7	6,7
1881	6,6	4,8	5,2	5,1	5,2	5,7	6,0	6,2	5,1	5,3	6,0	5,8	6,6
1882	7,2	7,2	7,1	5,0	5,1	5,6	5,2	5,6	5,3	3,8	4,5	4,1	7,2
1883	4,5	4,6	4,9	4,2	5,0	4,8	5,8	6,7	5,7	6,8	5,7	6,2	6,8
Maximum	7,2	7,2	7,1	5,7	6,0	5,8	6,8	6,7	6,4	6,8	6,7	9,0	9,0
Niedrigster Wasserstand													
1873	2,8	1,3	2,0	2,0	3,0	3,2	3,6	3,1	3,3	3,4	2,7	4,3	1,3
1874	4,3	2,3	2,5	3,3	2,7	3,6	3,4	3,1	3,5	—	—	—	—
1875	2,5	2,7	2,6	3,5	3,8	4,1	3,7	3,5	3,7	1,8	2,3	1,4	1,4
1876	3,1	3,0	3,5	3,4	3,3	3,9	4,1	4,0	4,1	3,4	2,9	1,1	1,1
1877	2,9	3,7	3,6	3,0	3,4	3,9	4,2	4,1	4,4	4,0	4,1	3,0	2,9
1878	3,9	4,1	4,1	3,7	3,5	4,2	4,5	3,7	4,4	3,5	3,7	2,6	2,6
1879	2,8	3,0	3,1	3,0	3,5	4,0	4,5	3,7	4,2	3,8	3,4	3,3	2,8
1880	4,2	2,5	3,6	2,8	3,8	3,8	5,0	3,8	2,9	2,8	4,8	4,8	2,5
1881	3,8	3,2	2,9	3,7	3,8	3,9	4,1	4,8	3,5	2,9	3,3	2,4	2,4
1882	4,5	4,5	4,5	3,5	3,0	3,8	3,4	4,1	3,0	1,7	2,2	2,0	1,7
1883	2,8	2,9	2,8	2,6	3,5	3,9	4,0	4,5	4,1	3,6	3,7	4,5	2,6
Minimum	2,5	1,3	2,0	2,0	2,7	3,2	3,4	3,1	2,9	1,7	2,2	1,1	1,1

## II.

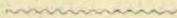
Chemisch-analytische und mikroskopische

Untersuchung

des Bodens, des Grundwassers und einiger  
Brunnen- und offener Gewässer

der Stadt Riga,

ausgeführt in den Jahren 1882—1884. im Auftrage der Stadtverwaltung von  
Professor M. Glasenapp.





## II.

Chemisch-analytische und mikroskopische

# Untersuchung des Bodens, des Grundwassers und einiger Brunnen- und offener Gewässer der Stadt Riga,

ausgeführt in den Jahren 1882—1884 im Auftrage der Stadtverwaltung von Professor  
M. Glasenapp.

---

### Vorbemerkungen.

Dass der für organische Stoffe so ungemein absorptionsfähige Boden in ursächlichem Zusammenhang mit dem Auftreten und der Verbreitung vieler endemischer und epidemischer Krankheiten steht, kann nach den bis jetzt seitens der Hygiene gewonnenen Erfahrungen als eine ausser Zweifel stehende Thatsache betrachtet werden. Ausser kaum näher gekannten physikalischen und geognostischen Eigenschaften des Bodens ist es namentlich die Verunreinigung desselben durch organische Substanzen, insbesondere durch thierische Abfallstoffe, welche als Factor für sein Verhalten in sanitärer Beziehung in Betracht kommt. Auf welche Weise der Boden seinen Einfluss auf die genannten Krankheiten ausübt, wie die letzteren somit zu Stande kommen, ist eine Frage, auf welche zur Zeit eine befriedigende Antwort nicht gegeben werden kann, da die bezüglichlichen Vorgänge äusserst complicirter Natur sind und die einzelnen Factoren sich nach ihrer Wirkungsweise nicht bestimmt sondern und präcisiren lassen. Nur soviel ist bekannt, dass ein mit fäulnissfähigen organischen Stoffen beladener Boden ein vortreffliches Medium bildet für die Entwicklung der Spaltpilze, jener kleinsten mikroskopischen Organismen, die zum Theil als die Ursache der epidemischen Krankheiten betrachtet werden. Zwar kommen diese Organismen in jeder Bodenart der oberen Erdschichten in grösster Ausdehnung vor, selbst auch in solchem Boden, der von organischer Substanz so gut wie frei ist. Sie bilden, indem sie die organischen Stoffe durch ihre Lebensthätigkeit wieder in unorganische verwandeln oder diese Verwandlung einleiten, einen nothwendigen und äusserst wichtigen Factor in dem natürlichen Kreislauf des Stoffes, und eine schädigende Einwirkung auf den menschlichen oder thierischen Organismus üben sie unter normalen Verhältnissen nicht aus. Aber unter besonders günstigen Bedingungen, zu denen eine gewisse Ueberladung des Bodens mit fäulnissfähiger organischer Materie zu gehören scheint, vermag der letztere jene specifischen Formen der Spaltpilze zu produciren, die als parasitäre Krankheitserreger bekannt geworden sind. Ob man es dabei mit besonderen vegetativen Zuständen der gewöhnlich im Boden vorkommenden Formen, also mit einer Umwandlung der indifferenten Mikroorganismen

in pathogene zu thun hat, wie C. v. Nägeli lehrt<sup>1)</sup>, oder für jede Infectionskrankheit eine eigene Pilzspecies als Erreger in Betracht kommt, ist nach dem gegenwärtigen Standpunkt der mykologischen Forschung noch nicht entschieden.

Die Thatsache, dass ein „siechhafter“ Boden und Verunreinigung desselben durch fäulnissfähige organische Materie häufig Hand in Hand gehen, hat dazu Veranlassung gegeben, dem Boden in den Städten, wo die Verunreinigung naturgemäss am leichtesten erfolgt, in der jüngsten Zeit seitens der Hygiene eine erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Nicht allein, dass einmalige Untersuchungen des Bodens auf den Grad seiner Verunreinigung stattgefunden haben<sup>2)</sup>, sondern es wurden auch fortlaufend die zeitlichen und örtlichen Veränderungen des Bodens verfolgt und mit dem Auftreten verschiedener Infectionskrankheiten verglichen und dabei in ätiologischer Hinsicht gleich interessante wie werthvolle Ergebnisse erhalten<sup>3)</sup>. Es verdient jedoch hier bemerkt zu werden, dass systematische Untersuchungen des Bodens ganzer Städte bisher nur sehr vereinzelt zur Ausführung gelangt sind und es deshalb zur Zeit an Material für den Vergleich der gewonnenen Ergebnisse noch mangelt; erst von einer allgemeineren Erkenntniss der hohen Bedeutung derartiger Untersuchungen für die Hygiene ist eine umfangreichere Anwendung derselben zu erwarten. Wenn auch die Resultate der Morbiditäts- und Mortalitätsstatistik in erster Linie für die sanitären Verhältnisse einer Stadt bestimmend sind, so vermag doch die Kenntniss von der Beschaffenheit des Bodens einen tieferen Einblick in den Causalzusammenhang der Infectionskrankheiten — wenn auch vorläufig noch in beschränktem Sinne — zu gewähren.

Was von dem Boden, gilt in hygienischer Beziehung zum Theil auch von dem Wasser. Obgleich die sogenannte Trinkwasser-Theorie, nach welcher das Auftreten gewisser epidemischer Krankheiten durch die Beschaffenheit des Trinkwassers bedingt sein soll, in den durch die Literatur gelieferten Daten gerade keine Stütze findet, so scheinen doch andererseits zahlreiche Beobachtungen dafür zu sprechen, dass das Trinkwasser auf die Verbreitung dieser Krankheiten mitunter einen Einfluss auszuüben vermag, und noch in jüngster Zeit haben die Forschungen von Robert Koch dargethan, dass in Indien die sogenannten Tanks, kleine, seichte, unsauber gehaltene, von menschlichen Ansiedelungen umgebene Wasserbecken, zahllose Mengen jenes mikroskopischen Organismus enthalten, der von dem genannten Forscher als die Ursache der asiatischen Cholera betrachtet wird. Wenn auch nach dem Verhalten der Mikroorganismen in so stark sauren Flüssigkeiten, wie der Magensaft sie repräsentirt, nicht anzunehmen ist, dass bei normaler Beschaffenheit des Mageninhaltes die mit dem Trinkwasser eingeführten Organismen vom Magen und Darmkanal aus schädigenden Einfluss auf die Gesundheit des Menschen auszuüben vermögen, so ist doch zu berücksichtigen, dass, da das Trinkwasser nicht ausschliesslich zu Genusszwecken verwandt wird, die in demselben enthaltenen Organismen auch auf anderen Wegen in den Körper gelangen können.

Ein specieller weiterer Nutzen der Grund- und Brunnenwasser-Untersuchungen besteht darin, dass die durch sie gewonnenen Resultate in den meisten Fällen auch zur Beurtheilung der Beschaffenheit des Bodens verwerthbar sind, dem das Wasser entstammt. Denn bei den innigen Wechselbeziehungen zwischen Boden und Wasser in den oberen Erdschichten ist es unvermeidlich, dass die in dem ersteren etwa enthaltenen Verunreinigungen oder deren Zersetzungsproducte auch in das Wasser übergehen, wo sie leicht erkannt werden können. Dies wird unter sonst gleichen

1) Vergl dessen „Untersuchungen über niedere Pilze“, München, 1882.

2) In München haben Bodenuntersuchungen durch Feuchtinger (1868) und Wolffhügel (1874), in Dresden durch Fleck (zu Anfange der siebziger Jahre), in Berlin und Leipzig durch Flüge stattgefunden.

3) Vergl. Dr. Joseph Fodor „Luft, Boden und Wasser“, Braunschweig, 1882.

Verhältnissen um so eher der Fall sein, je geringer der Abstand des Grundwasserniveaus von den obersten, der Verunreinigung am meisten ausgesetzten Bodenschichten, d. h. je seichter also im Allgemeinen der Grundwasserstand ist. Es können deshalb die Resultate der Wasseruntersuchungen die der Untersuchung des Bodens sehr gut ergänzen und das Urtheil über die Beschaffenheit des letzteren erweitern.

Die obigen Gesichtspunkte waren es hauptsächlich, von denen aus die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen des Bodens, des Grundwassers, sowie einiger Brunnen und offener Gewässer der Stadt Riga ausgeführt wurden. Veranlassung dazu gab die für die Stadt in Aussicht genommene systematische Entwässerung und Bereinigung, für welche diese Untersuchungen als Vorarbeiten zu betrachten sind, — mit dem wesentlichen Zweck, den Zustand zu ermitteln, in welchem sich die oberen Bodenschichten und die genannten Wässer der Stadt gegenwärtig befinden. Begonnen wurden die Arbeiten im April 1882, beendet im Februar 1884. Die analytischen Arbeiten wurden unter des Verfassers Leitung von den Chemikern Herrn Arnold Seyboth und Stanislaus Dudrewicz mit dankenswerthester Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt ausgeführt, die mikroskopischen ausschliesslich vom Verfasser unter Anwendung eines vorzüglichen mikroskopischen Apparates aus der Werkstatt von Dr. C. Zeiss in Jena.

Zunächst sollen in Nachstehendem die Bodenuntersuchungen beschrieben werden. Darauf folgen die Untersuchungen der Canäle und die des Wassers.

## I. Der Boden.

### a. Physikalische und geognostische Beschaffenheit.

Der Boden, auf dem die Stadt Riga ruht, gehört seiner Entstehung nach durchgängig zu den jüngsten, sogenannten quartären Bildungen und besteht im Wesentlichen aus mehr oder weniger feinkörnigem, zuweilen etwas thonigem Sande meist gelber Färbung, ferner aus Schichten von Lehm, Thon, Grand und Geröll. In den Niederungen findet sich, soweit die wenigen dort ausgeführten Bohrungen erkennen lassen, neben den genannten Bodenarten auch noch Moorerde, zuweilen mit geringen Beimengungen von Vivianit (Bohrloch 23). Nicht selten enthält der Boden organische Stoffe vegetabilischen Ursprungs im humificirten Zustande in nicht unerheblicher Menge und zeigt dann eine entsprechend dunklere Färbung. Grössere Gerölle wurden bei der Untersuchung der aus den Bohrlöchern genommenen Bodenproben nicht gefunden, werden jedoch ohne Zweifel nicht fehlen. Die kleineren 3—10 mm im Durchmesser haltenden scheinen für sich in grösseren Anhäufungen nicht vorzukommen, sondern treten entweder mit gröberem Sande zusammen in Form von Grand auf oder finden sich in den genannten Bodenarten verstreut.

Eine genauere Bestimmung der den Boden Rigas constituirenden quartären Gebilde in genetischer Beziehung hat bisher noch nicht stattgefunden und dürfte auch wegen der äusserst complicirten Vorgänge bei der Entstehung derselben auf schwer zu überwindende Schwierigkeiten stossen. Zur Zeit des Quartärmeeres, welches den Boden der baltischen Provinzen vor seiner endlichen Trockenlegung bedeckte, wurde das lockere Material des unterdevonischen Sandsteins, der den Boden des heutigen nördlichen und südwestlichen Livlands vorherrschend bildete, zum grossen Theil wieder zerstört und an anderen Orten aufgeschüttet. Gleichzeitig führten die quartären Fluthen, aus NNO Richtung kommend, in der Periode der Eiszeit zahlreiche Geschiebe und Gerölle aus Finnland und Estland heran, das auf seiner Wanderung theilweise, zusammen mit dem feineren Material, zum Absatz gelangte.

Nachdem das fragliche Areal wieder über das Meeresniveau gehoben worden, begann die erodirende Thätigkeit der in den innersten Winkel des Rigaer Meerbusens mündenden Flüsse, namentlich der Düna und der livländischen Aa, die in häufigen Veränderungen des Flussbettes und in wiederholten Auswaschungen und Neuanschüttungen des mitgeführten Detritus sich äusserte. Rechnet man hierzu noch die Anschwemmungen des benachbarten Meeres, sowie die Fortführung und Ablagerung des leicht beweglichen Flugsandes in Form von Dünen und zieht ferner in Betracht, dass man es bei allen diesen Veränderungen vorherrschend mit dem lockeren durch Zerstörung des unterdevonischen Sandsteines entstandenen Sande, also immer mit dem gleichen Material zu thun hat, so wird erhellen, dass eine genauere Bestimmung der einzelnen Schichten nach ihrem maritimen, glacialen, fluviatilen oder aërischen Charakter meist sehr bedeutenden Schwierigkeiten begegnen muss. Ein weiteres, die genauere Bestimmung erschwerendes Moment tritt endlich noch dadurch hinzu, dass nicht allein die obersten dünneren Schichten des bebauten Bodens vielfach umgewühlt worden sind, sondern auch — wie in dem Gebiet der ehemaligen Festungsgräben — tiefere Aushebungen und darauf wieder Ausfüllungen mit anderem Material stattgefunden haben.

Die Mächtigkeit der quartären Bildungen variirt nach den in den letzten Jahren behufs Anlage artesischer Brunnen wiederholt ausgeführten Tiefbohrungen auf dem Gebiete der Stadt zwischen 45 und 90 Fuss russ. Demnach würden dieselben bei der Ausführung etwaiger für die Entwässerung erforderlicher Anlagen ausschliesslich in Betracht kommen. Unterlagert werden die quartären Schichten von devonischen Gebilden, die aus Mergel, Dolomit, Kalkstein, gypsführendem Thon und Lagen von Sand zusammengesetzt sind. Von hygienischer Bedeutung sind dieselben für die Stadt nur insofern, als unter den Dolomit- und Kalksteinschichten mehrfach artesische Brunnen erbohrt worden sind, die, von beträchtlicher Ergiebigkeit, ein sehr reines und schmackhaftes, allerdings etwas hartes Wasser liefern, das zum Theil für Genusszwecke, zum Theil in industriellen Etablissements (Brauereien, Spiritfabriken etc.) Anwendung findet.

Fast durchgängig bestehen die oberen, für die vorliegenden Untersuchungen in Betracht kommenden Bodenschichten des bebauten Theiles der Stadt aus lockerem, meist feinkörnigem, durch Eisenoxyd meist gelb gefärbtem Sande, der vorwiegend aus Quarz, Feldspath, Glimmer und Hornblende zusammengesetzt ist. Ein solcher Sand wurde bei Ausführung der für die Beobachtungen des Grundwasserstandes angelegten Bohrlöcher noch in Tiefen bis zu 7<sup>m</sup> gefunden. Nur ausnahmsweise sind in den der Düna näher gelegenen oder unmittelbar benachbarten Stadttheilen und in der Nähe der Niederungen (Stadtweide, Stadtheuschlag in der Mitauer Vorstadt) zwischen den Sandschichten Thonablagerungen fluviatilen Ursprungs von wechselnder Mächtigkeit und mit mehr oder weniger Sand und organischer Substanz vermengt, eingebettet. Eine mit Thon ausgefüllte Mulde ist östlich des Riga-Dünaburger Bahnhofes innerhalb der Bohrlöcher Nr. 37, 43, 44 und 45 in der Moskauer Vorstadt gelegen, auf welchem Terrain ein Theil des Rodenburger Canals sich befindet. Die Thonschicht liegt 1,5—2<sup>m</sup> unter der Oberfläche und wird nach unten durch Schichten von Grand und grandigem Sand begrenzt; ihre Mächtigkeit scheint 1,5<sup>m</sup> nicht zu übersteigen. Ein zweites 0,6—1,1<sup>m</sup> starkes Thonlager wurde in der Petersburger Vorstadt an der südlichen Grenze der Stadt-Weide durch die Bohrlöcher Nr. 21 und 22 aufgeschlossen. Auf dem Gebiete der inneren Stadt wurden thonige Ablagerungen gefunden durch das Bohrloch Nr. 10 (Ecke der Königs- und Kalkstrasse) in einer Tiefe von 4,5<sup>m</sup> und durch das Bohrloch Nr. 16 (in der Nähe der Citadelle) 3,0<sup>m</sup> unter der Oberfläche. Diese Lager sind jedenfalls von nur geringer Ausdehnung, da die durch das dazwischen gelegene Bohrloch Nr. 15 aufgedeckten Sandschichten erweisen, dass unter ihnen ein Zusammenhang nicht

besteht. (Uebrigens ist nicht ausgeschlossen, dass das Bohrloch Nr. 16 in aufgeschüttetem Erdreich gelegen ist.)

Auf dem linken Ufer der Düna, und zwar in unmittelbarer Nachbarschaft desselben, sind die oberen Sandschichten des Benkens- und Muckenholmes, sowie von Gross-Klüversholm von thonigen Niederschlägen unterlagert, die wahrscheinlich mit den thonigen Ablagerungen auf dem Stadtheuschlage (Bohrl. Nr. 61 und 65) zusammenhängen und bis über 4<sup>m</sup> Mächtigkeit erreichen (Bohrl. Nr. 55, 56 und 57). Auf Kiepen- und Klein-Klüversholm sind Bohrungen nicht ausgeführt worden, doch werden die Thonablagerungen unter dem Sande auch dort anzutreffen sein, wofür das Vorkommen einer ca. 3<sup>m</sup> starken Lehmschicht in der gegenüber liegenden Sunde spricht (vergl. Bohrl. Nr. 51).

Die höher gelegenen Theile der Mitauer Vorstadt, wie Sassenhof, Hagensberg und Thorensberg zeigen den Charakter von Dünenbildungen; dementsprechend ergaben die hier bis auf 4–8<sup>m</sup> Tiefe ausgeführten Bohrungen ausschliesslich Sand.

In hygienischer Beziehung kann das Vorwalten des Sandbodens auf den bebauten Theilen der Stadt als durchaus günstig betrachtet werden, da ein solcher Boden für Luft sehr durchlässig ist und daher bei etwaiger Verunreinigung die Oxydation, die Mineralisirung der aufgenommenen fäulnissfähigen Stoffe, befördert. Die grössere Oxydationsfähigkeit des Sandbodens ist nicht allein an Kirchhöfen beobachtet<sup>1)</sup>, sondern auch durch J. v. Fodor neuerdings experimentell bestätigt worden.<sup>2)</sup> Der Lehmboden isolirt wegen seiner relativ geringen Durchlässigkeit die Oberfläche des Bodens von der Grundluft, verhindert jedoch die Durchlüftung des Bodens und das Niedergehen der Verunreinigungen in die tieferen Schichten und verursacht dadurch die Ansammlung des Schmutzes, sowie die Fäulniss der verunreinigenden Stoffe<sup>3)</sup>.

Die niedrige Lage der Stadt, sowie die unmittelbare Nachbarschaft eines grossen Flusses haben einen verhältnissmässig sehr seichten Stand des Grundwassers zur Folge, der seinerseits auf die Zersetzungsvorgänge organischer Substanzen im Boden nicht ohne Einfluss sein kann. In einer Bodenschicht von nur wenigen Füssen Stärke, wie sie durch den Abstand des Grundwasserniveaus von der Erdoberfläche hier gegeben ist, kann die durch die Schwankungen des atmosphärischen Luftdruckes, theilweise auch durch Diffusion der Grundluft und atmosphärischen Luft, sowie durch Temperaturdifferenzen bedingte Durchlüftung des Bodens keine so energische sein, wie im entgegengesetzten Falle. Ein ausgiebiger Luftwechsel bildet aber einen der wesentlichen Factoren, die zur Oxydation der organischen Verunreinigungen des Bodens erforderlich sind<sup>4)</sup>. Es wird somit die durch den seichten Grundwasserstand bedingte Verminderung des Luftwechsels in dem sonst der Verbrennung organischer Stoffe sehr günstigen Sandboden Riga's eine vermehrte Neigung zur Fäulniss derselben zur Folge haben. Unterstützt wird die letztere noch durch den natürlichen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, welcher überall die zur Einleitung fauliger Zersetzungen nothwendige Höhe erreicht und übersteigt. Nach den Untersuchungen v. Fodors scheint schon ein Feuchtigkeitsgehalt von 4% des Bodens zu genügen, um die Zersetzungserscheinungen mit voller Intensität eintreten zu lassen<sup>5)</sup>. Indess ist hier nicht zu übersehen, dass die Feuchtigkeit des Bodens nicht allein den Fäulniss-, sondern auch den Oxydations- oder Verwesungsprocessen zu Statten kommt, dieselbe

1) Pettenkofer und Ziemssen, Handbuch der Hygiene II, 1, Abschnitt Beerdigungswesen.

2) J. v. Fodor, Luft, Boden und Wasser II, S. 36–38.

3) Ebendas. S. 215 und 216.

4) V. Fodor stellt auf Grund seiner desbezügl. Untersuchungen den Satz auf: „In welchem Boden sich die Luft mit der doppelten Leichtigkeit bewegt, verbrennt auch die organische Substanz (caeteris paribus) mit der doppelten Geschwindigkeit.“ (A. a. O. II, S. 47.)

5) v. Fodor, a. a. O. S. 43–46

je nach Umständen ebensowohl schädlich wie auch günstig, d. h. die Reinigung des Bodens befördernd, wirken kann.

Eine weitere Folge des seichten Grundwasserstandes ist die, dass die organischen Verunreinigungen des Bodens, indem sie eine relativ nur schwache filtrirende Bodenschicht zu durchsinken haben, um so leichter in das Grundwasser hinabgeschwemmt werden und dasselbe durch ihre Zersetzungsproducte und Mikroorganismen inficiren. In diesem Umstande ist hauptsächlich der Grund zu suchen, dass die Brunnenwässer Riga's auf den dichter bebauten Stadttheilen sich so überaus häufig durch die Producte fauliger Zersetzung organischer (stickstoffhaltiger) Stoffe verunreinigt zeigen.

## b. Aufgabe und Verfahren der Bodenuntersuchung.

### 1) Chemische Untersuchung.

Als Maass der Verunreinigung des Bodens kann im Allgemeinen dessen Gehalt an organischen Substanzen gelten und an einigen Zersetzungsproducten derselben, deren Menge sich auf chemischem Wege leicht feststellen lässt. Gleichzeitig gestattet die Art und die relative Quantität dieser Zersetzungsproducte einen Einblick in die Art der Veränderung, welcher die organischen Stoffe des Bodens unterliegen, ob nämlich die letzteren im Zustande fauliger Zersetzung oder der Verwesung (Oxydation) sich befinden.

Da der Kohlenstoffgehalt der verschiedenen organischen Stoffe im Boden, wenn auch nicht constant, doch keine allzugrossen Schwankungen aufweist, so kann derselbe im Allgemeinen als Ausdruck für den Gehalt des Bodens an organischen Stoffen betrachtet werden. Doch reicht der Gehalt an Kohlenstoff allein zur Charakterisirung des Bodens für sanitäre Zwecke nicht aus. Nach dem gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnisse hat man Ursache anzunehmen, dass den verunreinigenden Stoffen thierischen Ursprungs eine weitaus schädlichere Wirkung auf die sanitären Verhältnisse einer Stadt zukommt, als denjenigen pflanzlicher Abstammung. Aus diesem Grunde wird bei den Bodenuntersuchungen mit Recht das grösste Gewicht auf die animalischen Abfallstoffe gelegt; als Maass für ihre Quantität gilt ihr Gehalt an Stickstoff. Während die Bestimmung des Kohlenstoffs im Boden allein ein ganz falsches Bild von seiner Verunreinigung liefern kann, gestattet sie in Verbindung mit der Kenntniss des organischen Stickstoffs einen ziemlich sicheren Schluss auf die Qualität der organischen Stoffe und annähernd auch auf die Quantität derselben<sup>1)</sup>.

Da es von hohem Interesse war zu ermitteln, ob die verunreinigenden animalischen Stoffe des Bodens im Zustande der Fäulniss oder der Oxydation sich befinden, so wurde ausser dem Gehalt an Kohlenstoff und Stickstoff noch der an Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure bestimmt. Das von der Zersetzung stickstoffhaltiger thierischer Stoffe herkommende Ammoniak<sup>2)</sup> zeigt mit grosser Bestimmtheit den faulenden Zustand derselben im Boden, also eine Ueberladung des letzteren mit diesen Stoffen, an. Hingegen deutet die Anwesenheit von Salpetersäure im Boden auf eine Oxydation oder Verbrennung dieser Stoffe; die Durchlüftung des Bodens ist dann im Verhältniss zu den zugeführten Verunreinigungen noch genügend. Die salpetrige Säure endlich kann sowohl ein Product der Oxydation des Ammoniaks, als auch der Reduction der Salpetersäure sein; sie tritt gewöhnlich dort auf, wo es durch allmälige Anhäufung der Verunreinigungen im Boden an der zur Verbrennung

<sup>1)</sup> Nach Fleck repräsentirt der Stickstoff die Bodenverunreinigung sehr annähernd.

<sup>2)</sup> Der reine Sandboden Riga's enthält nur Spuren von Ammoniak, so dass die durch die Bodenanalysen ermittelten Ammoniakmengen als ausschliesslich durch Zersetzung stickstoffhaltiger Verunreinigungen des Bodens hervorgegangen betrachtet werden können.

erforderlichen Luft zu gebrechen beginnt, kann aber auch dadurch entstehen, dass ein im Fäulnisszustande befindlicher Boden wieder in den Zustand der Oxydation zurückkehrt.

Um zu erfahren, wie weit die Verunreinigung in die tieferen Bodenschichten gedungen war, wurden an den vorher bestimmten Orten Bodenproben aus verschiedenen Tiefen entnommen und zwar im Allgemeinen aus 1<sup>m</sup>, 2,5<sup>m</sup> und aus 4,5<sup>m</sup> Tiefe. In mehreren Fällen, wo die Reinheit der oberen Schichten eine Verunreinigung der tiefer gelegenen nicht mehr erwarten liess oder Hindernisse mechanischer Art das Vordringen des Bohrers in grössere Tiefe nicht gestatteten, wurde von dieser Regel abgewichen und die Probenahme auf die Tiefen von 1<sup>m</sup> und 2,5<sup>m</sup> beschränkt.

Im Ganzen wurden an 57 verschiedenen Orten Bohrlöcher zu den Probenahmen angelegt. Da diese Zahl sich jedoch auf ein relativ grosses Areal vertheilt<sup>1)</sup>, so würden die durch die Untersuchung gewonnenen Resultate für sich nur ein sehr mangelhaftes Bild von der Zusammensetzung des Bodens liefern, wenn sie nicht durch die Ergebnisse der in grösserer Anzahl ausgeführten Wasseruntersuchungen ergänzt würden, was in Rücksicht auf die speciellen oben erörterten Grundwasser-Verhältnisse Riga's als zulässig erscheinen dürfte. In der That unterliegt es keinem Zweifel, dass ein verunreinigtes Grundwasser nur einem verunreinigten Boden entstammen kann.

Von dem erbohrten Boden wurden aus den angegebenen Tiefen für die Untersuchung ausreichende Proben sogleich in gut gereinigte, mit eingeschliffenem Stöpsel versehene Glasbüchsen gebracht, die äusseren Merkmale der Proben gleich notirt. Ein kleiner Theil derselben wurde unverzüglich zu den auf S. 37 beschriebenen Bacterien-Culturversuchen verwandt, ein anderer zur Ausführung der chemischen Prüfung auf Zinkblechschalen mit 1,5<sup>cm</sup> hohem Rande an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet. Diese lufttrockenen Proben dienten zur Bestimmung der für den vorliegenden Zweck in Betracht kommenden Einzelbestandtheile des Bodens. In einem kleinen Antheil derselben wurde das hygroskopische Wasser durch Trocknen bei 100–110° C. ermittelt, um die Resultate der Einzelbestimmungen auf die bei dieser Temperatur getrockneten Proben beziehen und direct unter einander vergleichen zu können.

Der Kohlenstoff des Bodens wurde durch Verbrennung der organischen Substanz in einem mit gekörntem Kupferoxyd und Bleichromat gefüllten Rohr im Sauerstoffstrome nach dem gewöhnlich üblichen Verfahren bestimmt. Da die anfangs hierfür benutzten Glasröhren durch häufiges Springen Verluste an Zeit und Material verursachten, so wurde später ein kupfernes Verbrennungsrohr angewandt, das sich für diesen Zweck vorzüglich eignet, wenn man Sorge trägt, durch unausgesetztes Auffliessenlassen von kaltem Wasser auf die aus dem Verbrennungssofen hervorstehenden Enden des Rohres die Pfropfen vor zu starker Erhitzung zu schützen. Eine derartige Modification des bekannten Apparates gestattet ein sehr rasches und sicheres Arbeiten und ist überall da, wo eine längere Reihe von Kohlenstoffbestimmungen nöthig wird, äusserst empfehlenswerth. Die durch die Verbrennung erzeugte Kohlensäure wurde in bekannter Weise durch Kalilauge absorbirt und darauf gewogen. Die Gewichtsmengen der zu den Bestimmungen verwandten Proben variirten zwischen 5 und 10g.

Die Gesamtmenge des Stickstoffs wurde durch Verbrennen von 5–10g des fein gepulverten Bodens mit Natronkalk im Glasrohr und durch Titriren des in  $\frac{1}{10}$  Normal-Schwefelsäure aufgefangenen Ammoniaks mit  $\frac{1}{10}$  Normal-Natronlauge

<sup>1)</sup> Man kann den in den Kreis der Untersuchung gezogenen Flächenraum der Stadt auf 13–14 □ Werst schätzen.

bestimmt; als Indicator wurde Phenol-Phtalein verwandt. Nach Abzug des Stickstoffs der Salpetersäure, salpetrigen Säure und des Ammoniaks resultirte der in organischen Verbindungen des Bodens enthaltene Stickstoff.

Zur Bestimmung von Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammoniak wurde eine grössere Quantität der lufttrockenen Erde (50—100 Gr.) mit 200 oder 300 cc. destillirten Wassers geschüttelt und ein bestimmter Theil des Filtrates zur Ermittlung der 3 Bestandtheile — nöthigenfalls nach erforderlicher Verdünnung — auf maassanalytischem Wege verwandt. Die Bestimmung der Salpetersäure erfolgte mittelst titrirter Indigolösung nach der von Trommsdorf modificirten Methode von Marx, die der salpetrigen Säure mit Hilfe von Kaliumpermanganatlösung nach der Methode von Feldhausen-Kubel und die des Ammoniaks auf colorimetrischem Wege unter Anwendung von Quecksilber-Kalium-Jodid nach Frankland-Armstrong<sup>1)</sup>. Alle 3 Methoden geben bei rascher Ausführbarkeit für den vorliegenden Zweck hinlänglich genaue Resultate. Nur in solchen Fällen, in denen das wässerige Extract zu dunkel gefärbt war, wurde das Ammoniak durch Abdestilliren einer bestimmten Quantität Erde mit kaustischer Magnesia ausgetrieben, durch  $\frac{1}{10}$  Normal-Schwefelsäure absorbirt und durch Titiren mittelst Natronlauge ermittelt.

## 2) Mikroskopische Prüfung.

Zur directen mikroskopischen Prüfung ist der Boden wenig geeignet, und derartige Untersuchungen sind bis jetzt nur vereinzelt zur Ausführung gelangt, wobei nennenswerthe Resultate auch nicht erhalten wurden<sup>2)</sup>. Einmal wird durch die relativ bedeutende Grösse der Sandpartikelchen die Anwendung stärkerer Systeme, welche allein das Auffinden von Mikroorganismen ermöglichen, sehr erschwert; dann aber zeigt auch der organische Detritus — namentlich im Stadium einer mehr vorgeschrittenen Zersetzung — wohl nur in seltenen Fällen so charakteristische Eigenthümlichkeiten, dass seine Provenienz mit einiger Sicherheit sich constatiren liesse. Das was erkannt werden kann: Trümmer verschiedener, den Sand constituirender Mineralien, Thonpartikelchen, Bruchstücke von Diatomeen und einige zellenartige Gebilde, wahrscheinlich Eier und Sporen niederer Organismen, — ist hygienisch ziemlich bedeutungslos; nur ausnahmsweise, auch bei sehr verunreinigtem Boden, gelingt es, einzelne zu den Spaltpilzen gehörende Mikroorganismen aufzufinden.

Da von einer derartigen Methode der mikroskopischen Prüfung für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung nicht viel zu erwarten war, so wurde hier ein Verfahren eingeschlagen, das die genannten den Boden zusammensetzenden Bestandtheile ganz unberücksichtigt lässt, dafür aber den Schwerpunkt der Untersuchung auf das Auffinden der im Boden enthaltenen Spaltpilze verlegt, was bei der schon früher erörterten Rolle, welche diese Organismen in den infectiösen Krankheiten spielen, von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Diese bei der Untersuchung des Bodens von Budapest von J. v. Fodor in grösserem Umfange angewandte Methode<sup>3)</sup> geht von der durchaus zutreffenden Voraussetzung aus, dass ein durch Spaltpilze oder deren Sporen verunreinigter Boden, in ein Substrat gebracht, das der Ernährung und Vegetation der Pilze günstig, Culturen jener Organismen geben müsse, aus denen die in dem Boden vertretenen Formen sich unschwer mit Hilfe des Mikroskopes auffinden lassen. Und zwar um so reicher werden die Culturen nach Verlauf einer bestimmten Zeit sich entwickeln, je mehr der Boden entwickelungsfähige Organismen

<sup>1)</sup> Ausführlich beschrieben sind die angewandten analytischen Verfahren in der „Anleitung zur Untersuchung von Wasser“ von Kubel und Tiemann, II Auflage, 1874.

<sup>2)</sup> Vergl. Dr. Birch-Hirschfeld im 5. Jahresber. d. Landes-Medicinal-Colleg. etc. Dresden, 1875.

<sup>3)</sup> J. v. Fodor, a. a. O., Bd. II, S. 194—198.

enthält. Diese letztere Voraussetzung, vom Standpunkt der modernen Pilzforschung vielleicht insofern angreifbar, als die verschiedenen Pilze in einer und derselben Nährlösung — von der Anwendung verschiedener Lösungen musste wegen zu grosser Umständlichkeit der Untersuchung abgesehen werden — nicht mit gleicher Intensität sich vermehren, scheint sich jedoch bei den Budapester Untersuchungen soweit bestätigt zu haben, dass die nachweislich chemisch stärker verunreinigten Bodenschichten in der Regel auch kräftigere Culturen ergaben. Desgleichen wurde dort constatirt, dass, je unreiner der Boden ist, um so mehr diejenigen vegetativen Zustände der Spaltpilze zur Herrschaft gelangen, welche die charakteristische Fadenform zeigen<sup>1)</sup>, die auch am häufigsten bei einigen Infectionskrankheiten angetroffen wird. Sind daher in den oberen Bodenschichten Fadenbakterien enthalten und diese als die Erreger epidemisch auftretender Krankheiten anerkannt worden, so liegt die Vermuthung, dass sie von dem Boden geliefert werden, nicht fern.

Indess ist daran zu erinnern, dass bei der ungeheuren Verbreitung der Spaltpilze in der Atmosphäre und der regen Wechselwirkung der Luft über und unter der Erdoberfläche dem Boden beständig neue Organismenkeime zugeführt werden, wie dieser auch seinerseits wiederum Mikroorganismen an die Luft abgibt. Deshalb enthält ein jeder Boden, auch der von organischen Verunreinigungen sonst freie, in der obersten Schicht stets Spaltpilze, und diese werden um so tiefer hinabdringen, je poröser der Boden ist, — freilich aber auch, je mehr Nährstoffe derselbe in Form von animalischen Verunreinigungen enthält. Es braucht daher ein Boden, welcher eine gute Cultur von Spaltpilzen liefert, nicht gerade verunreinigt zu sein. Geben jedoch zwei Bodenproben gleicher physikalischer Beschaffenheit in derselben Nährlösung verschieden reiche Culturen, so wird diejenige, welche die reichere liefert, auch stärker chemisch verunreinigt sein. Auf weitergehende Consequenzen des mikroskopischen Befundes der Nährlösungen wird man, solange nicht durch Impfung geeigneter Versuchsobjecte der toxische Charakter der cultivirten Spaltpilzformen erwiesen ist, verzichten müssen.

Zur Herstellung der Probeculturen wurden kleine Krümchen der frischen, eben ins Laboratorium transportirten Bodenproben in verschliessbare Gläschen mit Nährlösung gebracht. Die letztere bestand anfangs aus einer Auflösung von Hausenblase, später wurde noch eine geringe Menge Fleischextract hinzugefügt.<sup>2)</sup> Lösung und Gläschen mit den Pfropfen waren vorher sterilisirt worden, die erstere durch längeres Aufkochen, die letzteren durch andauerndes Trocknen bei 110° C. Die so vorgerichteten Gläschen wurden nun rasch mit der Nährlösung gefüllt, darauf die Bodenprobe unter Beobachtung aller derjenigen Vorsichtsmassregeln in die Flüssigkeit geschüttet, welche die Einführung von fremden Organismen ausschliessen, sodann die Gläschen verschlossen. Als Verschluss dienten anfangs Korken, später wurden dieselben durch Wattedropfen ersetzt, welche im Allgemeinen reichlichere Culturen ergaben, da der Zutritt der Luft durch den porösen Verschluss eine bessere Entwicklung der Aerobien zulies. Um eines vollständigen Ausschlusses aller aus anderen Quellen stammenden Mikroorganismen sicher zu sein, wurde bei jedesmaliger Herstellung einer Serie von Culturen ein Gläschen unter sonst gleichen Bedingungen nur mit Nährlösung gefüllt und in gleicher Weise weiter behandelt. Diese Controlgläschen zeigten niemals eine Spur von Entwicklung etwaiger Spaltpilze. Während die Lösung der Boden enthaltenden Gläschen sich nach wenigen (2—4) Tagen unter Entwicklung eines fauligen Geruches mehr oder weniger trübte, blieben die Controlgläschen vollkommen klar und geruchfrei, und die mikroskopische Prüfung konnte keinerlei Pilzformen nachweisen.

1) Desmobakterien nach Cohn.

2) Die Concentration der Lösung entsprach der bei den Versuchen in Budapest angewandten, vergl. J. v. Fodor, a. a. O. Bd. I.

Die so vorgerichteten Gläschen blieben im Zimmer bei gewöhnlicher Temperatur etwa 14 Tage stehen, nach welcher Zeit ihr Inhalt mikroskopisch geprüft wurde. Im relativen Reichthum der Entwicklung der Organismen wurden nach dem Befunde 6 Stufen angenommen und mit 0 bis 5 bezeichnet, wobei 0 die vollständige Abwesenheit der Organismen, 5 die relativ reichste Entwicklung derselben andeutet. Gleichzeitig wurden die am häufigsten vorgefundenen Formen von Pilzen (Coccen, Kurzstäbchen, Langstäbchen, Fäden, Schrauben) notirt.

Schliesslich mag noch bemerkt sein, dass einer derartigen Prüfung sämtliche den verschiedenen Tiefen entnommene Bodenproben unterzogen wurden <sup>1)</sup>.

### c. Resultate der chemischen Bodenuntersuchung. (Tabelle Ia—d).

In den beigefügten Tabellen Nr. Ia—d sind die Resultate der chemischen und mikroskopischen Bodenuntersuchungen, nach den 4 Stadttheilen gruppirt, aufgeführt worden. Die Gehaltsangabe an Kohlenstoff, organischem Stickstoff, Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammoniak ist auf 1000 Thl. des bei 110° C. getrockneten Bodens, die Angabe des hygroskopischen Wassers auf die bei gewöhnlicher Temperatur lufttrocken gewordene Substanz bezogen. Columnne 1 enthält die Nummern der Bohrlöcher; die Buchstaben a, b, c bezeichnen die weiteren demselben Bohrloch aus verschiedenen Tiefen entnommenen Bodenproben. Columnne 2 enthält die Angabe des Ortes der Probenahme nebst einigen dazu gehörigen Bemerkungen, 3 die Tiefen, aus welchen die Proben dem Bohrloch entnommen wurden, in Metern; Columnne 4—9 die speciellen Resultate der chemischen Bestimmungen der genannten 6 Bestandtheile. Columnne 10 giebt Aufschluss über einige physikalische Eigenschaften des Bodens, 11 enthält das Datum der Probenahme und 12—14 die Resultate der mikroskopischen Prüfung. Columnne 12 zeigt den beobachteten Grad der durch die Entwicklung der Spaltpilze bewirkten Trübung der Nährlösung, 13 den durch die faulige Zersetzung der letzteren verursachten Geruch an. O. R. (= Organismen-Reichthum) in Columnne 14 entspricht endlich dem durch die mikroskopische Prüfung constatirten relativen Reichthum der Entwicklung der Mikroorganismen (ausgedrückt durch die Zahlen 0—5); daneben findet sich die Angabe der beobachteten Formen der letzteren.

#### 1) Petersburger Vorstadt. (Tabelle Ia).

In der Petersburger Vorstadt sind im Ganzen 14 Bohrlöcher zur Entnahme der Bodenproben angelegt worden, von denen 2 auf die Kirchhöfe kommen. Die Resultate der Untersuchung dieser Proben finden sich auf Tab. Ia S. 74 und 75 verzeichnet. Wie aus denselben ersichtlich, ist der Grad der Verunreinigung an den verschiedenen Orten ein sehr wechselnder. Am reinsten erwies sich der Boden auf den Kirchhöfen (Nr. 6 und 7 der Tab.), woselbst der Kohlenstoff in nur sehr geringer Menge auftritt, während organischer Stickstoff und dessen Zersetzungsproducte nicht oder doch nur kaum nachweisbar sind, so dass der Boden der Kirchhöfe als hinlänglich reiner Normalboden betrachtet und für den Vergleich mit den anderen Bodenproben bezüglich deren Reinheit benutzt werden kann. Dies ist um so eher zulässig, als fast die ganze Petersb. Vorst. auf Sandboden gleicher Beschaffenheit gelegen ist. Auf der Esplanade (Nr. 1) macht sich, wenn auch kaum bemerkbar, schon der Einfluss des Verkehrs und der zeitweiligen Benutzung für Märkte, Ausstellungen etc. geltend, der sich in, allerdings recht geringen, Mengen unorganischer Stickstoffverbindungen äussert. Dem Boden der Esplanade gleich ist der des Stadtkrankenhauses in der Ritterstrasse (Nr. 4 der Tab.), während auf der Marienstrasse (Nr. 8) und auf Möllershof

<sup>1)</sup> Die oben beschriebene Art der Untersuchung auf Spaltpilze ist gegenwärtig (1886) durch die weit exactere, ein directes Zählen der entwickelungsfähigen Keime gestattende Cultur auf festem Nährboden überholt worden. D. Verf.

(Nr. 14) wiederum eine jede Verunreinigung fehlt. In hohem Grade mit organischen Stoffen animalischer Abstammung beladen erscheint dagegen der Fuhrmannsstandplatz am Heumarkt (Nr. 2), wo in der Tiefe von 1<sup>m</sup> die Oxydationsfähigkeit des Bodens gänzlich erloschen ist und vollkommener Fäulnisszustand constatirt wurde. Auf dem Fuhrmannsstandplatz in der Suworowstrasse, zwischen der kleinen und grossen Newastrasse, scheint die grosse Durchlässigkeit des Untergrundes (in 2,5<sup>m</sup> Tiefe Grand) einer ähnlichen Ansammlung von Fäulnisstoffen einigermaßen vorgebeugt zu haben (Nr. 9), da hier die Anhäufung der letzteren, namentlich des Kohlenstoffs, keine so grosse ist, während der Stickstoff dem von Nr. 2 allerdings nicht nachsteht. Dass hier ein sehr energisches Niederschwemmen der stickstoffhaltigen Fäulnisproducte und der flüssigen Excremente in das Grundwasser stattfindet, geht daraus hervor, dass das Wasser des auf diesem Platz befindlichen Pumpbrunnens total verdorben, sein Gehalt an Ammoniak selbst in Riga ganz beispiellos hoch erscheint (vergl. Wasser Nr. 35 auf Tab. III a).

Die am Ufer des Stadtcanals erbohrten Bodenproben Nr. 10 und 11 erwiesen sich ebenfalls als sehr unrein, und zwar Nr. 10 (in der Nähe der Suworowstrasse) bis auf die Tiefe von 4,5<sup>m</sup> hinab, wo sich noch ein beträchtlicher Gehalt an organischem Stickstoff fand. Da man es jedoch hier mit einem aufgeschütteten, gegenwärtig keinerlei Verunreinigungen ausgesetzten Boden zu thun hat, so kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Reichthum desselben an stickstoffhaltiger Substanz nur auf die wenig sorgfältige Wahl des Aufschüttungsmateriales zurückzuführen ist. Im Uebrigen deuten die äusserst geringen Mengen oder der vollkommene Mangel an löslichen stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten (Ammoniak etc.) darauf hin, dass die animalischen Stoffe dieses Bodens in einem gewissen Zustande der Stabilität oder schweren Zersetzbarkeit sich befinden, energischere Fäulnisprocesse somit ausgeschlossen sind. Vollkommen analogen Verhältnissen bezüglich des Bodenzustandes begegnet man auch auf dem städtischen Ufer des Canals (vergl. die Bohrlöcher Nr. 28 und 29 auf Tab. I c). Man wird deshalb kaum Anstand nehmen dürfen, den angeschütteten Boden der sog. „neuen Anlagen“ als einen sehr unreinen zu bezeichnen. Ob sein nachtheiliger Einfluss auf die sanitären Verhältnisse der Anwohner der Boulevards, deren Häuser z. Th. auf Boden von gleicher Beschaffenheit liegen, durch die geringe Neigung der stickstoffhaltigen organischen Ueberreste zur Fäulnis gemildert wird, ist wahrscheinlich, kann indess nur durch die Ergebnisse der Mortalitäts- und Morbiditätsstatistik erwiesen werden. Erwähnenswerth ist, dass die mit diesem Boden angestellten Bacterienculturversuche in 2 Fällen sehr kräftige Vegetationen lieferten, in denen neben Stäbchenformen auch flexile Fäden vertreten waren.

An der Ecke der Ziegel- und Grünstrasse wurde ein Bohrloch in einer Entfernung von ca. ½<sup>m</sup> von dem durch die Gertrudstrasse führenden hölzernen Abzugscanal angelegt, welcher den zwischen Nicolai- und Alexanderstrasse einerseits und Elisabeth- und Säulenstrasse andererseits belegenen Theil der Petersburger Vorstadt in den Graben auf der Stadtweide entwässert. Dieser Boden (Nr. 3) zeigte sich bei der Untersuchung sehr unrein, namentlich bis zu einer Tiefe von 2,5<sup>m</sup>. Auf 1<sup>m</sup> Tiefe war angeschütteter Boden vorhanden; da die dieser Tiefe entsprechende Bodenprobe jedoch relativ reich an Ammoniak war, so wird man mit Rücksicht darauf, dass man es auch hier, wie am Stadtcanal, mit einem älteren Anschüttungsboden zu thun hat, die Verunreinigung nicht allein auf Rechnung des Anschüttungsmaterials setzen dürfen, sondern ein Durchsickern des Canalinhaltens in den benachbarten Boden annehmen müssen.

Das Bohrloch Nr. 12, in der Vorburg (II. Mittelstrasse 3) angelegt, ergab einen Boden von durchweg hoher Verunreinigung, die sicherlich auf den Einfluss der mit Holz ausgekleideten Abtrittgrube zurückzuführen ist, in deren Nähe (1<sup>m</sup>) der Platz für das Bohrloch mit der Absicht gewählt wurde, etwa durch derartige Abtritte be-

wirkte Infectionen des Bodens zu constatiren. Von den zu diesem Zweck angelegten Bohrlöchern und untersuchten Bodenproben wird in dem Abschnitt „Einfluss der Abortanlagen auf die Bodenbeschaffenheit“ (S. 52) die Rede sein. (Für die Petersburger Vorstadt kommen hier die Bohrlöcher Nr. 5 und 13 noch in Betracht).

## 2) Moskauer Vorstadt. (Tabelle Ib).

In der Moskauer Vorstadt wurden im Ganzen 13 Bohrungen (Tab. Ib, S. 76 und 77) ausgeführt, von denen 6 auf die in diesem Stadttheil zahlreich vorhandenen Kirchhöfe und 7 auf bewohntes Terrain entfallen. Hier bot sich eine treffliche Gelegenheit, den Einfluss der Leichenzersetzung auf die Beschaffenheit des Bodens der Kirchhöfe zu ermitteln, sowie den Grad der etwa hierdurch bewirkten Verschlechterung des Bodens mit dem der bewohnten Stätten zu vergleichen.

Auf den Kirchhöfen wurden die Bohrungen nicht direct auf den Gräbern, sondern zwischen denselben vorgenommen und zwar derart, dass das Bohrloch inmitten zahlreicher und dicht gelegener Grabstätten sich befand. Wenn auch dadurch vermieden wurde, dass etwa feste Ueberreste der Leichen in die Bohrprobe gelangten, so mussten doch, da die flüssigen Zersetzungsproducte in die Umgebung entweichen, dieselben nachgewiesen werden können, falls sie der Oxydation widerstanden wären. Obgleich wegen der Porosität des Sandbodens der Rigaer Kirchhöfe und in Uebereinstimmung mit an anderen Orten unter analogen Verhältnissen gewonnenen Erfahrungen eine wesentliche Verschlechterung des Bodens kaum zu befürchten war, so wurde diese Erwartung durch das Resultat der Untersuchung noch übertroffen: in keiner einzigen der von den 6 Kirchhöfen der Moskauer Vorstadt stammenden Bodenproben konnten nennenswerthe Mengen stickstoffhaltiger Zersetzungsproducte aufgefunden werden, und selbst der Gehalt an Kohlenstoff ist so gering, dass der Boden der Kirchhöfe im Ganzen als vorzüglich rein bezeichnet werden kann. Damit ist keineswegs ausgeschlossen, dass in unmittelbarer Nähe frischer Gräber sich organische Zersetzungsproducte von Leichen finden lassen werden; doch ist der Boden hinlänglich rein, um eine sehr rasche Zerstörung derselben durch Oxydation zu bewirken. Dass dies thatsächlich der Fall ist, beweist ausserdem die Reinheit und gute Qualität des allen diesen Kirchhöfen entstammenden Brunnen- und Grundwassers (vergl. die Wasseranalysen Nr. 60—64).

In hohem Grade verunreinigt erwies sich der Boden am sog. Speckgraben (Nr. 18) und am Rodenburger Canal (Nr. 20), an beiden Stellen bis auf grössere Tiefen hinab, wie aus dem beträchtlichen Gehalt an organischem Stickstoff und besonders an Kohlenstoff im Vergleich zu dem reinen Boden der Kirchhöfe ersichtlich. Am Speckgraben ist der Boden mit fäulnissfähigen Stoffen überladen, eine Oxydation derselben findet nicht mehr statt, da unter den löslichen stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten nur Ammoniak auftritt. Am Rodenburger Canal ist die Verbrennung der Fäulnissproducte in der oberen unreinsten Schicht (1 m) ebenfalls eine geringe, die Oxydationsfähigkeit des Bodens daher dem Erlöschen nahe, während sie nach unten hin (2,5 m) wieder zunimmt. In 4,5 m Tiefe scheint der organische Stickstoff schwer zersetzbar zu sein, da hier nur ganz geringe Mengen von Ammoniak nachgewiesen werden konnten. Im Uebrigen ist eine weitere Ausdehnung der Bodenuntersuchungen sowohl in der Umgebung des Speckgrabens als auch am Rodenburger Canal sehr wünschenswerth, da von beiden höchst wahrscheinlich eine starke Infection des benachbarten Bodens und Grundwassers ausgeht.

Im Hofe des Hauses Nr. 20 der Marienstrasse (Nr. 17 der Tab. Ib) scheint die Verunreinigung des Bodens von der mit Holz ausgekleideten Abtrittgrube auszugehen, während die aus dem Hofe von Brieger's Lederfabrik, Ecke der Sprenk- und Säulenstrasse, genommene Bodenprobe (Nr. 16) sich als genügend rein erwies. Ebenso

zeigte die aus der Nähe der gegenwärtig im Bau begriffenen Paulskirche entnommene Probe Nr. 15, die einer Stelle entstammt, welche früher als Auswurfsplatz für den Inhalt der Abtrittsgruben benutzt wurde, nur einen sehr geringen Grad von Verunreinigung. Ob der ziemlich penetrante Geruch der unteren Bodenschicht (2,5 m) noch von geringen Resten nicht oxydirter fäulnissfähiger Substanz des Bodens herrührt oder übelriechende Gase aus dem hier sehr seichten Grundwasser aufgenommen wurden, kann mit Sicherheit nicht entschieden werden; die relativ grosse Reinheit des Bodens und dadurch bedingte Oxydationsfähigkeit desselben würden für eine Deutung dieser Erscheinung im letzteren Sinne sprechen, ebenso auch das stark verunreinigte und Ammoniak enthaltende Wasser des benachbarten Bohrloches Nr. 51 (vergl. die Wasseranalyse Nr. 44 auf Tab. III b).

Auf der Ecke der Jesuskirchen- und der Dünaufer-Strasse zeigte sich der Strassenboden in der oberen Schicht ebenfalls stickstoffhaltig, jedoch ohne ausgesprochene Neigung zur Fäulniss, während sich der hohe Kohlenstoffgehalt der tieferen Schichten durch die humose Beschaffenheit des hier lagernden Lehm Bodens erklärt (Nr. 19).

Endlich wurde auf Wieberts-Holm in der Nähe der Stelle, an welcher dem Dünaarm das Wasser für die städtische Wasserleitung entnommen wird, eine Bohrung ausgeführt; die bez. Bodenproben liessen hier keine Verunreinigung erkennen.

### 3) Innere Stadt. (Tabelle I c).

Im Verhältniss zur Oberflächenausdehnung wurde auf dem Grunde der inneren Stadt die grösste Zahl von Bohrungen ausgeführt, weil das höhere Alter dieses Stadttheils in Verbindung mit der dichteren Besiedelung und der lebhafteren Frequenz in den Strassen die Vermuthung einer entsprechend stärkeren Verunreinigung des Untergrundes nahe legte. In der That zeigten die an 14 Stellen entnommenen Bodenproben (Tab. I c, S. 78 und 79) durchschnittlich einen Grad von Unreinheit, welcher den in den Vorstädten constatirten weit überragt und an einigen Punkten eine Höhe erreicht, welche die schwersten sanitären Bedenken erregen muss.

Schon die äussere Begrenzung des bebauten Theiles der Stadt von der Seite der Vorstädte, welche einen Theil der „neuen Anlagen“ umfasst, enthält ein aus aufgeschüttetem Boden zusammengesetztes Material, das durch allerhand fäulnissfähige Abfälle stark verunreinigt und von organischen Stoffen reich durchsetzt ist, wie der bedeutende Gehalt an Kohlenstoff und organischem Stickstoff in den Bodenproben der Bohrlöcher Nr. 28 und 29 auf Tab. I c beweist, der sich noch bis auf die Tiefe von 4,5 m verfolgen lässt. Dass hier in der That Fäulnissprocesse sich abspielen, geht aus dem durchweg fauligen Geruch der etwas unter der Oberfläche gelegenen Schichten sowie daraus hervor, dass von mineralischen Stickstoffverbindungen nur Ammoniak (in allerdings nicht beträchtlicher Menge) und keine Oxydationsproducte desselben nachgewiesen wurden. (Vergl. übrigens c 1, S. 39).

Den höchsten Grad von Bodenverunreinigung, der in Riga bei Gelegenheit dieser Untersuchung constatirt wurde, zeigte die Wallstrasse, wo der Boden auf der Strasse an der Ecke der kleinen und grossen Wallstrasse entnommen wurde (Nr. 31 der Tab. I c). Um sich einen Begriff von der Menge des hier aufgespeicherten fäulnissfähigen Materials und dem Gehalt des Bodens dieser Strasse an organischen Stoffen überhaupt zu machen, sind nachfolgend aus den ermittelten Mengen des Stickstoffs und des Kohlenstoffs die Quantitäten dieser Stoffe berechnet worden.

Nach Wolff<sup>1)</sup> erhält man die Menge der organischen Kohlenstoffverbindungen des Bodens, wenn man das Gewicht des organischen Kohlenstoffs mit 1.724 multi-

<sup>1)</sup> Vergl. dessen „Anleitung zur Untersuchung landwirthschaftl. wichtiger Stoffe (Berlin 1875).

placirt, und ebenso nach Fodor die Menge der stickstoffhaltigen organischen Stoffe durch Multiplication des analytisch bestimmten organischen Stickstoffs mit 3,8<sup>1)</sup>. In der Tiefe von 2,5<sup>m</sup> enthält ein *kg* des bei 110° C. getrockneten Bodens der Wallstrasse 6,89 *g* Stickstoff, mithin  $6,89 \times 3,8 = 26,18$  *g* stickstoffhaltige organische Stoffe und (nach Abzug des auf diese entfallenden Kohlenstoffs, ca. 7 *g* aus der gesammten Menge desselben d. s. 119 *g*)  $112 \times 1,724 = 206,9$  *g* organische Kohlenstoffverbindungen, zusammen somit ca. 233 *g* = 23,3 Proc. organische Substanz. Nimmt man das Gewicht eines Cubik-Meters des (trocken gedachten) Bodens zu 2000 *kg* an, so beträgt das Gewicht der in demselben enthaltenen organischen Stoffe  $2 \times 233 = 466$  *kg* und das der stickstoffhaltigen fäulnissfähigen Substanzen  $2 \times 26 = 52$  *kg*. Legt man dieser Berechnung den mittleren Gehalt aller 3 Schichten an Stickstoff und Kohlenstoff (4,49 resp. 85,11 Thl. in 1000 Thl.) zu Grunde, so er giebt sich für 1 Cubik-Meter Boden im Durchschnitt ein Gehalt von ca. 276 *kg* organischer Substanz, von welcher 32 *kg* auf stickstoffhaltige Stoffe entfallen.

Eine gleichfalls sehr starke Verunreinigung des Bodens wurde entlang des jetzt nicht mehr in Function befindlichen Riesingcanals constatirt, und da hier die Quantität der fäulnissfähigen Stoffe mit der Tiefe zunimmt (vergl. die Bohrlöcher 33 und 36), so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass der Canal, — wenigstens partiell, seinen Inhalt in das umgebende Erdreich hat entweichen lassen. In der kleinen Sandstrasse (Bohrl. 33), wo in einer Tiefe von 4,5<sup>m</sup> der Gehalt des Bodens an organischen Stoffen den der Wallstrasse sogar übersteigt (in 1 Cub.-Meter Boden ca. 555 *kg* stickstofffreie und 12 *kg* stickstoffhaltige Stoffe) gab sich die Durchlässigkeit der Canalwände in dem stark urinösen Geruch und den Schwefelwasserstoff-Exhalationen der tieferen Bodenschichten sehr deutlich zu erkennen. An der Ecke der Maler- und Königsstrasse, wo der Canal schon zum Theil im Grundwasser liegt (Bohrl. 32), konnte eine Verunreinigung nicht nachgewiesen werden, da hier bei einer etwaigen Undichtigkeit der Canalwände der Inhalt durch das Wasser fortgeschwemmt werden würde. Am Ausgange des Canals an der Düna ist der umgebende Boden ebenfalls in hohem Grade mit fäulnissfähigen Stoffen beladen, die jedoch zum Theil dem hier angeschütteten Boden selbst gehören. Die tiefste Bodenschicht (4,5<sup>m</sup>) scheint indess auch hier durch den Canalinhalt inficirt zu sein, wofür ihre relativ grösste Unreinheit spricht.

Vollkommen im Zustande der Fäulniss befindet sich der Boden bei der ehemaligen Pferdepost in der grossen Schmiedestrasse, wo in Folge der Anhäufung faulender Stoffe die Oxydation des in grosser Menge auftretenden Ammoniaks ganz aufgehört hat, wie die Abwesenheit von salpetriger und Salpetersäure beweisen. Dass die Verunreinigung durch Infiltration mit Düngerjauche aus den früher hier befindlichen Pferdeställen bewirkt ist, bedarf kaum der Erwähnung; ihre Folgen werden sich voraussichtlich um so länger bemerkbar machen, als die etwas lehmige Beschaffenheit der tieferen Bodenschicht (vergl. Bohrl. Nr. 35) die Durchlüftung der letzteren und die Vertheilung der faulenden Substanzen durch Hinabschwemmen in die tieferen Schichten beeinträchtigt.

Eine starke Verunreinigung weist ferner der Boden des Fuhrmannsstandplatzes bei der Marienbrücke in der Nachbarschaft des Interimstheaters auf (Bohrl. 30), wo in der Tiefe von 1<sup>m</sup> ein Gehalt von 0,774 Proc. stickstoffhaltiger Stoffe gefunden wurde. Mit der Tiefe nimmt derselbe, wie auch der Ammoniakgehalt, ziemlich stetig ab, während umgekehrt die Oxydationsproducte in gesteigertem Maasse auftreten. Im Ganzen überwiegt hier die Oxydation noch die Fäulniss. In noch höherem Maasse ist dies der Fall auf dem gleichfalls theilweise als Fuhrmannshaltestelle benutzten Rathhausplatz, wo der Boden nur Spuren von unlöslichen

1) v. Fodor, a. a. O. Bd. II. S. 209.

stickstoffhaltigen Stoffen enthält, auch das Ammoniak in relativ geringer Menge sich findet, während dafür um so mehr Salpetersäure vorkommt (Bohrl. 39). Der poröse noch ziemlich reine Sandboden bewirkt hier eine sehr rasche Verbrennung des Ammoniaks.

Ziemlich stark verunreinigt zeigte sich auch der Boden der Karlsstrasse (Nr. 41), namentlich in der tieferen Schicht, wo ausschliesslich Fäulniss vorhanden. Die Bohrungen in der Rosenstrasse (Nr. 38) und der Weberstrasse (Nr. 40) constatirten reinen Boden, während an der Ecke der Schloss- und Mönchenstrasse (Nr. 37) wiederum ein mehr verunreinigter Boden zu Tage gefördert wurde, von welchem die obere Schicht (1<sup>m</sup>) aus angeschüttetem Material besteht. Der hohe Gehalt an organischen Stoffen in der Tiefe von 4,5<sup>m</sup> ist auf die humose Beschaffenheit des hier lagernden schwarzen Sandes zurückzuführen. Ein Fäulnisszustand dieses Bodens ist wegen Mangels an Ammoniak nicht anzunehmen. In der Lärmstrasse (Nr. 34) erstreckt sich die Verunreinigung nur auf die oberen Bodenschichten.

#### 4) Mitauer Vorstadt. (Tabelle Id).

In der Mitauer Vorstadt erfolgten die Probenahmen an 16 Stellen, von denen 12 auf bewohntes Terrain, 2 auf Kirchhöfe, 1 auf tiefer gelegene Wiesengegend (bei Hagensberg) und 1 auf höher gelegenen Waldboden entfallen. Die beiden letzteren sollten, als keinen Verunreinigungen ausgesetzt, als Normalboden zum Vergleich der übrigen Bodenproben dienen. Indess erwies sich der zwischen der ehemaligen Rank'schen Sägemühle und Hagensberg befindliche Wiesenboden (Bohrl. Nr. 46) in der Tiefe von 1<sup>m</sup> als recht humus- und stickstoffreich, wesshalb von seiner Verwendung im obigen Sinne abgesehen werden musste. Da gerade an dieser Stelle trotz des beträchtlichen Stickstoffgehaltes weder Fäulniss- noch Oxydationsprocesse im Boden verlaufen, wie aus dem gänzlichen Mangel an löslichen Stickstoffverbindungen hervorgeht<sup>1)</sup>, so ist dieses Beispiel wohl geeignet zu illustriren, dass ein grösserer Gehalt des Bodens an organischem Stickstoff nicht immer Hand in Hand mit Zersetzungs- resp. Fäulnisserscheinungen zu gehen braucht und dass bei der Zersetzung dieser Stoffe ein Stadium erreicht werden kann, in welchem die stickstoffhaltigen organischen Reste nicht mehr zur Unterhaltung der Spaltpilzvegetationen geeignet sind und ein scheinbar unreiner Boden deshalb für die Entwicklung dieser kleinsten Lebensformen nahezu steril zu erscheinen vermag. Da der organische Stickstoff des Bodens, wie hier angenommen werden muss, grösstentheils vegetativen Ursprungs ist, so liegt die Vermuthung nahe, dass die stickstoffhaltigen Stoffe des Pflanzenreiches besonders dazu disponirt sind, bei ihrer Zersetzung in den Zustand einer relativen Stabilität einzutreten<sup>2)</sup>. Solange daher sanitäre Bedenken gegen einen schwer zersetzbaren Stickstoff enthaltenden Boden nicht durch verlässliche Beobachtungen gerechtfertigt sind, wird man dieselben nur dort hegen dürfen, wo das mehr oder weniger reichliche Auftreten von Ammoniak auf intensivere Fäulnissprocesse deutet. (In diesem Sinne wird man vielleicht auch den Stickstoffgehalt des Bodens der „neuen Anlagen“ der Stadt und der angrenzenden Vorstädte aufzufassen haben, — soweit die Untersuchungen die Abwesenheit von Ammoniak erkennen liessen. Vergl. S. 39 und 41.)

Der Hagensberger Waldboden (Bohrl. Nr. 48, Tab. I d) erwies sich bis auf einen äusserst geringen Betrag an Humussubstanz in 1<sup>m</sup> Tiefe als aus vollkommen reinem Sande bestehend und ist daher für den Vergleich der auf demselben Boden situirten besiedelten Ortschaften Hagensberg, Sassenhof und Thorensberg sehr brauchbar. Mit wenigen Ausnahmen zeigte sich in diesen der Boden verhältnissmässig recht

<sup>1)</sup> Eine Kohlensäureproduction des Bodens kommt für den vorliegenden Zweck nicht in Betracht.

<sup>2)</sup> Es mag bei dieser Gelegenheit an den beträchtlichen Stickstoffgehalt des Torfes, selbst auch der älteren Schichten desselben, erinnert sein.

rein. Auf Gr. Klüversholm wurde eine hochgradige Verunreinigung des Bodens der sog. Heringskaje gefunden, wo dieselbe durch Infiltration mit Heringlake verursacht ist, da noch in der Tiefe von 1<sup>m</sup> ein starker Heringsgeruch des Bodens wahrzunehmen war (Bohrl. Nr. 43). Nach der Tiefe hin nimmt der Grad der Verunreinigung schnell ab, wobei jedoch nur Ammoniak auftritt, also ausschliesslich Fäulnisprocesse stattfinden. In der Grabenstrasse und auf dem sog. Grassschen Graben (Bohrl. Nr. 44 und 45) ist die Verunreinigung nicht bedeutend; doch lässt das sehr unreine Grundwasser von Gr. Klüversholm (vergl. Tab. III d, Wasser Nr. 84—89) schliessen, dass dieser Theil der Mitauer Vorstadt zu den unsaubersten der ganzen Stadt gehört. (Vergl. auch Abschn. Id, S. 51, die Resultate der mikroskopischen Prüfung.)

Am Muckenholmschen Graben (Bohrl. Nr. 42) zeigte sich die obere aus aufgeschüttetem Material bestehende Bodenschicht etwas stickstoffhaltig, jedoch ohne Ammoniakentwicklung und Nitrification. In Hagensberg ist die Verunreinigung des Bodens auf der Taubenstrasse (Bohrl. Nr. 47) ziemlich gering, während die in Sassenhof auf dem Hofe des Hauses Nr. 7 der Kandauer Strasse in 1<sup>m</sup> Entfernung von der mit Holzausfütterung versehenen Abtrittsgrube ausgeführte Bohrung (Nr. 49) einen vollkommen reinen Boden ergab. Keine oder nur unwesentliche Verunreinigungen des Bodens wurden gefunden auf dem Martinskirchhof (Nr. 50), in der Sunde (Nr. 51), auf dem Polkowoi Dwor (Nr. 52), in Ilgezeem (Nr. 53), auf dem Thorensberger Kirchhofe Nr. 55 und im Hofe des Hauses Nr. 16 der Bauskeschen Strasse auf Thorensberg (Nr. 57); eine ziemlich hochgradige dagegen auf der Altonaschen Strasse bei der Marienmühle (Nr. 54) und auf dem Hofe des Hauses Nr. 11 der alten Mitauer Strasse (Nr. 56), in beiden Fällen jedoch ohne grosse Neigung zur Ammoniakproduction.

An dieser Stelle mag endlich auf das sehr bemerkenswerthe Ergebniss hingewiesen sein, dass der chemisch stärker verunreinigte Boden im Allgemeinen auch einen höheren Grad von Hygroskopicität zeigt, so dass aus dem Gehalt des lufttrockenen Bodens an Feuchtigkeit auch annähernd auf den Grad seiner Verunreinigung geschlossen werden kann. Da aber die Feuchtigkeit Fäulnisprocesse sehr begünstigt, so trägt ein stark verunreinigter Boden durch seine gesteigerte hygroskopische Eigenschaft eine wesentliche Bedingung der Bodenfäulnis in sich selbst. (Man vergl. in den Tabellen Ia—d die Columne „hygroskopisches Wasser“.)

#### Vergleich der Bodenverunreinigung der 4 Stadttheile unter einander und mit der anderer Städte.

Um den Grad der Verunreinigung des Bodens in den 4 Stadttheilen Rigas vergleichen zu können, sind aus den Tabellen I a—d die mittleren Werthe aus den Einzelbestimmungen an Kohlenstoff, Stickstoff, Ammoniak, salpetriger und Salpetersäure für die 3 verschiedenen Schichtenhöhen berechnet und in der unten folgenden Tabelle zusammengestellt worden. Doch ist hier von vornherein zu betonen, dass die so ermittelten Durchschnittswerthe der den Verunreinigungsgrad anzeigenden Stoffe für sich allein keinen Anspruch darauf erheben dürfen, die wirkliche durchschnittliche Verunreinigung der 4 Stadttheile zu repräsentiren, da die Bodenverunreinigung ihrer Natur nach als eine rein locale aufgefasst werden muss und die Anzahl der zum Zweck der Bodenuntersuchung ausgeführten Bohrungen im Verhältniss zur Oberflächenausdehnung des untersuchten Terrains eine sehr geringe ist. Nur in Verbindung mit den Resultaten der Grundwasseruntersuchungen, welche letztere in grösserer Anzahl ausgeführt worden sind, wird man ihnen eine zu weiter gehenden Schlüssen berechtigende Bedeutung zuerkennen dürfen.

Bei der Berechnung der in der Tabelle A aufgeführten Mittelwerthe sind die Kirchhöfe als nicht bewohnte Orte ausgeschlossen worden, da sie anderenfalls wegen der relativ hohen Reinheit ihres Bodens das Durchschnittsresultat zu sehr in günstigem

Sinne beeinflusst hätten, was namentlich in der Moskauer Vorstadt, in welcher von 13 Bohrungen 6 auf die Kirchhöfe entfallen, hervorgetreten wäre. Umgekehrt wurden einzelne Orte, an denen die Verunreinigung einen so hohen Grad erreicht hatte, dass ihre Mitberücksichtigung bei der Berechnung das Durchschnittsresultat ungebührlich verschlechtert hätte, ebenfalls eliminirt. Zu diesen gehören:

1) In der Petersburger Vorstadt: das Bohrloch Nr. 2 auf dem Fuhrmannsstandplatz am Heumarkt, wo der Ammoniakgehalt der 1<sup>m</sup> tiefen Schicht die gesammte Menge des Ammoniaks, aller anderen Bohrlöcher dieses Stadttheils zusammengenommen, übertrifft. Dieses Bohrloch ist jedoch blos bei der Berechnung von Ammoniak, salpetriger und Salpetersäure nicht berücksichtigt worden, da der Gehalt seines Bodens an Kohlenstoff und organischem Stickstoff durchaus kein abnorm hoher ist.

2) In der Mitauer Vorstadt: das Bohrloch Nr. 42 auf der Heringskaje und Nr. 46 auf dem Stadtheuschlag bei Thorensberg.

A. Tabelle des mittleren Gehaltes an Kohlenstoff, organischem Stickstoff, Ammoniak, salpetriger und Salpetersäure in den 4 Stadttheilen.

Stadttheil.	Tiefe in m	1000 Thl. des bei 110° C. getrockneten Bodens enthalten Thl.				
		Kohlenstoff.	org. Stickstoff.	Ammoniak.	salpetrige Säure.	Salpetersäure.
Petersburger Vorstadt	1,0	19,13	0,584	0,106	0,0133	0,209
	2,5	6,28	0,177	0,052	0,0073	0,029
	4,5	8,59	0,113	0,035	0,0027	0,022
	Mittel	11,33	0,291	0,064	0,0078	0,037
Moskauer Vorstadt	1,0	17,41	0,766	0,040	0,009	0,061
	2,5	12,08	0,330	0,014	0,003	0,112
	4,5	wegen zu wenig Bohrungen nicht berechnet				
	Mittel	14,75	0,548	0,027	0,006	0,086
Innere Stadt	1,0	27,11	1,016	0,045	0,007	0,114
	2,5	25,52	1,231	0,110	0,003	0,055
	4,5	39,01	1,164	0,0047	0,0016	0,064
	Mittel	30,55	1,137	0,053	0,004	0,078
Mitauer Vorstadt	1,0	9,79	0,357	0,0027	0,0126	0,146
	2,5	6,58	0,258	0,0027	—	0,053
	4,5	wegen zu wenig Bohrungen nicht berechnet				
	Mittel	8,18	0,307	0,0027	0,0063	0,100

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass, wenn als Massstab für die Verunreinigung des Bodens dessen Gehalt an Kohlenstoff und organischem Stickstoff angenommen wird, die Verunreinigung weitaus am grössten ist in der Stadt; dann folgen der Reihe nach die Moskauer, die Petersburger und endlich die Mitauer Vorstadt, und zwar bezüglich des Stickstoffgehaltes des Bodens etwa im Verhältniss von 4:2:1,3:1. Im Gehalt an Ammoniak geht die Petersburger Vorstadt voraus, dann folgen die Stadt, die Moskauer und endlich die Mitauer Vorstadt, während der Salpetersäuregehalt nur geringe Differenzen in den verschiedenen Stadttheilen auf-

weist. In den Vorstädten zeigen die oberen Schichten eine stärkere Verunreinigung, während in der Stadt der Schmutz mit der Tiefe im Ganzen etwas zunimmt. Berücksichtigt man indess, dass dieses letztere Ergebniss vorwiegend durch die Beschaffenheit des in der Tiefe besonders stark verunreinigten Bodens der Bohrlöcher Nr. 31 (Wallstrasse) und 33 (am Riesingcanal) bedingt ist, so wird man die durchschnittlich stärkere Verunreinigung der tieferen Bodenschichten der inneren Stadt nicht als allgemeine Erscheinung auffassen dürfen. Eliminirt man bei der Berechnung der Durchschnittswerthe die beiden Bohrlöcher, so erhält man für den Kohlenstoff in den Tiefen von 1,0, 2,5 und 4,5 m 26,29, 17,00 und 20,03 Thl. und für den organ. Stickstoff beziehentlich 0,939, 0,734 und 0,647 Thl. für 1000 Thl. des Bodens, d. h. die Stadt macht in Rücksicht auf die Vertheilung der verunreinigenden Stoffe in den verschiedenen Höhenschichten keine Ausnahme von der für die Vorstädte constatirten Regel.

Der Grad der Verunreinigung des Bodens giebt sich am unmittelbarsten zu erkennen, wenn man aus der Menge des gefundenen Kohlenstoffs und des organischen Stickstoffs, die diesen entsprechenden Quantitäten von stickstofffreien und stickstoffhaltigen (fäulnissfähigen) Stoffen berechnet, wie dies früher (S. 41 und 42) für die innere Stadt ausgeführt wurde.<sup>1)</sup> In dieser Weise ist die nachfolgende Tabelle berechnet worden.

B. Tabelle des gefundenen Durchschnittsgehaltes an stickstofffreier und stickstoffhaltiger Substanz im Boden der 4 Stadttheile.

Stadttheil.	Tiefe in m	1000 Thl. bei 110° getrockneter Boden enthalten Theile:		
		stickstofffreie organ. Stoffe.	stickstoffhaltige organ. Stoffe.	Zusammen.
Petersburger Vorstadt	1,0	31,97	2,22	34,19
	2,5	10,52	0,67	11,18
	4,5	14,60	0,43	15,03
Mittel aus der Tiefe bis zu 4,5 m		19,03	1,10	20,13
Moskauer Vorstadt	1,0	28,69	2,91	31,60
	2,5	20,25	1,25	21,50
Mittel aus der Tiefe bis zu 2,5 m		24,47	2,08	26,55
Innere Stadt	1,0	44,82	3,86	48,68
	2,5	41,86	4,68	46,53
	4,5	65,25	4,42	69,67
Mittel aus der Tiefe bis zu 4,5 m		50,64	4,32	54,97
Mitauer Vorstadt	1,0	13,26	1,36	14,62
	2,5	10,90	0,98	11,88
Mittel aus der Tiefe bis zu 2,5 m		12,08	1,17	13,25

<sup>1)</sup> Bei dieser Berechnung wurde nach dem Vorgange v. Fodor's die stickstoffhaltige Substanz durch Multiplication des „organischen“ Stickstoffs mit 3,8 erhalten; von dem Kohlenstoffgehalt des Bodens ist eine dem Stickstoff gleiche Menge Kohlenstoff abgezogen und durch Multiplication des Restes mit 1,724 die stickstofffreie Substanz gefunden worden. Es ist hier demnach der Gehalt der stickstoffhaltigen Stoffe an Kohlenstoff = ihrem Stickstoffgehalt angenommen worden.

Für den Vergleich des Verunreinigungsgrades des Rigaschen Bodens mit dem anderer Städte bietet die Literatur nur wenig Material, da man erst in allerjüngster Zeit der Untersuchung des Bodens für hygienische Zwecke Aufmerksamkeit zuzuwenden angefangen hat. Fleck in Dresden untersuchte im Auftrage des sächsischen Medicinalcollegiums 28 Bodenproben, die bei Gelegenheit der durch die Canalisation veranlassten Bodenaufgrabungen gesammelt wurden. Der organ. Stickstoff bewegte sich bei diesen Proben innerhalb der Grenzen 0,020 und 2,180 Thl. pro 1000 Thl. des bei 100° C. getrockneten Bodens, während der Ammoniakgehalt in Mittel 0,030 bis 0,040, im Maximum 0,100 Thl. betrug. Da ferner Salpetersäure nur in 2 Fällen, und auch in diesen in nur minimalen Mengen (je 0,010 Thl.) gefunden wurde, so folgerte Fleck hieraus, dass in den oberen Bodenschichten Dresdens eine Oxydation kaum erfolgen dürfte.<sup>1)</sup>

Gleichfalls in Anlass von Canalbauten hat Flügge sowohl in Berlin wie in Leipzig einige Bodenproben untersucht, wobei dort im Maximum aus 27 Bestimmungen 1,770, hier aus 8 Bestimmungen 2,380 Thl. organischen Stickstoffs in 1000 Thl. Boden erhalten wurden.

Die weitaus umfangreichsten und für den Vergleich des Verunreinigungsgrades entschieden werthvollsten Bodenuntersuchungen hat J. v. Fodor in Budapest in den Jahren 1877 bis 1880 ausgeführt.<sup>2)</sup> Die Anzahl der dort analysirten Bodenproben beläuft sich auf nahezu 700, wobei die Probenahmen in Tiefen von 1, 2 und 4<sup>m</sup> stattfanden. Fodor fand im Mittel aus allen Bodenproben in 1000 *g* Trockenerde:

organischen Stickstoff . . . . .	0,311 <i>g</i>
„ Kohlenstoff (143 Proben) . . . . .	4,130 <i>g</i>
Salpetersäure . . . . .	0,157 <i>g</i>
Salpetrige Säure . . . . .	0,00109 <i>g</i>
Ammoniak . . . . .	0,01017 <i>g</i>

In den 3 verschiedenen Tiefen wurden in Budapest die folgenden Durchschnittswerthe pro 1000 *g* Boden gefunden:

	organ. Stickstoff	Salpetersäure	salpetrige Säure	Ammoniak
in 1 <sup>m</sup> Tiefe . . . . .	0,403 <i>g</i>	0,140 <i>g</i>	0,00098 <i>g</i>	0,0128 <i>g</i>
„ 2 „ „ . . . . .	0,321 „	0,155 „	0,00114 „	0,0102 „
„ 4 „ „ . . . . .	0,210 „	0,177 „	0,00114 „	0,0072 „

Aus den Werthen für den „organischen“ Stickstoff und Kohlenstoff berechnet Fodor den mittleren Gehalt des Budapester Bodens zu  $(0,311 \times 3,8 =) 1,181$  *g* stickstoffhaltigen und  $(3,830 \times 1,724)^3 = 6,603$  *g* stickstofffreien organischen Stoffen, die in Summa 7,784 *g* trockene organische Substanzen = 0,7784 % des Bodengewichtes ergeben.

Dieses Resultat seiner Untersuchungen commentirt Fodor folgendermassen<sup>4)</sup>:

„Ueber die riesige Menge der organischen Substanz erhalten wir erst dann einen klaren Begriff, wenn man das colossale Volum des Bodens in Betracht zieht,

<sup>1)</sup> Vergl. den 5. Jahresbericht des Landes-Medicinal-Collegiums über das Medicinalwesen im Königreich Sachsen auf die Jahre 1872—1873. Dresden, 1875, S. 151.

<sup>2)</sup> v. Fodor, Luft, Boden und Wasser, Bd. II, Braunschweig 1882.

<sup>3)</sup> Von dem organischen Kohlenstoff = 4,130 Gr. wurden 0,300 Gr. für den Kohlenstoffgehalt der stickstoffhaltigen Stoffe in Abrechnung gebracht, woraus die Zahl 3,830 für den Kohlenstoff resultirt.

<sup>4)</sup> v. Fodor, a. a. O. Bd. II, S. 209.

welcher in diesem Maasse mit organischer Substanz imprägnirt ist. Der durch meine Bohrungen untersuchte Theil des hauptstädtischen Gebietes umfaßt circa 6 Millionen  $m^2$ , welche bis zu 4<sup>m</sup> Tiefe 24 Millionen Cubikm. oder circa 60 Millionen Tonnen Boden entsprechen. In dieser oberflächlichen Schicht allein sind somit circa 467 Millionen  $kg$  organische Substanz überhaupt und circa 71 Millionen  $kg$  stickstoffhaltige organische Substanz enthalten.

Eine solche Stickstoffmenge, wie sie der Pester Boden und zwar bloss in der untersuchten Tiefe von 1—4<sup>m</sup> enthält, können 100,000 erwachsene Menschen erst in 37 Jahren als Harn und Fäces aus ihrem Organismus ausscheiden.<sup>4</sup>

Der durchschnittliche Verunreinigungsgrad des Rigaschen Bodens ist erheblich grösser als der des Budapest; denn der relativ reinste Stadttheil, die Mitauer Vorstadt, übertrifft, wenn man die gesammte organische Substanz in Rechnung bringt, hierin den Boden von Budapest nahezu um das zweifache, die innere Stadt — als der unreinste — um das siebenfache. Der mittlere Gehalt an stickstoffhaltigen organischen Stoffen, auf den es hier allerdings hauptsächlich ankommt, ist bei dem Boden der Petersburger und der Mitauer Vorstadt dem des Pester Bodens nahezu gleich, während derselbe bei der Moskauer Vorstadt nahezu zweimal und bei der inneren Stadt fast viermal grösser ist<sup>1</sup>).

Nimmt man die Oberfläche der inneren Stadt zu rund 1 Million  $m^2$  und das Gewicht von 1 Cubikm. Boden zu 2500  $kg$  an, so entsprechen dieser Oberfläche bei 4,5<sup>m</sup> Tiefe  $1 \times 4,5 \times 2500$  Millionen  $kg = 11250$  Millionen  $kg$  Boden und die in dieser Quantität enthaltene Menge stickstoffhaltiger Substanzen  $\frac{11250 \times 0,432}{100} = 48,6$  Millionen  $kg$ , welches Quantum einer Leistung von 100,000

erwachsenen Personen in circa 25 Jahren in Form von flüssigen und festen Excrementen gleichkommt. Dabei nimmt die innere Stadt bloss  $\frac{1}{6}$  des von (dem untersuchten Antheil) der Stadt Budapest occupirten Flächenraumes ein.

Eine den bequemeren Vergleich zulassende Uebersicht der Verunreinigung des Bodens der 4 Stadttheile mit dem von Budapest bietet die nachfolgende Tabelle des Gehaltes des Bodens an organischem Stickstoff. Da die Berechnung dieses Gehaltes für die Mitauer und Moskauer Vorstadt nur bis auf die Tiefe von 2,5<sup>m</sup> ausgeführt werden konnte, so ist der dieser Tiefe in Budapest entsprechende Gehalt an organischem Stickstoff zu  $0,350 \left( = \frac{0,403 + 0,297}{2} \right) g$  in 1000  $g$  Erde angenommen worden.

Tabelle des Bodengehaltes an organischem Stickstoff  
in Riga und Budapest.

1000  $g$  trockenen Bodens enthalten organischen Stickstoff

a. bis auf die Tiefe von 4,5<sup>m</sup> resp. 4,0<sup>m</sup>:

		(Budapest = 1.)
Petersburger Vorstadt . . . . .	0,291	$g = 0,93$
Innere Stadt . . . . .	1,137	$\text{„} = 3,66$
Budapest . . . . .	0,311	$\text{„} = 1,00$

<sup>1</sup>) Für die Mitauer und die Moskauer Vorstadt ist das Verhältniss der Verunreinigungsziffern insofern weniger ungünstig, als hier die Bodenschicht bis zu 2,5<sup>m</sup> Tiefe mit der bis zu 4<sup>m</sup> (Budapest) verglichen worden ist, die Verunreinigung des Bodens aber mit der Tiefe abnimmt.

b. bis auf die Tiefe von 2,5 m:

Petersburger Vorstadt . . . . .	0,380	„ = 1,09
Moskauer „ . . . . .	0,548	„ = 1,57
Innere Stadt . . . . .	1,123	„ = 3,21
Mitauer Vorstadt . . . . .	0,307	„ = 0,88
Budapest . . . . .	0,350	„ = 1,00

Von allen Stadttheilen Rigas steht mithin nur die Mitauer Vorstadt bezüglich des Verunreinigungsgrades (eine Tiefe bis zu 2,5 m vorausgesetzt) unter dem der Stadt Budapest, von deren Boden Fodor sagt, dass er sich allmählig zu einem Düngerhaufen entwickeln müsse, wenn man nicht bestrebt sein werde, bei der rapide anwachsenden Bevölkerung in der Zukunft grössere Reinlichkeit zu erhalten, die Canalisation zu verbessern und die Fäcalien und Abfallstoffe sorgfältiger und geregelter zu entfernen.

Mit dem im Verhältniss zu Budapest an stickstoffhaltigen organischen Resten reicheren Boden Rigas stimmt endlich die Thatsache sehr gut überein, dass der durchschnittliche Gehalt des letzteren an Salpetersäure geringer, der an Ammoniak aber erheblich (in der Stadt und der Petersburger Vorstadt etwa 5 resp. 6 Mal) höher ist. Demnach spielen sich im Rigaer Boden noch mehr Fäulnis- und weniger Oxydationsprocesse ab, als in dem ohnehin sehr unreinen Boden von Budapest.

#### 5) Die Kirchhöfe.

Die Kirchhöfe Rigas weisen im Gegensatz zur Stadt einen relativ hohen Grad von Reinheit ihres Bodens auf. Sämmtliche von ihnen entnommenen Bodenproben zeigten bei der qualitativen Prüfung so geringe Spuren von organischem Stickstoff, dass die quantitative Bestimmung desselben unterbleiben konnte. Dementsprechend war auch der Gehalt an Kohlenstoff ein sehr geringer; die Proben hatten das Ansehen reinen gelben Sandes. Vollkommen im Einklang mit der Reinheit des Bodens steht auch die des aus den Kirchhofsbrunnen zur Untersuchung entnommenen Wassers (vergl. Abschnitt III, Wasser).

Diese auf den ersten Blick auffallende Erscheinung kann indess nur überraschen, solange man nicht das Verhältniss der zugeführten Quantitäten des die Bodenverunreinigung bedingenden Materials zur Oberfläche des Bodens in Betracht zieht, der dieses Material aufzunehmen bestimmt ist. Vergleicht man in dieser Beziehung die intensiver bebauten Antheile der Stadt mit den Kirchhöfen, so ist für die letzteren das obige Verhältniss ein weitaus günstigeres, wie die nachfolgend aufgeführte Berechnung ergibt. Dass letztere auf grosse Genauigkeit nicht Anspruch erheben kann, liegt in der Natur der Sache.

Nach dem Ergebniss der letzten Volkszählung (1881) beträgt die Zahl der Einwohner der inneren Stadt (mit der Grenze Bastei- und Theater-Boulevard, Karlsstrasse, Dünamarkt, Nicolaistrasse, Schlossplatz, Thurmstrasse, Jacobsstrasse, Nicolaistrasse, Bastei-Boulevard) 20,091, in runder Zahl 20,000, die von denselben bewohnte Fläche rund 49 Hektar. Der Einfachheit der Rechnung wegen mag angenommen sein, dass man es blos mit erwachsenen Personen zu thun habe. Nach Pettenkofer und Voit scheidet ein erwachsener Mensch täglich im Durchschnitt 19,47 g Stickstoff im Harn und in den Fäces ab. Dies beträgt für 20,000 Menschen täglich 389,4 kg und jährlich 142,131 kg Stickstoff. Nimmt man ferner an, dass die Hälfte dieses Stickstoffs aus der Stadt durch Abfuhr etc. beseitigt wird<sup>1)</sup>, und

1) Nach Pettenkofer wird bei mangelhaften Sielen und durchlässigen Abtrittsgruben kaum  $\frac{1}{10}$  der städtischen Abfallstoffe aus dem Weichbilde der Stadt entfernt; die übrigen  $\frac{9}{10}$  bleiben innerhalb und versickern im Boden.

berücksichtigt die anderweitigen sehr erheblichen Quellen für die Bodenverunreinigung nicht (Ställe, Kehrtrichtgruben, undichte Canäle, Equipagenverkehr in den Strassen, kleinere Thiere<sup>1)</sup>, so entfällt auf 1 Hektar Oberfläche pro Jahr eine Quantität von  $\frac{142131}{2 \times 49} = 1450 \text{ kg}$  Stickstoff (in Form organischer Stoffe), welcher im Boden zurückbleibt.

Die im Rigaschen Polizeibezirk belegenen Kirchhöfe nehmen insgesamt einen Flächenraum von circa 73 Hektar ein, von denen jedoch zur Zeit blos 61 Hektar im Gebrauch sind. Nimmt man für Riga eine Mortalitätsziffer von 32<sup>0,00</sup> an<sup>2)</sup>, so ergiebt diese bei einer Bevölkerung von 170,000 Menschen jährlich  $170 \times 32 = 5440$  Gestorbene, was pro Hektar benutzter Kirchhofsfläche circa 90 Leichen entspricht. Der durchschnittliche Gehalt eines Erwachsenen von 65<sup>kg</sup> Gewicht an Stickstoff kann zu circa 1,5<sup>kg</sup> veranschlagt werden. Demnach beträgt die jährliche Zufuhr an Stickstoff für 1 Hektar Kirchhofsfläche  $90 \times 1,5 = 135 \text{ kg}$  was circa  $\frac{1}{11}$  der auf die innere Stadt entfallenden Quantität gleichkommt. Berücksichtigt man jedoch, dass die anderen zahlreichen und ergiebigen Quellen für die Verunreinigung des Bodens der Stadt bei der obigen Berechnung nicht in Betracht gezogen worden sind, so wird sich das Verhältniss der pro Flächeneinheit zugeführten stickstoffhaltigen Stoffe für die Stadt noch viel ungünstiger stellen, und man wird sicher nicht zu hoch greifen, wenn man die Quantitäten der fäulnissfähigen Substanzen, die der Boden der inneren Stadt aufzunehmen hat, mindestens 20 Mal höher veranschlagt, als die der Kirchhöfe.

#### d. Resultate der mikroskopischen Prüfung.

Wie schon früher (S. 37) bemerkt, erstreckten sich die mikroskopischen Prüfungen auf Culturen der in dem Boden enthaltenen Spaltpilze in einer sterilisirten Nährstofflösung. Im Allgemeinen gaben die chemisch am stärksten verunreinigten Bodenproben auch die kräftigsten Culturen, woraus hervorgeht, dass der stickstoffreichste, d. h. der unreinste Boden auch die meisten Spaltpilze enthält. Indess kamen auch nicht selten Ausnahmen von dieser Regel vor, die sich wohl auf die Form der im Boden enthaltenen Stickstoffverbindungen, speciell auf den grösseren oder geringeren Grad ihrer Zersetzbarkeit zurückführen lassen dürften. Dies geht namentlich daraus hervor, dass sehr stickstoffreiche Bodenarten, die jedoch nur wenig Ammoniak enthalten, wie z. B. Nr. 46 auf Tab. 1d (Wiese bei Hagensberg) auch nur relativ schwach entwickelte Spaltpilzculturen liefern, während umgekehrt stickstoffärmere aber ammoniakreichere Böden in der Regel kräftigere Vegetationen zeigen. In diesem Umstande dürfte wohl auch die Erklärung für die Erscheinung zu suchen sein, dass bez. der Verunreinigung durch Spaltpilze die 4 Stadttheile eine andere Reihenfolge aufweisen, als hinsichtlich ihres Gehaltes an stickstoffhaltigen organischen Stoffen, wie aus der folgenden tabellarischen Uebersicht hervorgeht:

<sup>1)</sup> Dazu kommt noch, dass ein grosser Theil der vorstädtischen Bewohner sich während des Tages in der Stadt aufhält.

<sup>2)</sup> Vergl. Fr. v. Jung-Stilling: „Kurze Uebersicht über die Bewegung der Bevölkerung und die geschlossenen Ehen Rigas in den Jahren 1871—1880.“ (Sonderabdruck aus den „Rig. Stadtbl.“ Nr. 12, 1882, S. 3).

Tabelle der Spaltpilzvegetationen aus dem Boden der 4 Stadttheile  
(mit Ausschluss der Kirchhöfe).

Stadttheil.	Zahl der untersuchten Proben.	Bodentiefe in Metern.	Durchschnittlicher Entwicklungsgrad der Spaltpilze 5 = Maximum.	Desmobacterien beobachtet in Fällen.
Petersburger Vorstadt	31	1,0	2,79	7
		2,5	3,25	2
		4,5	2,00	2
Durchschnitt aus der ganzen Tiefe			2,68	Summe 11
Moskauer Vorstadt	14	1,0	2,14	1
		2,5	2,71	3
Durchschnitt aus der ganzen Tiefe			2,42	Summe 4
Innere Stadt	35	1,0	4,23	3
		2,5	4,07	5
		4,5	3,78	2
Durchschnitt aus der ganzen Tiefe			4,03	Summe 10
Mitauer Vorstadt	28	1,0	3,14	3
		2,5	3,43	2
Durchschnitt aus der ganzen Tiefe			3,28	Summe 5

Den ersten Rang bez. des Reichthums an Spaltpilzen nimmt demnach auch hier wiederum der Boden der inneren Stadt in Anspruch, darauf folgen der Reihe nach die Mitauer, die Petersburger und endlich die Moskauer Vorstadt. Da die als Desmobacterien bezeichneten zarten flexilen Fäden vorwiegend als pathogene Organismen angesehen werden, so ist in der letzten Columne die Anzahl von Fällen angegeben worden, in denen in den verschiedenen Höhenschichten des Bodens diese Formen angetroffen wurden. Darnach sind dieselben constatirt worden in der Petersburger Vorstadt in 35,3 %, in der Moskauer in 28,6 %, in der inneren Stadt in 28,6 % und in der Mitauer Vorstadt in 17,9 % der untersuchten Proben.

Die relativ reichsten Culturen lieferten:

- a. in der Petersburger Vorstadt: Die beiden Fuhrmannsstandplätze Nr. 2 und 9, der Boden an der Ecke der Ziegel- und Grünstrasse (Nr. 3), der Marienstrasse (Nr. 8), vom Ufer des Stadtcanals (Nr. 10 und 11) und auf Möllershof (Nr. 14);
- b. in der Moskauer Vorstadt: Der Boden des Hauses Nr. 20 der Marienstrasse (Nr. 17), am Speckgraben (Nr. 18, untere Schicht) und an der Ecke der Dünaufer- und Jesuskirchenstrasse (Nr. 19);
- c. in der inneren Stadt: alle untersuchten Proben, etwa mit Ausnahme der vom Rathhausplatz (Nr. 39) stammenden;
- d. in der Mitauer Vorstadt: der Boden von Gross-Klüversholm (Nr. 42 bis 45) und auf Thorensberg (Nr. 56 und 57).

Die von den Kirchhöfen stammenden Bodenproben ergaben mit wenigen Ausnahmen schwache Pilzvegetationen.

### e. Einfluss der Abortanlagen auf die Bodenbeschaffenheit.

Da bei der erfahrungsmässig häufig unzureichenden und unsoliden Ausführung der Senkgruben zu erwarten war, dass diese ihrer grösseren oder geringeren Durchlässigkeit wegen ein sehr wesentliches Contingent an Stoffen für die Verunreinigung des Bodens stellen, so schien es geboten, durch Untersuchung des den Gruben benachbarten Bodens den Grad der Verunreinigung des letzteren direct zu ermitteln, wo sich Gelegenheit dazu fand. Aus diesem Grunde wurden in 10 Fällen die Bodenproben in ca. 1<sup>m</sup> Entfernung von den Senkgruben entnommen und zwar 3 Proben aus der Nachbarschaft gemauerter und cementirter und 7 Proben aus der von hölzernen mit Brettern ausgekleideten Gruben.

Die Untersuchung dieser Proben ergab folgendes Resultat:

α) Gemauerte Senkgruben. Die Bodenproben Nr. 4 (Stadtkrankenhaus) und Nr. 16 (Briegers Lederfabrik) zeigten sich recht rein, während Nr. 5 (Beresows Badestube) einen, wenn auch nicht sehr bedeutenden Gehalt an organischem Stickstoff (0,365 Thl. in 1000 Thl. Boden) aufwies. Da indess auch hier relativ viel Stickstoff in oxydirter Form als Salpetersäure und wenig Ammoniak vorhanden ist, so befinden sich die stickstoffhaltigen Substanzen noch nicht im Fäulnisszustande, die Oxydationsfähigkeit des Bodens ist noch nicht erloschen. Ausserdem verschwindet der organische Stickstoff in der Tiefe von 2,5<sup>m</sup> vollkommen, wesshalb überhaupt nicht mit Sicherheit angenommen werden kann, dass hier die Unreinheit des Bodens dem Senkgruben-Inhalt entspringt. Soweit demnach die 3 vereinzelt Untersuchungen einen allgemeinen Schluss zulassen, scheinen die gemauerten Gruben bei guter Ausführung genügend dicht, um ein Durchsickern ihres Inhalts in den Boden zu verhindern.

β) Senkgruben mit Holzausfütterung. Aus der Umgebung derselben stammen die Bodenproben Nr. 12, 13, 17, 20, 44, 49 und 57, deren Untersuchung eine sehr verschiedene Beschaffenheit erkennen liess. Eine vollkommen zweifellos durch Grubeninhalt verursachte, äusserst hochgradige Verunreinigung zeigte der Boden Nr. 12 (Petersburger Vorstadt, Vorburg, Mittelstrasse 3), an welchem ein intensiver Fäcalgeruch bis auf die Tiefe von 4,5<sup>m</sup> wahrgenommen werden konnte. In 2,5<sup>m</sup> Tiefe exhalirte der Boden bei gänzlicher Abwesenheit von Salpetersäure freies Ammoniak! Bei Nr. 17 (Marienstrasse Nr. 20) ist ebenfalls, wenn auch in weit geringerem Grade, eine Bodeninfection nachweisbar, die sich jedoch noch nicht auf die tiefere Schicht erstreckt hat. Dagegen ist die Verunreinigung bei Nr. 20 (am Rodenburger Canal) wiederum eine sehr intensive, doch kann sie hier zum Theil auch durch den Inhalt des Canals bedingt sein. Die Proben Nr. 12, 44, 49 und 57 waren entweder ganz rein oder enthielten den Stickstoff nur in unorganischen Verbindungen und in unbeträchtlicher Menge; auch ist bei der geringen Entfernung des Bohrloches von 1<sup>m</sup> von der Senkgrube nicht anzunehmen, dass unter der Holzausfütterung der letzteren sich eine erhebliche Bodeninfection würde nachweisen lassen, da diese sich immerhin seitlich ausbreiten und dann sich in grösserer Tiefe constataren lassen müsste, was nicht der Fall war.

Hieraus folgt nun, dass die Gruben mit Holzausfütterung nicht immer durchlässig zu sein brauchen, bei mangelhafter Construction oder schlechter Unterhaltung jedoch einen beträchtlichen Theil ihres Inhaltes in den Boden versickern lassen, und da die Anzahl der sehr primitiv eingerichteten Gruben in der Stadt eine sehr bedeutende sein wird, so kann auch mit Sicherheit angenommen werden, dass der hohe Verunreinigungsgrad der oberflächlichen Bodenschichten grossentheils dieser Quelle entstammt.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Fodor folgert aus seinen zahlreichen Untersuchungen, dass an der Verunreinigung des Bodens von Budapest das schlechte Abtrittssystem den wesentlichsten Antheil habe. (Vergl. dessen „Luft, Boden und Wasser, II, 219).

## II. Die Canäle und deren Schlammfänger. (Tabelle II.)

Die in den Strassen der Stadt angelegten oder dieselben durchschneidenden, für die Entwässerung bestimmten Canäle boten der chemischen Untersuchung in zweierlei Hinsicht Interesse dar: einmal bezüglich der Beschaffenheit ihres Inhaltes und sodann in Rücksicht auf die Verunreinigung des Bodens.

Im Wesentlichen besteht der Inhalt der Canäle, — der offenen sowohl wie der gedeckten, aus einem Gemenge sehr heterogener fester, zum Theil im Sielwasser niedergeschlagener, zum Theil darin schwimmender Stoffe, die aus den verschiedenartigsten Abfällen der Haushaltungen, industrieller und gewerblicher Etablissements, Strassenkehricht, nicht selten Cloakenabgängen etc. zusammengesetzt sind. Da die Menge des Spülwassers, sowie das Gefälle der Canäle in der Regel nicht ausreicht, um durch starke Strömung die festen Stoffe mit fortzuschwemmen, so sedimentirt ein Theil derselben auf dem Boden der Canäle und geht hier in Fäulniss über, welcher Zustand bei dem Inhalt der Canäle Riga's überall constatirt werden konnte. Diese Stoffe verursachen wegen ihrer leichten Zersetzbarkeit Exhalationen, die namentlich bei den offenen Canälen und dort, wo es an Wasser gebricht, um die Fäulnissproducte fortzuführen, die Umgebung in hohem Grade belästigen und zu schweren sanitären Bedenken Veranlassung geben.

Desgleichen ist auch der in den Schlammfängern einiger Canäle abgelagerte Schlamm auf seine Zusammensetzung untersucht worden, um das Verhältniss zwischen organischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffen und zwischen unorganischer Substanz zu ermitteln und daraus die Quantität der fäulnissfähigen, resp. in fauliger Zersetzung begriffenen Stoffe berechnen zu können.

Da endlich vorausgesetzt werden durfte, dass die Canalwände sich meist nicht genügend dicht erweisen würden, um ein theilweises Versinken des Canalinhaltes in den Boden zu verhindern, so wurden einzelne Bohrungen in unmittelbarer Nähe (ca. 1<sup>m</sup>) einiger Canäle ausgeführt, um durch Untersuchung der so gewonnenen Bodenproben den Grad einer etwaigen, durch die Durchlässigkeit der Canäle bewirkten Bodenverunreinigung zu constatiren.

### a. Sedimente der Canäle und Schlammfänger.

Chemische Untersuchung. Die Untersuchung der den Canälen und Schlammfängern entnommenen Schlammproben fand im Wesentlichen nach dem bei den Bodenuntersuchungen auf S. 34 und 36 beschriebenen Verfahren statt. Die Ergebnisse derselben sind auf Tab. II verzeichnet.

Auf den ersten Blick fällt der gänzliche Mangel an Oxydationsproducten des organischen Stickstoffs auf: in keiner einzigen der untersuchten Schlammproben, — mit kaum nennenswerther Ausnahme von Nr. 2, findet sich eine Spur von salpetriger und Salpetersäure. Dafür tritt das Ammoniak um so reichlicher auf, und zieht man dazu noch den durchgängig widerlichen ekelhaften Geruch des frischen Schlammes in Betracht, so geht daraus unzweifelhaft hervor, dass der Gehalt sämmtlicher untersuchter Canäle und Schlammfänger im Zustande intensivster Fäulniss sich befindet.

Nr. 2—8 auf Tab. II zeigen die Zusammensetzung und die Beschaffenheit von Schlammproben, die den unmittelbar am Stadtcanal belegenen Schlammfängern entnommen wurden. Sämmtliche Canäle, zu denen diese Schlammfänger gehören, führen ihren Inhalt in den Stadtcanal ein, ebenso der Canal, aus dessen vor dem Tuckumer Bahnhof befindlichen Schlammfänger die Probe Nr. 1 stammt.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Inhaltes der Schlammfänger mit der der Schlamme Nr. 9, 10 und 11, welche an den in Tabelle II bezeichneten Punkten aus der Mitte des Bettes des Stadtgrabens genommen wurden, so ergeben sich über die Wirksamkeit der Schlammfänger als Reinigungsvorrichtung für die durch die Canäle zugeführten Flüssigkeiten und für die Bedeutung des Stadtcanals als Vehikel zur Entfernung derselben aus dem Bereich der Stadt recht werthvolle Aufschlüsse, vollends, wenn man die Resultate der Untersuchungen des Stadtcanalwassers (Nr. 113—118 auf Tab. IV) mit in Betracht zieht.

Einen Vergleich der Beschaffenheit dieser Sedimente gewinnt man aus dem Verhältniss der in ihnen enthaltenen organischen Stoffe zu den mineralischen. Im Durchschnitt enthalten die Sedimente Nr. 1—8 der Schlammfänger in 1000 Thl. (wasserfreier Substanz) 85,34 Thl. Kohlenstoff und 4,894 Thl. Stickstoff, die dem Bett des Stadtcanals entnommenen Nr. 9—11 beziehungsweise 13,177 Thl. Kohlenstoff und 0,988 Thl. Stickstoff. Wenn man diese Mengen von Kohlenstoff und Stickstoff in der unter II, c 3 angegebenen Weise auf organische Substanz berechnet, so enthält 1 kg Schlamm

	stickstofffreie org. Subst.	stickstoffhaltige org. Subst.	zusammen org. Stoffe	mineralische Stoffe
der Schlammfänger	137,92 g	18,59 g	156,51 g	843,49 g
des Stadtcanals	21,03 „	3,75 „	24,78 „	975,22 „

woraus hervorgeht, dass der Schlamm auf dem Grunde des Stadtcanals relativ arm an organischen Stoffen ist und von den Sedimenten der Schlammfänger im Gehalt an denselben um das 6—7fache übertroffen wird. Von dem organischen Detritus, den die Canäle dem Stadtgraben zuführen, gelangt daher nur ein relativ kleiner Theil auf weitere Entfernungen hin zum Absatz. Es muss hier noch hervorgehoben werden, dass die Proben aus dem Bett des Stadtcanals am 9. Februar 1884 genommen wurden, also zu einer Zeit, welche der alljährlich während des Frühlingshochwassers stattfindenden Reinigung desselben fast unmittelbar vorhergeht.

Wenn trotzdem der Stadtcanal zu gewissen Jahreszeiten Fäulnissgase ausdünstet, welche seine Umgebung belästigen, so hat dies seinen Grund einerseits in der immerhin unzureichenden Wirksamkeit der Schlammfänger, welche wohl nur den kleinsten Theil der in den zugeführten Flüssigkeiten aufgeschwemmten Stoffe aufnehmen, und andererseits in der namentlich während der wärmeren Jahreszeit ungenügenden Durchströmung des Stadtcanals, in Folge deren die von den Schlammfängern nicht zurückgehaltenen Sinkstoffe in der Nähe der ersteren zum Absatz gelangen und hier, am Rande des Canals, bei niedrigem Wasserstande Ablagerungen verursachen, deren Material an in Fäulniss befindlicher oder fäulnissfähiger Substanz relativ reich ist. Vom Wasser nur mangelhaft bedeckt, unterliegen dieselben, namentlich während der sommerlichen Hitze, einer lebhaften Zersetzung, die sich an dem Aufsteigen von Gasblasen und an dem Geruch der ausgedünsteten Gase zu erkennen giebt.

Indess ist ein derartiger, allerdings unzulässiger Zustand des Stadtcanals nur an den Einmündungen der Strassencanäle bemerkbar. Es verdient hier erwähnt zu werden, dass bei weitem der grösste Theil der üblen Ausdünstungen, die das Publicum dem Stadtcanal zuschreibt, thatsächlich auf die in diesen mündenden Canäle und die ungünstige Lage ihrer Mündungen zurückgeführt werden muss. Der Inhalt der Strassencanäle stellt eine faulende Flüssigkeit von höchst penetrantem Geruch dar, die reichlich Gase in die Luft abdunstet; desgleichen ist die Canalluft, welche der Bewegung der Flüssigkeit durch Adhäsion folgt, mit Fäulnissgasen geschwängert. Ergiesst sich nun der flüssige Canalinhalt in den Stadtgraben, was gerade an

den Brücken stattfindet, auf denen ein lebhafter Verkehr unterhalten wird, so entwickelt er noch vor seiner Mischung mit dem Canalwasser reichlich Gase, die mit den Strassencanal-Gasen zusammen aufsteigend, sich in der nächsten Umgebung sehr fühlbar machen und für Ausdünstungen des Stadtcanal-Wassers gehalten werden.

Dass das Wasser des Stadtcanals selbst in relativ nur geringem Grade — trotz der reichlichen Zufuhr von Sielwasser — verunreinigt ist, beweisen die Analysen Nr. 113—118 auf Tabelle IIIe. Das im Strassencanal-Wasser reichlich vorhandene Ammoniak ist entweder vollständig (in 3 Fällen) oder bis auf einen unwesentlichen Rest (in gleichfalls 3 Fällen) oxydirt, in salpetrige Säure verwandelt worden; der Chlorgehalt und der an Schwefelsäure sind verhältnissmässig gering. Demnach reicht die schwache Durchströmung des Stadtcanals aus, um mit dem Wasser soviel absorbirte Luft zuzuführen, dass die auf dem Boden desselben sich entwickelnden Fäulnissproducte zerstört werden und die zufließenden Stadtlaugen bis auf den Grad der Unschädlichkeit zu verdünnen. Auch zeigt das aus der Mitte des Canals geschöpfte Wasser keine Spur eines Fäulnissgeruches. Nur zur Zeit des Frühlingshochwassers, wo die während eines Jahres abgesetzten Schlammmassen bis auf tiefere Schichten hinab aufgewühlt werden, steigt der Gehalt an Ammoniak beträchtlich und nimmt das Wasser vorübergehend einen schwach fauligen Geruch an, wie aus dem Wasser Nr. 119 und 120 (Tab. IIIe) zu ersehen.

Diese Untersuchungsergebnisse dürften den Beweis liefern, dass dem Stadtcanal eine für die Assanation der Stadt nicht unwesentliche Bedeutung zukommt.

Die Schlammproben Nr. 12—15 (Tab. II) wurden dem z. Thl. hölzernen, z. Thl. gemauerten Canal entnommen, der durch die Industriestrasse und die Peterholmsche Strasse verlaufend, einen Theil der Vorburg und insbesondere einige grössere industrielle Etablissements nach dem vor dem Andreasholm befindlichen Dünaarm entwässert. Dieser Schlamm ist an organischen Stoffen ungemein reich und überall im Stadium einer intensiven Fäulniss begriffen. Charakteristisch für ihn ist sein grosser Gehalt an in Zersetzung befindlichen Getreideabfällen, die der Wolfschmidtschen Presshefe- und Spritfabrik entstammen. Aber auch schon oberhalb dieser Fabrik sind die in dem Schlamm enthaltenen Quantitäten von organischen Stoffen sehr beträchtlich, wie Nr. 12 zeigt. Dort, wo der Canal den Katharinendamm schneidet, nimmt der Schlamm eine mehr sandige Beschaffenheit an. Der durchschnittliche Gehalt der 4 Schlammproben an Kohlenstoff beträgt für 1 kg wasserfrei gedachten Schlammes 222,45 g und der an Stickstoff 21,42 g was annähernd einem Gehalt an 344,8 g stickstofffreier und 81,4 g stickstoffhaltiger Substanz, zusammen 436,2 g organischen Stoffen, entspricht.

Der dem Rodenburger Canal an der Dünamündung entnommene Schlamm (Nr. 16, Tab. II) enthält nur wenig organische Stoffe, indess ebenfalls im Zustande der Fäulniss. Um so reicher dagegen ist daran der Schlamm des neuen Riesingcanals, der in 1 kg 76,35 g organischen Stickstoff, entsprechend  $\frac{76,35 \times 3,8}{10} = 29\%$  stickstoffhaltiger Substanz, enthält. Der überaus hohe Gehalt an Kohlenstoff ist hier auf eine Beimengung von kohlenhaltigen Abfällen zurückzuführen.

Die Schlamme aus den hölzernen Canälen in der Ziegelstrasse (Petersburger Vorstadt) und der Charlottenstrasse (hinter der Stritzkyschen Brauerei) sind vorwiegend aus Sand und Grand, mit geringem Gehalt an organischen Stoffen, zusammengesetzt.

Mikroskopische Prüfung. Die mit den Schlammproben ausgeführten Culturversuche ergaben im Allgemeinen dieselben Organismenformen, die bei den Bodenproben beobachtet wurden; ausser den Spaltpilzen treten häufig noch Infusorien auf, namentlich in der den Schlammfängern am Stadtcanal entnommenen Proben. In einer derselben wurden auch Fadenbacterien gefunden.

### b. Einfluss der Canäle auf die Bodenbeschaffenheit.

In der Petersburger Vorstadt wurde die Bodenprobe Nr. 3 (Tab. I a) in circa  $\frac{1}{2}$  m Entfernung von dem in der Ziegelstrasse befindlichen hölzernen Canal entnommen. Dieselbe zeigte sich stark verunreinigt, denn ihr Gehalt an Kohlenstoff und organischem Stickstoff übersteigt weit das für diesen Stadttheil berechnete Mittel (vergl. Tab. A, S. 45). Während letzteres, auf die ganze Tiefe bis zu 4,5 m bezogen, für den Kohlenstoff 11,33 Thl. und den organischen Stickstoff 0,291 Thl. in 1000 Thl. Boden beträgt, erhält man für die Probe Nr. 3 (ebenfalls als Durchschnitt der ganzen Tiefe) 22,77 Thl. Kohlenstoff und 0,663 Thl. Stickstoff, also mehr als die doppelte Quantität. Da hier anderweitige wesentliche Quellen für die Verunreinigung des Bodens nicht anzunehmen sind, so kann dieselbe nur durch die Durchlässigkeit des Canals bedingt sein.

Die Bodenprobe Nr. 18 (Tab. I b) stammt aus unmittelbarer Nähe des sogenannten Speckgrabens in der Moskauer Vorstadt<sup>1)</sup>. Sie erwies sich ebenfalls im hohen Grade unrein; da jedoch dieses Bohrloch in der Nachbarschaft eines Abtrittes und eines Pferdestalles angelegt wurde, so ist nicht zu entscheiden, wie weit die Verunreinigung durch den Inhalt des Grabens bedingt ist. Das der letztere ein sehr wesentliches Contingent an Fäulnisstoffen dem benachbarten Boden liefert, kann keinem Zweifel unterliegen.

Vom Rodenburger Canal<sup>1)</sup>, unfern seiner Mündung in die Düna, stammt die ausserordentlich stark verunreinigte Bodenprobe Nr. 20, deren Gehalt an organischen Stoffen den durchschnittlichen der Moskauer Vorstadt um das 2- bis 3fache übertrifft; indess ist auch hier eine Mitwirkung der beiden nahegelegenen Abtrittgruben, von denen die eine in Holz ausgeführt, nicht ausgeschlossen.

Sehr deutlich und in erschreckender Weise zeigt sich dagegen der nachtheilige Einfluss auf die Bodenbeschaffenheit bei dem alten Riesingcanal in der Stadt, an welchem die Bohrlöcher Nr. 32—36 (Tab. I c) ausgeführt wurden. Das Bohrloch Nr. 33 — in der kleinen Sandstrasse — erwies eine von oben nach unten zunehmende Verunreinigung, bis in der Tiefe von 4,5 m die Menge der organischen Stoffe auf 28,6 % des Bodengewichtes steigt, — ein bis dahin nicht erreichter Gehalt. Der im Vergleich zum Kohlenstoffgehalt des Bodens niedrige Gehalt desselben an Stickstoff scheint übrigens auf eine theilweise Beimischung von Moorerde zu deuten. Die nächststärkste, ebenfalls mit der Tiefe wachsende Verunreinigung wurde am Ausgange des Canals an der Düna constatirt (Bohrloch Nr. 36), wo namentlich in den unteren Schichten die Menge der stickstoffhaltigen Substanzen eine sehr beträchtliche ist. Darauf folgt das Bohrloch an der ehemaligen Pferdepost, welches indess hier eliminirt werden muss, da es in der Nähe der früheren Düngergrube angelegt wurde. Nr. 32 liess — vielleicht wegen seiner grösseren Entfernung vom Canal bis auf den fauligen Geruch der unteren Schicht keine Abnormität des Bodens erkennen, während Nr. 34 wiederum reicher an organischem Stickstoff sich zeigt.

Diese wenigen Beispiele werden genügen, um zur Ueberzeugung zu gelangen, dass die Canäle Riga's — wenn auch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung, so doch häufig an einzelnen Stellen an der Bodenverunreinigung der Stadt wesentlich betheiligt sind.

<sup>1)</sup> Vergl. S. 40 unten.

### III. Das Wasser.

#### a. Vorbemerkungen bez. der Beschaffenheit der zu untersuchenden Wässer und ihrer Prüfung.

Die vorstehenden Untersuchungen erstrecken sich auf das Grund- und Brunnenwasser und einige offene Gewässer der Stadt, sowie auf das Wasser der städtischen Wasserleitung.

Von grösster hygienischer Bedeutung ist die Kenntniss der Beschaffenheit des Grund- und Brunnenwassers, da dieses bei seinem auf dem ganzen Gebiet der Stadt sehr seichten Stande etwaige Verunreinigungen des Boden leicht aufnimmt und so gewissermassen die Beschaffenheit des letzteren wiederspiegelt, weshalb, wie schon früher erwähnt, die Resultate der Grundwasseruntersuchungen die des Bodens vorzüglich zu ergänzen befähigt sind. Ein weiteres Interesse kommt speciell noch den Brunnenwässern in den entfernteren Theilen der Vorstädte zu, wo wegen Mangels einer Wasserleitung die Anwohner auf den Genuss derselben zur Zeit noch angewiesen sind.

Der früher erörterten geognostischen Beschaffenheit des Bodens entsprechend ist das normale Grund- oder Brunnenwasser der Stadt von mässiger Härte; nach mehreren vom Verfasser ausgeführten Analysen enthält es in 1 Liter 0,4—0,5 Gr. festen (bei 110° C. getrockneten) Rückstand, der aus den gewöhnlichen Bestandtheilen Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxydul, Kohlensäure, Schwefelsäure und Chlor zusammengesetzt ist. Ausserdem finden sich stets geringere Mengen gelöster organischer Stoffe vegetabilischen Ursprungs (Humussäure etc.), weshalb ein vollkommen farbloses Wasser nicht anzutreffen ist. Der Gehalt des Wassers an Chlor variirt zwischen 1 und 4 Thl. in 100000 Thl.; Ausnahmen von dieser Regel kommen nur selten vor. Geht der Chlorgehalt über 8 Thl. hinaus, so kann schon auf eine stattgefundene Verunreinigung geschlossen werden. Der Gehalt an Schwefelsäure bewegt sich in denselben Grenzen. Ammoniak und salpetrige Säure kommen im normalen Grundwasser der Stadt nicht vor, Salpetersäure höchstens spurweise. Nach Massgabe dieser Beobachtungen kann das reine Grund- und Brunnenwasser von dem unreinen leicht unterschieden werden.

Bei der chemisch-analytischen Untersuchung des Wassers wurde, wie bei der des Bodens, nur auf die abnormen Bestandtheile desselben Rücksicht genommen und auf solche, deren Vorkommen über ein gewisses Mass hinaus auf eine Verunreinigung schliessen lässt, also einerseits auf Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure und andererseits auf Chlor, Schwefelsäure und organische Substanz. Die Ermittlung der übrigen normalen Bestandtheile und das Gesamt-Verdampfungsrückstandes konnte unterbleiben, da von den Resultaten derselben für den vorliegenden Zweck ein im Verhältniss zum Zeitaufwand nur geringer Nutzen zu erwarten war.

Bezüglich des Untersuchungsverfahrens mag bemerkt sein, dass für die quantitative Bestimmung der genannten Bestandtheile des Wassers ausschliesslich maassanalytische Methoden zur Anwendung kamen, die bei hinlänglicher Genauigkeit ein rasches Arbeiten gestatten. Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure wurden nach den bei den Bodenuntersuchungen (S. 35 und 36) beschriebenen Methoden bestimmt, das Chlor durch Titiren mit Silbernitrat, die Schwefelsäure mittelst Bariumchlorides und Kaliumchromates und die organische Substanz durch Kaliumpermanganat in saurer Lösung<sup>1)</sup>.

Von den in der Nachbarschaft der Stadt befindlichen offenen Gewässern wurden diejenigen in den Kreis der Untersuchung gezogen, bei denen eine Aufnahme

<sup>1)</sup> Die Ausführung dieser Verfahren geschah nach dem Werk von Kubel und Tiemann: Anleitung zur Untersuchung von Wasser, II. Auflage. Braunschweig, 1874.

abnormer Stoffe in Form von Canalinhalten, Fabrikabfällen etc. zu befürchten war. Diese Wässer sind sämtlich als Fluss- und Teichwasser von Natur weich, enthalten aber ziemlich reiche Mengen von organischer Substanz vegetabilischen Ursprungs und sind deshalb mehr oder weniger bräunlich gefärbt; diese Färbung ist jedoch als eine normale Erscheinung zu betrachten.

Das Wasserleitungswasser, das gegenwärtig einem durch die Flusscorrection theilweise von der Düna abgesperrten Arm derselben entnommen wird, hat im normalen Zustande die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Dünawassers. Da die Erneuerung des Wassers in diesem Arm infolge der Correction jetzt nur noch unvollkommen stattfinden kann und namentlich in der heissen Jahreszeit das Wasserleitungswasser — wenigstens äusserlich — häufig eine Beschaffenheit annimmt, die hygienisch bedenklich erscheint, so war es geboten, dasselbe längere Zeit hindurch einer periodischen Beobachtung zu unterziehen, um über seine Verwendbarkeit für Genuss- und häusliche Zwecke zu einem einigermaßen sicheren Urtheil zu gelangen. Als Maassstab für seine Reinheit musste hier das Dünawasser angenommen werden, welches, vielfach aus sumpfigen Gegenden stammend, sich durch einen relativ hohen Gehalt an organischen Stoffen (Humussäure und ähnl.) charakterisirt, denen es die bräunliche Färbung verdankt.

Endlich wurden sämtliche Wasserproben auf in ihnen etwa enthaltene Spaltpilze geprüft. Zu dem Zweck wurde in Gläschen befindliche sterilisirte Nahrung mit etwa  $\frac{1}{2}$  Volum des fraglichen Wassers versetzt, die Mündung verschlossen und die Probe nach etwa 14 Tagen mikroskopisch untersucht. Notirt wurden dabei der Grad der Trübung, die Stärke des Geruches der Nährlösung, die beobachteten Formen der Spaltpilze und der relative Reichthum ihrer Entwicklung; für den letzteren sind, wie bei den Bodenproben, 6 Abstufungen — von 0 bis 5 — angenommen worden.

## b. Das Grund- und Brunnenwasser. (Tabelle III a—d)

### a. Chemische Untersuchung.

Die Anzahl der im Ganzen untersuchten Grund- und Brunnenwasserproben beträgt 112. Von diesen Proben wurden 52 den für die Beobachtung der Grundwasserschwankungen angelegten Bohrlöchern, 57 jetzt noch im Gebrauch befindlichen Zieh- und Schöpfbrunnen und Pumpen entnommen; in 2 Fällen stammen die Proben aus in den Kellerräumen von Häusern sich ansammelndem Grundwasser; die letzte Probe ist Wasser aus einem artesischen Brunnen.

Nach ihrer Abstammung vertheilen sich die untersuchten Wässer auf die einzelnen Stadttheile, wie folgt:

	Petersb. Vorst.	Mosk. Vorst.	Innere Stadt.	Mit. Vorst.	Summe.
Wasser aus Bohrlöchern . . .	18	12	10	12	52
„ „ Brunnen . . . . .	23	16	—	18	57
„ „ Kellern . . . . .	—	1	1	—	2
„ „ art. Brunnen . . . . .	—	—	1	—	1
Summe . . . . .	41	29	12	30	112

Da die für die Grundwasserbeobachtungen bestimmten Bohrlöcher mit wenigen Ausnahmen in den Strassen angelegt sind und trotz ihres Verschlusses von der Oberfläche herstammenden Verunreinigungen ausgesetzt sein konnten, so wurde das in ihnen enthaltene Wasser vor der Probenahme vollkommen ausgeschöpft und die für die Untersuchung erforderliche Quantität erst von dem sich erneuernden aus den tieferen Schichten zufließenden Wasser entnommen. Eine derartige Vorsichtsmaßregel erschien auch schon deshalb geboten, weil das metallische Eisen der Röhren,

mit dem die Bohrlöcher ausgekleidet sind, eine Reduction der Salpetersäure und salpetrigen Säure zu Ammoniak befürchten liess, wodurch das Untersuchungsergebniss in einem für das Wasser, resp. den Boden nachtheiligen Sinne hätte beeinflusst werden können.

Um einer Veränderung des Wassers durch längeres Stehen in den Aufbewahrungsgefässen vorzubeugen, wurden auf einmal nur sovieler Proben genommen, als in wenigen Tagen verarbeitet werden konnten. Die Aufbewahrungsgefässe bestanden aus mit eingeschliffenen Stöpseln versehenen Glasflaschen von ca. 3 Liter Capacität, welche vor dem Füllen mit dem aufzunehmenden Wasser ausgespült wurden.

Mit einigem Recht konnte vorausgesetzt werden, dass die den grösseren offenen Gewässern, dem Stadtcanal und der Düna nebst ihren Armen näher gelegenen Gebiete der Vorstädte eine im Durchschnitt grössere Verunreinigung des Grundwassers aufweisen würden, als die entfernteren, da die Bewegung des Grundwassers im Allgemeinen nach diesen Gewässern hin gerichtet ist. Denkt man sich einen Grundwasserstrom unter einem dicht besiedelten Terrain mit verunreinigtem Boden wegfliessend, so muss eine allmälige Auslaugung des Bodens und dieser entsprechend eine stetig zunehmende Verunreinigung des Wassers stattfinden, d. h. stromabwärts muss die Verunreinigung eine durchschnittlich grössere sein als stromaufwärts.

Von dieser Voraussetzung ausgehend, wurde das Wasser von 12 entfernter gelegenen Brunnen der Petersburger und Moskauer Vorstadt (Nr. 2, 3, 4, 33, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 65, 68 auf Tab. III) bezüglich seiner Zusammensetzung mit ebenso viel Brunnenwassern verglichen, die von den der Stadtweide, dem Stadtcanal und der Düna näher gelegenen Grundstücken derselben Stadttheile stammen (Nr. 7, 8, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 34, 56, 69, 70). Als geeignetster Indicator für das Maass der Verunreinigung wurde bei beiden Serien der durchschnittliche Gehalt an Ammoniak, Chlor, Salpetersäure und organischer Substanz berechnet, wobei sich die folgenden Verhältniszahlen ergaben:

100,000 Theile Wasser	enthielten im Mittel Theile			verlangten Sauerstoff zur Oxydat. der organ. Substanz
	Ammoniak	Chlor	Salpetersäure	
I. aus 12 entfernteren Brunnen	0,924	15,608	11,247	1,765
II. „ 12 näheren „	0,567	26,395	20,282	1,586

Diese Zahlen scheinen die obige Voraussetzung zu bestätigen. Wenn auch das Ammoniak und die organische Substanz in der Serie I überwiegen, so ist doch zu berücksichtigen, dass beide chemisch sehr veränderlich sind und leicht der Oxydation unterliegen, die bei dem Ammoniak mit Salpetersäurebildung abschliesst. Bei der starken Verdünnung, welche die örtlich aus dem Boden aufgenommenen Verunreinigungen im weiteren Laufe des Grundwassers erleiden, findet sich das Ammoniak daher in Form von Salpetersäure wieder, deren Menge deshalb im unteren Stromlaufe eine entsprechende Steigerung aufweist. Fast genau in demselben Verhältniss nimmt auch der Gehalt des Wassers an Chlor zu.

Auch für den Mitauer Stadttheil erhält man, wenn man die von der Düna entfernteren Brunnen Nr. 93, 94, 95, 104 und 105 (Serie I) den Brunnen Nr. 100, 102, 98, 107 und 96 (Serie II) gegenüberstellt, ähnliche, der undichteren Bebauung entsprechend weniger differente Zahlenwerthe:

100,000 Theile Wasser	enthalten im Mittel Theile			verbrauchen Sauerstoff zur Oxydat. der organ. Substanz
	Ammoniak	Chlor	Salpetersäure	
I. aus 5 entfernteren Brunnen	0,130	12,098	14,583	0,356
II. „ 5 näheren „	0,041	16,673	17,986	0,482

Auch die organische Substanz des Wassers schliesst sich hier dem Verhältniss von Salpetersäure und Chlor an.

## 1) Petersburger Vorstadt. (Tabelle IIIa.)

Das weitaus reinste Wasser des in den Kreis der Untersuchung gezogenen Antheils der Petersburger Vorstadt findet sich auf dem Petri-Kirchhof, wo das Wasser des Pumpbrunnens Nr. 19 (Tab. III a) und des abessynischen Brunnens Nr. 20 nahezu gleich zusammengesetzt und entsprechend der Reinheit des Bodens von allen abnormen Bestandtheilen frei ist; nur geringe Mengen von Salpetersäure deuten auf einen im Boden verlaufenden Verbrennungsprocess stickstoffhaltiger organischer Stoffe. Von nahezu gleicher Reinheit ist das Wasser aus dem Brunnen auf dem Hofe des Aufsehers der lutherischen Kirchhöfe (Nr. 21), während das vom orthodoxen Pokrow-Kirchhofe stammende Brunnenwasser (Nr. 22), schon geringe Quantitäten nicht oder nur unvollkommen oxydirten Stickstoffes enthält, die jedoch in Rücksicht auf die Provenienz des Wassers nicht von Belang sind. Von ziemlich normaler Beschaffenheit ist ferner das Wasser Nr. 38 (Brunnen auf dem Hofe der Harrasschule bei Alexandershöhe) und Nr. 20 (auf der Esplanade). Alle übrigen weisen mehr oder weniger starke Zeichen von Infection auf.

Nachfolgend sind die 41 Wässer der Petersburger Vorstadt nach ihrem Verunreinigungsgrade in 4 Gruppen getheilt worden, wobei folgender Massstab für die Classification angenommen wurde:

		100,000 Thl. Wasser enthalten Theile	
		Ammoniak	Chlor
I. Gruppe:	reines Wasser . . . . .	0 oder Spur	bis 8,0
II.	„ schwach verunreinigtes Wasser .	bis 0,5	8—15
III.	„ mässig „ „	0,5—2,0	15—25
IV.	„ stark „ „	über 2,0	über 25

Gehört ein Wasser seinem Ammoniak- und seinem Chlorgehalt nach 2 verschiedenen Gruppen an, so ist bei einer Differenz von 2 Gruppen das Mittel gewählt worden; beträgt die Differenz nur 1 Gruppe, so wurde es der höheren zugezählt. Enthielt ein Wasser A z. B. 0,4 Thl. Ammoniak und 30 Thl. Chlor, ein Wasser B 0,4 Thl. Ammoniak und 20 Thl. Chlor, so wurden beide als zur II. Gruppe gehörig betrachtet. In zweifelhaften Fällen gab der Gehalt an Salpetersäure und an organischer Substanz den Ausschlag. Diese Eintheilung ist eine vollkommen willkürliche und soll nur dazu dienen, die ihrer Beschaffenheit nach gleichartigen und zusammengehörigen Wässer in übersichtlicher Form vorzuführen. Die Ausdrücke „schwach“ und „mässig verunreinigt“ sind daher nur als relativ, mit Bezug auf die sehr hohen Verunreinigungsziffern der letzten Gruppe, aufzufassen.

Demnach gehören zur

I. Gruppe	4	Wässer	(Nr. 12, 19, 20 und 21);
II.	14	„	(Nr. 3, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 22, 23, 25, 38, 39);
III.	16	„	(Nr. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 16, 24, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 37);
IV.	7	„	(Nr. 26, 30, 34, 35, 36, 40, 41).“

Das weitaus schmutzigste Wasser ist das des Pumpbrunnens auf dem Fuhrmannsstandplatz an der Ecke der Suworow- und Newastrasse; dasselbe stellt mit seinem enorm hohen Gehalt an Ammoniak, organischer Substanz, Chloriden und Sulfaten in der That eine mässig verdünnte Düngerjauche dar, an welche auch der Geruch erinnert. Auf dieses folgen die beiden Wässer Nr. 40 und 41 aus Möllershof, welche aus Brunnen stammen, denen das Wasser für den häuslichen Consum entnommen wird. Das Gleiche gilt auch für das Wasser Nr. 34 in der Dorpater Strasse.

## 2) Moskauer Vorstadt. (Tabelle IIIb.)

Von den 29 untersuchten Wässern der Moskauer Vorstadt gehören, der obigen Classification entsprechend, zur

- |           |   |        |   |
|-----------|---|--------|---|
| I. Gruppe | 6 | Wässer | (Nr. 60, 61, 62, 63, 64, 66);               |
| II.       | " | 7      | " (Nr. 42, 45, 52, 56, 59, 65, 67);         |
| III.      | " | 9      | " (Nr. 46, 47, 48, 49, 51, 53, 57, 58, 70); |
| IV.       | " | 7      | " (Nr. 43, 44, 50, 54, 55, 68, 69).         |

Reines Wasser wurde mit Ausnahme des Brunnens Nr. 66 in der Kojenholmschen Strasse ebenfalls nur auf den Kirchhöfen (Nr. 60–64) gefunden; unter diesen Wässern zeichnet sich wiederum das aus dem Brunnen Nr. 64 vom ebräischen Kirchof stammende durch minimalen Gehalt an Chlor, Schwefelsäure, Salpetersäure und organ. Substanz aus, es kann als das reinste Brunnenwasser nicht bloß der Moskauer Vorstadt, sondern der ganzen Stadt bezeichnet werden. Der grössere Gehalt der beiden Kirchhofswasser Nr. 60 und 63 an organischer Substanz wird auf gelöste vegetabilische Zersetzungsproducte (Humussäure etc.) zurückgeführt werden müssen, da der geringe Gehalt an Chloriden, Nitraten und Nitriten, sowie der Mangel an Ammoniak die Annahme einer durch animalische Stoffe verursachten Infection ausschliesst.

Bemerkenswerth ist, dass unter den 7 stark verunreinigten Wässern der IV. Gruppe 2 aus im Gebrauch befindlichen Brunnen stammen (Nr. 43 und 69); bei dem Grundwasser des Popowschen Theermagazins (Nr. 54) dürfte der hohe Gehalt an organischer Substanz und an Chloriden und Sulfaten auf eine theilweise Beimischung von Theerwasser oder andere Verunreinigungsquellen schliessen lassen.

## 3) Innere Stadt. (Tab. IIIc.)

Reines Grundwasser ist — entsprechend dem Zustande des Bodens — auf dem Gebiete der inneren Stadt nicht anzutreffen; das Wasser des unter Nr. 82 aufgeführten artesischen Brunnens kann, als aus der Tiefe stammend, hier nicht in Betracht kommen. Von den übrigen untersuchten Wässern gehören zur

- |            |   |        |                                     |
|------------|---|--------|-------------------------------------|
| II. Gruppe | 1 | Wasser | (Nr. 72);                           |
| III.       | " | 3      | Wässer (Nr. 71, 79, 80);            |
| IV.        | " | 7      | " (Nr. 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81). |

Das sehr ammoniakreiche Grundwasser des Hauses Nr. 17 der gr. Pferdstrasse ist vor Einführung der Wasserleitung für hauswirthschaftliche Zwecke verwandt worden. Der ausserordentlich hohe Gehalt des Wassers Nr. 75 an Chloriden und sein beträchtlicher Ammoniakgehalt hängen sehr wahrscheinlich mit der Benutzung des Platzes vor der Börse als Fuhrmannsstandplatz zusammen. Ueberhaupt wird dem starken Verkehr von Fuhrwerken eine sehr wesentliche Rolle als Verunreinigungs-factor des Bodens und Grundwassers der inneren Stadt zukommen.

## 4) Mitauer Vorstadt. (Tab. III d.)

Von den 30 untersuchten Wässern des Mitauer Stadttheils gehören zur

- |           |   |        |  |
|-----------|---|--------|--|
| I. Gruppe | 5 | Wässer | (Nr. 85, 104, 108, 109, 110);                            |
| II.       | " | 11     | " (Nr. 83, 91, 92, 93, 95, 96, 98, 102, 105, 106, 107);  |
| III.      | " | 11     | " (Nr. 87, 88, 90, 94, 97, 99, 100, 101, 103, 111, 112); |
| IV.       | " | 3      | " (Nr. 84, 86, 89).                                      |

Die Wässer der IV. Gruppe gehören sämmtlich Gr. Klüversholm an, ausserdem noch 2 Brunnen der III. Gruppe, so dass dieser Theil der Mitauer Vorstadt die

weitaus grösste Verunreinigung des Grundwassers aufweist, welche nur einem entsprechend unreinen Boden entstammen kann. Der hohe Chlorgehalt des Wassers Nr. 89, welcher etwa  $5\frac{1}{2}$  % Kochsalz entspricht, kann wohl nur auf eine nach dem Ausschöpfen in der Zeit der Wiederansammlung des Wassers zufällig oder absichtlich stattgefundene Verunreinigung zurückgeführt werden, während Nr. 84 einen deutlichen Geruch nach Pferdeharn und -Excrementen zeigte, der offenbar durch die Benutzung des Marktplatzes als Fuhrmannsstandplatz bedingt ist.

Auf Hagensberg entfallen 2 Wässer der I. Gruppe (108 und 109), 8 der II. Gruppe (91, 92, 93, 95, 96, 98, 102, 107) und 6 der III. Gruppe (90, 94, 97, 99, 100, 101); auf Sassenhof 1 Wasser der I. Gruppe (104), 2 der II. Gruppe (105 u. 106) und 1 der III. Gruppe (103). Sehr rein ist wiederum das Wasser des Martinskirkhofes auf Hagensberg (110).

#### Vergleich des Verunreinigungsgrades des Grundwassers der 4 Stadttheile unter einander und mit dem anderer Städte.

Die ungemein variable Zusammensetzung des Grundwassers in einem und demselben Stadttheil und die grosse Verschiedenartigkeit des Wassers selbst sehr benachbarter Brunnen (vergl. die Wässer Nr. 25 und 26, 6 und 7, 34 und 36 Tab. III) sprechen mit voller Bestimmtheit dafür, dass die Verunreinigung des Wassers eine vollständig örtliche und durch die Beschaffenheit des jeweiligen Bodens bedingt ist, welcher den Ueberschuss der aufgenommenen Verunreinigungen, den er nicht zu binden vermag, in das Grundwasser entweichen lässt; der seichte Stand des letzteren befördert diesen Uebergang sehr wesentlich. Dieses im Uebrigen wohl schon vorauszu sehende Ergebniss hat zur Folge, dass eine zum Zweck des Vergleiches der Grundwasserverunreinigung für die einzelnen Stadttheile durchgeführte Berechnung des durchschnittlichen Gehaltes an den analytisch bestimmten Einzelbestandtheilen nur unter der Voraussetzung ein verlässliches Bild der Grundwasser-Beschaffenheit entwerfen kann, dass die Anzahl der untersuchten Wasserproben, aus denen der Durchschnitt berechnet werden soll, im Verhältniss zur Oberflächen-Ausdehnung der einzelnen Stadttheile nicht zu gering ist. Diese Voraussetzung trifft in vorliegendem Falle in nur beschränktem Masse zu, da die in einer Anzahl von 110<sup>1)</sup> ausgeführten Untersuchungen von Grund- und Brunnenwassern sich auf ein Areal von mehreren Quadratkilometern Oberfläche vertheilen und auf die einzelnen Stadttheile deshalb eine relativ kleine Zahl von Untersuchungen entfällt.

Da indess ein Vergleich des Grades der Grundwasser-Verunreinigung der 4 Stadttheile erwünscht ist, so ist eine solche Berechnung ausgeführt und das Resultat derselben in der Tabelle auf S. 63 mitgetheilt worden. Bei einiger Vorsicht in der Anwendung der analytischen Ergebnisse kann man annehmen, dass die berechneten Mittel der Einzelbestandtheile des Wassers, welche den Grad der Verunreinigung ausdrücken, sich nicht zu weit von dem wirklichen durchschnittlichen Betrage derselben entfernen werden. Zu dem Zweck musste von der Benutzung von Wassern sehr abnormer Beschaffenheit für die Berechnung der Durchschnittswerthe abgesehen werden, da sie die letzteren in ungebührlichem Maasse beeinflusst hätte. So enthält z. B. das Wasser Nr. 35 allein mehr Ammoniak, als die übrigen 40 Brunnen der Petersburger Vorstadt zusammengenommen! Andererseits mussten die von den zahlreichen Kirhhöfen der Moskauer Vorstadt stammenden reinen Wasser ebenfalls von der Berechnung ausgeschlossen werden.

<sup>1)</sup> Das Wasser der beiden artesischen Brunnen Nr. 82 und 85 kann für diese Berechnung nicht in Betracht kommen.

Eliminirt wurden bei der Berechnung der Durchschnittswerthe der nachstehenden Tabelle:

in der Petersburger Vorstadt: das Wasser Nr. 35,  
 „ „ Moskauer Vorstadt: „ „ Nr. 60–64,  
 „ „ inneren Stadt: „ „ Nr. 82, für salpetr. Säure auch Nr. 74,  
 „ „ Mitauer Vorstadt: „ „ Nr. 84, 110, 111, für d. Chlor auch Nr. 89.

Für die Petersburger Vorstadt sind 2 Berechnungen ausgeführt worden: die erste derselben umfasst das ganze untersuchte Gebiet dieses Stadttheils, die zweite die engere Vorstadt mit der Grenze: Stadtweide, Todtenstr., Alexanderpforte, Moskauer Vorstadt, also den dichter bebauten Theil, von welchem eine stärkere Verunreinigung des Wassers zu erwarten war und der einen besseren Vergleich mit den anderen Vorstädten und der inneren Stadt zuließ. Für diese letztere Berechnung sind die Analysen Nr. 12 bis einschl. Nr. 24, ferner 31 (35), 38 und 39 ausgeschlossen; die Mittel resultirten demnach aus 23 Analysen. Auf eine speciell für Gr. Klüversholm, als den bebautesten und unreinsten Theil der Mitauer Vorstadt, auszuführende Berechnung musste leider verzichtet werden, da von den dort untersuchten Wassern 3 für die Berechnung ungeeignet sind (Nr. 84, 85, 89) und ein aus 3 Analysen abgeleitetes Mittel von fraglichem Werthe sein dürfte. Bequemeren Vergleiches mit den an anderen Orten gewonnenen Resultaten wegen sind die Durchschnittswerthe in Milligrammen pro Liter angegeben und der zur Oxydation der im Wasser gelösten organ. Substanz verbrauchte Sauerstoff auf organische Substanz selbst berechnet worden<sup>1)</sup>.

Tabelle der mittleren Zusammensetzung des Grundwassers der 4 Stadttheile.

Mittel aus Analysen		Ammoniak	1 Liter Wasser enthält Milligramme				organische Substanz
			salpetr. Säure	Salpeter- Säure	Chlor	Schwefel- Säure	
40	Petersb. Vorst. I (weitere)	6,08	2,56	115,42	179,84	98,69	175,6
23	„ „ II (engere)	10,28	3,43	165,10	216,11	136,03	237,6
24	Mosk. Vorstadt . . . . .	5,97	6,10	81,43	211,33	134,25	357,8
10	Innere Stadt . . . . .	44,51	4,50	35,65	351,25	226,14	578,0
27	Mitauer Vorstadt . . . . .	7,84	3,61	133,55	141,77	94,97	279,4
84	Mittel (mit Ausschl. d. P.V.I)	12,35	4,49	115,64	206,94	133,05	324,71

Um die vorstehenden Resultate zu deuten, wird es erforderlich sein, die Frage zu erörtern, welche von den 6 analytisch bestimmten Stoffen am zuverlässigsten als Maassstab für die Verunreinigung des Wassers durch Stadtlaugen betrachtet werden können. Fodor folgert aus einer grossen Zahl von Analysen von Budapester Brunnenwassern, dass in erster Reihe das Ammoniak und in zweiter die organ. Substanzen als entscheidender chemischer Ausdruck der Verunreinigung gelten müssten<sup>2)</sup>, während Flügge dieses wiederum von dem Chlor annimmt<sup>3)</sup>. Beide Anschauungen haben ohne Zweifel ihre Berechtigung und sind auch nicht als Gegensätze aufzufassen, da das Chlor im Ganzen, wie auch aus der vorstehenden Tabelle hervorgeht, den beiden von Fodor vorgeschlagenen Indicatoren quantitativ folgt. Fodor begründet seine Annahme durch die Beobachtung, dass der Gehalt an Ammoniak dem an

1) Bekanntlich sind die auf diesem Wege für die Quantität der organischen Substanzen gewonnenen Werthe wenig zuverlässig, wesshalb in der Tabelle III überall nur der zur Oxydation erforderliche Sauerstoff angegeben worden ist. Den Betrag der org. Stoffe erhält man (nach Wood) annähernd (?) durch Multiplication der zur Oxydation verbrauchten Sauerstoffmenge mit 20.

2) a. a. O. Bd. II, S. 290.

3) Zeitschr. für Biologie 1877, Heft 4, S. 453.

org. Substanz im Wasser durchschnittlich parallel läuft. Diese Beobachtung wird indess durch die vorliegenden Resultate der Wasseruntersuchungen nicht vollauf bestätigt. Die Moskauer Vorstadt zeigt für das Ammoniak die niedrigste Ziffer, während sie in Bezug auf org. Substanz nur der Stadt nachsteht. Ueberhaupt ist der Ammoniakgehalt, selbst auch im Durchschnitt aus mehreren Analysen, ein ungemein verschiedener, während der Gehalt des Wassers an Chlor weit weniger grossen Schwankungen ausgesetzt ist. Man wird daher für die Rigaer Verhältnisse, ohne den Ammoniakgehalt und den an org. Substanz ausser Acht zu lassen, wohl am ehesten das Chlor als den relativ zuverlässigsten Ausdruck für die Grundwasser-Verunreinigung betrachten dürfen, und zwar um so eher, als ihm der Schwefelsäuregehalt des Wassers auffallend parallel geht; es scheint somit auch dieser letztere als Indicator für die Verunreinigung des Wassers einer grösseren Beachtung werth zu sein, als sie ihm bisher zu Theil geworden ist, und namentlich in Verbindung mit dem Chlor. Es ist dies leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die thierischen Ausscheidungen, die Abfälle der Haushaltungen etc. Schwefel in organischen Verbindungen enthalten, der im Boden unter Oxydation in Schwefelsäure übergeht.

Nimmt man den Chlor- und den Schwefelsäuregehalt des Wassers als Maassstab für seine Verunreinigung an, dann folgen sich die 4 Stadttheile in nachstehender Ordnung bei abnehmender Unreinheit: Innere Stadt, Petersburger Vorstadt, Moskauer und Mitauer Vorstadt. Diese Reihenfolge stimmt mit der für die Bodenverunreinigung ermittelten recht gut überein: dem sehr unreinen Boden der inneren Stadt entspricht auch das unreinste Wasser, dem relativ reinsten Boden der Mitauer Vorstadt (mit Ausnahme von Gr. Klüversholm!) auch das am wenigsten verunreinigte Wasser. Der Gehalt an Salpetersäure im Grundwasser der inneren Stadt ist der geringste, der an Ammoniak weitaus der höchste, ebenso der an organ. Substanz, — ein Zeichen sehr überwiegender Fäulnisprocesses im Boden! Die Moskauer und Petersburger Vorstadt stehen zwischen beiden, und zwar ist der durchschnittliche Grad der Verunreinigung ein nahezu gleicher (Chlor und Schwefelsäure stimmen fast überein), bei der Moskauer Vorstadt überwiegt die org. Substanz, bei der Petersburger das Ammoniak.

Hohes Interesse bietet ein Vergleich des Verunreinigungsgrades des Rigaschen Grundwassers mit dem anderer Städte.

Das Brunnenwasser von Budapest bezeichnet v. Fodor nach seinen Untersuchungen als zu den schmutzigsten der bekannten gehörig, da die Literatur kaum ein Beispiel liefert, wo das Wasser einer ganzen Stadt im Durchschnitt eine so colossale Verunreinigung aufgewiesen hätte<sup>1)</sup>. Nach diesem Autor enthält das Budapester Wasser in 1 Liter Milligramme

	Zahl der Brunnen	Ammoniak	salpetrige Säure	Salpeter- säure	Chlor	organische Substanz
Innere Stadt . . . . .	39	3,81	0,96	294	154	56,0
Leopoldstadt . . . . .	49	1,23	0,15	179	41	24,3
Theresienstadt . . . . .	150	1,48	0,18	430	332	69,5
Josefstadt . . . . .	136	2,48	0,25	518	331	86,5
Franzstadt . . . . .	80	4,60	0,19	632	394	72,5
Mittel <sup>2)</sup> aus . . . . .	454	2,49	0,27	409	296	69,52

<sup>1)</sup> v. Fodor, a. a. O. Bd. II, S. 286.

<sup>2)</sup> Die von Fodor in der Originaltabelle aufgeführten Zahlen: 2,72 mg. Ammoniak, 0,35 salpetrige Säure, 410 Salpetersäure, 250 Chlor und 61,8 org. Subst. bilden das Mittel aus den 5 Durchschnittswerten für die einzelnen Stadttheile. Die oben angegebenen Mittel sind dagegen vom Verf. unter Berücksichtigung der Brunnenzahl berechnet worden und können deshalb direct mit den für Riga berechneten Werthen verglichen werden.

In Dorpat fand Prof. Dr. C. Schmidt<sup>1)</sup> im Wasser aus 125 Brunnen im Durchschnitt: Ammoniak 1,5<sub>0</sub> mg., Salpetersäure 174,4<sub>2</sub> mg., Chlor 103,3<sub>2</sub> mg., Schwefelsäure 30,1<sub>6</sub> mg. In Lübeck enthielten von 33 Brunnen: Ammoniak nur in Spuren 2 Brunnen, salpetrige Säure nur in Spuren 4 Brunnen, Salpetersäure im Mittel aus sämtlichen Brunnen 74,1, Chlor 122,2, org. Substanz 58,3 mg.; in Stuttgart (Zahl der Brunnen<sup>2)</sup>): Salpetersäure 163,2, Chlor 127,1, organ. Subst. 64,5 mg.; in Hamburg: Salpetersäure 168,0, Chlor 170,5, org. Substanz 103,5 mg.

Wie aus diesen Daten ersichtlich, übertrifft das Brunnen- und Grundwasser Rigas im Gehalt an Ammoniak und organischer Substanz alle die aufgeführten Wasser, selbst auch die von Budapest, während sein Gehalt an Chlor nur hinter dem dieser Stadt zurücksteht; dagegen ist der Gehalt an Salpetersäure relativ niedrig, und da der Boden Rigas sehr viele organische Stickstoffverbindungen enthält, so lässt sich hieraus und aus den grossen Mengen von Ammoniak im Wasser schliessen, dass die Oxydationsfähigkeit des Bodens eine relativ geringe ist und die organischen Stoffe im Zustande der Fäulniss sich befinden. Riga steht somit hinsichtlich seiner Grundwasserbeschaffenheit mit Budapest mindestens auf gleicher Stufe, d. h. gehört mit diesem zu den Städten, welche, soweit die Kenntnisse jetzt reichen, den unreinsten Boden und desshalb auch das unreinste Wasser besitzen.

Anmerkung. Für den Vergleich der Maximalwerthe der in den Rigaer Wassern ermittelten Stoffe mit denen aus anderen Städten mögen noch folgende Angaben dienen. 1 Liter Wasser enthielt im Maximum mg Ammoniak: Budapest 130, Dorpat 26, Riga 310 (Nr. 35); Salpetersäure: Budapest 1350, Magdeburg 1587, Berlin 448, Braunschweig 640, Dorpat 591, Riga 698 (Nr. 40); Chlor: Budapest 777, Magdeburg 886, Stuttgart 361, Dorpat 382, Riga 667; Schwefelsäure: Dorpat 113, Riga 565 (Nr. 73); organische Substanz: Budapest 880, Königslutter 450, Posen 330, Riga 1756 (Nr. 35; von Nr. 84 ist wegen zu abnormer Beschaffenheit des Wassers abgesehen worden).

### β) Mikroskopische Prüfung.

Wie zu erwarten war, konnten in den mit Hilfe der Wasserproben erzeugten Pilzculturen im Allgemeinen dieselben Formen von Spaltpilzen aufgefunden werden, die im Boden nachgewiesen wurden; in der Regel lieferten die chemisch unreinsten Wässer auch die kräftigsten Culturen und zahlreichere Formen. Im reinen Wasser der Kirhhöfe wurden nur schwache, aus Bacterium termo, Mikrococcen, selten aus Kurz- und Langstäbchen bestehende Culturen erhalten; Fäden wurden darin nicht gefunden. In einigen Brunnen und dem Wasser einzelner Bohrlöcher zeigten sich Infusorien (Flagellaten und Rotatorien; bei directer Prüfung des Wassers würde man sie wahrscheinlich häufiger beobachtet haben; doch bot diese Untersuchung kein Interesse.

Desmobacterien (Fäden) wurden gefunden

in der Petersburger Vorstadt	in 34 Fällen	7mal	=	20,6	Proc.
„ „ Moskauer Vorstadt <sup>2)</sup>	„ 16	„ 1	„	6,3	„
„ „ inneren Stadt	„ 10	„ 1	„	10,0	„
„ „ Mitauer Vorstadt	„ 30	„ 3	„	10,0	„

In Budapest hatten dieselben Versuche in 50% der Culturen Fäden geliefert<sup>3)</sup>.

Das Wasser des artesischen Brunnens (Nr. 82) erwies sich, wie vorausgesehen werden konnte, als vollkommen pilzfrei.

<sup>1)</sup> Vergl. dessen „Wasserversorgung Dorpats“, II, 1876.

<sup>2)</sup> Mit Ausschluss der Kirhhöfe.

<sup>3)</sup> v. Fodor, a. a. O. II. S. 301.

### c. Die offenen Gewässer der Stadt (Tabelle IV).

Der relativ guten Beschaffenheit des Stadtcanalwassers ist bereits in dem Abschnitt II, die Canäle und deren Schlammfänger, auf S. 53 und 54 Erwähnung geschehen. Nimmt man die Zusammensetzung des Dünawassers oberhalb der Mündung des Rodenburger Canals (Nr. 131 auf Tab. IV, fast genau übereinstimmend mit Nr. 133) als die normale an, so übertrifft das Wasser des Stadtcanals das der Düna im Chlorgehalt allerdings 5—8mal; doch bleibt die Menge des Chlors, namentlich in Rücksicht auf die reichlich zufließenden Stadtlaugen, immerhin eine noch sehr unbedeutende, d. h. die Laugen erfahren eine sehr beträchtliche Verdünnung. Der Gehalt an gelöster organischer Substanz erscheint sogar geringer; doch ist dies nur dem Einfluss der verschiedenen Zeiten zuzuschreiben, in denen die Untersuchung der beiden Gewässer stattfand.

Das Wasser aus dem Dünarm bei Wiebertsholm (Nr. 129), welcher gegenwärtig die städtische Wasserleitung versorgt, erwies sich zur Zeit der Untersuchung als vollkommen rein, d. h. von derselben Beschaffenheit wie das Dünawasser; seine Zusammensetzung stimmt bis auf sehr geringe Differenzen mit dem zur selben Zeit untersuchten Leitungswasser<sup>3)</sup> (entnommen der Wasserleitung im Polytechnikum am 14. December 1882), sowie mit dem aus dem cementirten Reservoir des Wasserwerkes geschöpften Wasser Nr. 130 überein.

Um den Einfluss zu ermitteln, den das auf dem rechten Ufer der Düna in diese geleitete Canalwasser auf die Beschaffenheit des Dünawassers ausübt, wurden an den Mündungen der Canäle, und zwar in je einer Entfernung von 6—7' ober- und unterhalb derselben, Proben für die Untersuchungen geschöpft. Entnommen wurden dieselben 3—4' vom Ufer der Düna in einer Tiefe von ca. 3' unter dem Wasserspiegel.

Aus Nr. 131 und 132 (Tab. IV) lässt sich der Einfluss des Wassers aus dem Rodenburger Canal an der Steigerung ersehen, welche das Chlor, die Schwefelsäure und die organische Substanz erfahren haben; Ammoniak und Salpetersäure treten ebenfalls auf. Doch wird im weiteren Verlauf der Canalinhalt bald bis zur Unkenntlichkeit verdünnt: an der Wensel bei den Ambaren ist der Gehalt an Chlor, Schwefelsäure und organischer Substanz wieder vollkommen normal, die Salpetersäure verschwindet bis auf eine Spur, während die geringe Menge von Ammoniak vielleicht aus anderer Quelle stammt. Derselbe Vorgang wiederholt sich an der Mündung des Riesingcanals (Nr. 134 und 135); doch ist der Einfluss seines Inhaltes auf das Dünawasser selbst in 7' Entfernung schon relativ unbedeutend; oberhalb des zwischen der Sünder- und der Schaalstrasse ausmündenden Canales verschwindet derselbe wiederum vollständig (Nr. 136 und 137). Die Einführung des Canalwassers hat demnach keine nachtheilige chemische Veränderung des Dünawassers zur Folge, die relativ geringen Mengen desselben werden durch die Strömung der Düna sehr bald so weit verdünnt, dass seine Spuren sich nicht mehr nachweisen lassen.

Fast das Gleiche ist auch noch der Fall in dem Bassin zwischen dem Andreas- und dem Katharinendamm, welches das Wasser aus dem Stadtcanal aufnimmt (Nr. 121). Das Wasser dieses Bassins differirt in seiner Zusammensetzung nur unwesentlich von dem der Düna. Wahrscheinlich findet eine Spülung desselben durch Dünawasser statt, welche das Bassin hinlänglich rein erhält.

Dagegen scheint die Durchspülung des Dünarmes bei dem Andreasholm eine im Verhältniss zu der durch den Canal in der Peterholmschen Strasse zugeführten, sehr unreinen Flüssigkeit eine ungenügende zu sein. Das Wasser dieses Armes zeigt nicht bloss in der Nähe der Mündung einen sehr beträchtlich

<sup>3)</sup> Vergl. Analyse Nr. 152 auf Tab. V.

gesteigerten Gehalt an organischer Substanz (Nr. 138 und 139) und Ammoniak, sondern es erscheint auch noch auf weitere Entfernungen hin durch den Canalinhalt nachtheilig verändert (durch schwebende Substanzen getrübt). Im Uebrigen wäre hier eine fortlaufende Untersuchung des Wassers innerhalb eines längeren Zeitabschnittes angezeigt, da 2 Analysen der an der Canalmündung geschöpften Flüssigkeit allein ein sicheres Urtheil über den Einfluss des Canalinhaltes auf die Beschaffenheit des Wassers dieses Armes zu gewinnen nicht gestatten.

In der „rothen Düna“ nimmt die Verunreinigung des Wassers mit der Annäherung an die Düna zu, wie aus dem ziemlich beträchtlichen Gehalt an Chlor hervorgeht (Nr. 124, 125 und 126). Dagegen zeigt das Wasser des Hermelingshofischen Grabens (Nr. 127) nur geringe Quantitäten abnormer Bestandtheile — bis auf den Gehalt an organischer Substanz, die allerdings recht reichlich vertreten ist. Von vollkommen normaler Beschaffenheit ist das Wasser aus dem Dünaarm am Katharinendamm bei Möllershof (Nr. 128). Der etwas moderige Geruch dieser beiden Wasser dürfte mit ihrem Gehalt an organischen Stoffen (vegetabilischer Abstammung) zusammenhängen.

Auf dem linken Dünaufer zeigt das Wasser des Muckenholmschen Grabens (Nr. 140 und 141) und das aus den Dünaarmen bei der Tusowschen Badeanstalt (Nr. 142) und bei Ilgezeem (Nr. 146) keinerlei Abnormität.

Von den beiden Teichen im kaiserlichen Garten (Nr. 122 und 123) ist das Wasser des grösseren reicher an organischer Substanz, und auch sein Ammoniakgehalt ist so beträchtlich, dass eine Verunreinigung desselben angenommen werden muss. Auf die in diesem Teiche reichlich vorhandenen vegetabilischen Reste kann diese Verunreinigung nicht zurückgeführt werden, da in dieser Beziehung kein Unterschied zwischen den beiden Teichen besteht und das Wasser des kleineren in seiner Zusammensetzung dem der Düna ziemlich gleich kommt, also als rein betrachtet werden kann.

Unerheblich, wenn auch deutlich nachweisbar, ist die Verunreinigung des Wassers aus dem Marien-Mühlenteich (Nr. 143), während das aus dem Abflussgraben desselben neben Schleichers Handschuhfabrik geschöpfte tiefbraune Wasser (Nr. 144) auffallend reich an organischer Substanz ist. Vollkommen rein ist das Wasser im Teich bei der „Westphälischen Drahtindustrie“ auf Sassenhof (Nr. 145).

Die mikroskopische Prüfung der mit diesen Wassern inficirten Nährlösung ergab im Allgemeinen die im Grundwasser und im Boden aufgefundenen Formen von Spaltpilzen. Sehr reiche Culturen lieferte das Wasser des Stadtgrabens und das Dünawasser an den Mündungen der Canäle (Nr. 132—139). Desmobacterien wurden gefunden in Nr. 118, 122, 125, 127, 128, 130 (Leitungswasser), 138.

#### d. Das Wasser der Wasserleitung. (Tabelle V).

Das Wasser der Rigaschen Wasserleitung wird gegenwärtig noch dem am Wiebertsholm befindlichen Arm der Düna entnommen, der früher vom Dünawasser durchströmt wurde, seit 1881 aber durch die Flusscorrection oberhalb von der Düna abgeschnitten und dadurch in ein Reservoir verwandelt ist, welches allerdings noch durch einen Durchlass mit dem Strom Zusammenhang hat, aber in Folge mangelhafter Durchspülung als ein nahezu stagnirendes Wasserbecken zu betrachten ist.

Die Hauptaufgabe der Untersuchung des Leitungswassers bestand darin, die Veränderungen zu constatiren, welche dasselbe unter dem Einfluss der wechselnden Jahreszeiten erleidet und die namentlich seit der erwähnten Absperrung des Dünaarmes von dem Hauptstrom eingetreten sind. Desgleichen waren hier Untersuchungen auf Spaltpilze, sowie auf die Art der im Wasser suspendirten festen Stoffe von besonderem Interesse. Um diese zeitlichen Veränderungen zu verfolgen, wurden die

Untersuchungen auf die Periode vom 28. Juni 1882 bis zum 13. Februar 1884 ausgedehnt, wobei in jedem Monat eine Prüfung des Wassers stattfand. Die Ergebnisse derselben sind auf Tabelle V verzeichnet und, soweit möglich, mit den Resultaten früherer Untersuchungen des Wassers verglichen worden. Leider liegen nur wenige derartige Untersuchungen vor, und fortlaufende Beobachtungen des Wassers aus früherer Zeit fehlen ganz, weshalb ein Vergleich nur in beschränktem Sinne durchführbar ist.

Zunächst muss hervorgehoben werden, dass, wie aus Tabelle V ersichtlich, während der ganzen Beobachtungsperiode weder Ammoniak noch salpetrige Säure im Wasser gefunden wurde, faulige Zersetzungen organischer Stoffe mithin in demselben nicht vorkommen. Das Auftreten der Salpetersäure in der ersten Hälfte der Periode und ihr vollkommenes Verschwinden in der zweiten, sowie die Anhäufung des Chlors vom Juni bis zum October 1882 stehen sehr wahrscheinlich mit dem abnorm niedrigen Grundwasserstande der 2. Hälfte desselben Jahres im Zusammenhang. Dass man es hier nicht mit einer zeitweiligen Veränderung des Wassers aus dem Arm allein zu thun hat, geht daraus hervor, dass auch das Dünawasser in derselben Zeit salpetersäurehaltig sich erwies, wie die Analyse Nr. 129 auf Tabelle IV zeigt. Der Chlorgehalt des Dünawassers ist während dieser Zeit freilich nicht ermittelt worden, daher mit dem des Wassers der Wasserleitung nicht vergleichbar; mit dem November 1882 ist derselbe wieder normal und correspondirt im Ganzen mit dem des Dünawassers.

Eigenthümliche Verhältnisse bietet der Gehalt des Wassers an gelösten organischen Stoffen, der mit dem April 1883 eine plötzliche Steigerung aufweist, welche bis zum Schluss der Beobachtungsperiode andauert. Vom Juni 1882 bis zum März 1883 sind im Durchschnitt zur Oxydation der organischen Stoffe erforderlich (für 100,000 Thl. Wasser) 0,510 Thl. Sauerstoff, vom April 1883 bis zum Februar 1884 1,575 Thl., also mehr als die 3fache Menge der ersten Periode. Man könnte sich dadurch veranlasst sehen, eine Verschlechterung des Leitungswassers anzunehmen. Indess erscheint dies bei näherer Prüfung nicht statthaft. Vergleicht man nämlich das gleichzeitig geschöpfte Dünawasser mit dem des Leitungswassers, so giebt sich bezüglich des Gehaltes an organischer Substanz eine sehr bemerkenswerthe Uebereinstimmung zu erkennen, wie die nachfolgende Uebersicht zeigt:

Zur Oxydation der organischen Substanz brauchen 100,000 Thl.

#### Dünawasser

15. December 1882 (Anal. Nr. 129, Tab. IV)	0,579	Thl. Sauerstoff,
16. November 1883	131, " "	1,670 " "
13. Februar 1884	136, " "	1,330 " "

#### Leitungswasser

14. December 1882	0,582	Thl. Sauerstoff,
14. November 1883	1,420	" "
13. Februar 1884	1,260	" "

Andererseits beweisen vom Verfasser zu Anfange des Jahres 1882 durchgeführte Untersuchungen des Leitungswassers, dass der Gehalt an organischen Stoffen zu jener Zeit beträchtlich höher war und durchschnittlich dem der 2. Hälfte der Beobachtungsperiode näher kommt. Der Sauerstoffbedarf zur Oxydation der organischen Stoffe betrug

am	1. Januar	1882	0,876	Thl.,
"	8.	"	1,010	"
"	15.	"	0,960	"
"	22.	"	0,880	"
"	29.	"	0,880	"
"	5. Februar	"	0,769	"
"	12.	"	0,683	"
"	19.	"	0,753	"
"	26.	"	0,700	"
"	6. März	"	0,940	"

Eine am 1. Juni 1877 von der Eisenbahnbrücke geschöpfte Probe Dünawasser brauchte 1,322 Thl. Sauerstoff.<sup>1)</sup> Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, dass die obige zeitweilige Verminderung der organischen Substanz im Leitungswasser eine rein zufällige, durchaus vorübergehende Erscheinung ist, hervorgerufen sehr wahrscheinlich durch den sehr niedrigen Grundwasserstand des überaus regenarmen Sommers und Herbstes 1882, während welcher Zeit das Versiegen von Brunnen auf dem Lande in den Ostsee- und den diesen benachbarten Provinzen sehr häufig beobachtet wurde. Da der Gehalt des Bodens an organischen Stoffen bei wachsender Tiefe im Allgemeinen abnimmt, so muss bei sinkendem Grundwasserspiegel auch entsprechend weniger von denselben in Lösung gehen. Die vom Wasser entblösten organischen Reste verwittern dann um so leichter im Boden und werden bei wieder steigendem Grundwasser desto reichlicher gelöst, was sich in dem für den Mai 1883 ermittelten hohen Werth (Tabelle V) sehr gut ausspricht.

Da ferner auch der Gehalt des Leitungswassers an Chlor und Schwefelsäure mit dem der Düna in gleicher Zeit bis auf ganz unwesentliche Differenzen übereinstimmt, so geht hieraus hervor, dass die **chemische Beschaffenheit** desselben bis jetzt noch keine Veränderung erlitten hat.

Das Leitungswasser kann im Allgemeinen, seinem Charakter als Flusswasser entsprechend, als ein weiches bezeichnet werden. Unter den gelösten Stoffen finden sich hauptsächlich die Carbonate der alkalischen Erden und der Alkalien, sowie organische Stoffe, letztere, die dem Wasser die bräunliche Färbung ertheilen, in Form von Humus-, Humin-, Quellsäure etc. Chloride und Sulfate kommen in nur geringer Menge vor. Die Quantität sämmtlicher dieser Stoffe bewegt sich innerhalb der für Trinkwasser als zulässig erachteten Grenzen — mit alleiniger Ausnahme der organischen Substanzen. Die Grenzwerte für die letzteren werden von verschiedenen Autoren sehr verschieden angenommen, — ein Zeichen, dass über den Einfluss der im Wasser gelösten organischen Stoffe (vegetabilischen Ursprungs) in sanitärer Beziehung nichts bekannt ist. Nach Reichardt darf die Quantität dieser Stoffe für 100,000 Thl. Wasser 2 Thl. betragen, nach Pettenkofer 5 Thl., nach Schulze (als äusserste Grenze) 15 Thl. Nimmt man den zur Oxydation der organischen Substanzen des Leitungswassers erforderlichen Sauerstoff im Durchschnitt zu 1,5 Thl. für 100,000 Thl. Wasser an (vergl. oben den Durchschnitt vom April 1883 bis Februar 1884), so entsprechen demselben  $1,5 \times 20 = 30$  Thl. organischer Stoffe, eine Zahl, welche die Pettenkofer'sche um das 6fache, die Schulze'sche um das 2fache übertrifft. Im Uebrigen wird man an ein Wasser, welches, wie das vorliegende, zum grossen Theil einem Wald- und Torfboden entstammt und die organischen Stoffe in einer Form enthält, welche als sanitär unschädlich gilt, bez. dieser Stoffe keine so rigorosen Anforderungen stellen dürfen.

1) Bisher vom Verfasser noch nicht mitgetheilte Daten.

Die Gesammtmenge der im Leitungswasser gelösten nicht flüchtigen Stoffe wechselt innerhalb ziemlich weiter Grenzen und ist vorwiegend von der Jahreszeit und der Witterung abhängig, wie dies aus Columne 3, Tabelle V. hervorgeht, wo die Abdampfrückstände des Wassers aufgeführt sind. Demnach ist die Quantität der gelösten Stoffe am höchsten im Winter und zwar im Januar 1883. Die Eisdecke des Stromes verhindert das Abdunsten der im Wasser gelösten Kohlensäure und damit theilweise die Zersetzung der Bicarbonate des Calciums und Magnesiums, das Wasser wird dadurch härter, dem Grundwasser ähnlicher.<sup>1)</sup> Mit dem Eintritt des Frühlingshochwassers sinkt der Gehalt an gelösten Stoffen in Folge der starken Verdünnung durch Meteorwasser schnell und erreicht das Jahresminimum, um während der Sommermonate auf ziemlich constanter Höhe zu bleiben. Im September 1883 tritt eine erhebliche Steigerung ein, die aber wegen des überaus milden Winters 1883/84 bald einem dauernden Rückgang Platz macht.

Ausser den gelösten enthält das Leitungswasser auch noch schwebende feste Stoffe, deren Quantität und Qualität ebenfalls mit der Jahreszeit wechselt und die es stets, bald mehr, bald weniger getrübt erscheinen lassen. Im Wesentlichen bestehen diese Stoffe aus sehr feinem Thon und mikroskopischen Wasserpflanzen, welch' letztere zum Theil unversehrt, grösstentheils jedoch in Form eines Detritus auftreten; relativ selten sind Infusorien. In den ersten Monaten des Jahres 1882 war der Gehalt des Wassers an aufgeschwemmten Stoffen ein sehr geringer und stieg beträchtlich nur zur Zeit des Hochwassers, wie aus der folgenden Uebersicht hervorgeht:<sup>2)</sup>

100,000 Thl. Leitungswasser enthielten aufgeschwemmte Stoffe

1. Januar 1882	0,18	Thl.				
8. " "	0,69	"	(nach andauerndem Thauwetter),			
15. " "	0,44	"				
22. " "	0,74	"				
29. " "	0,16	"				
5. Februar "	0,21	"				
12. " "	0,27	"				
19. " "	1,10	"				
26. " "	1,18	"				
6. März "	5,15	"	(zur Zeit des Hochwassers),			
11. April 1883	3,85	"	"	"	"	"
9. " 1884	1,00	"	"	"	"	"

Zur Zeit des Hochwassers bestehen die schwebenden Stoffe grösstentheils aus eisenschüssigem, organische Reste einschliessendem Thon. Die Probe vom 6. März 1882 wurde während des höchsten Wasserstandes und eines heftigen NW.-Sturmes genommen und war sehr trübe. Der Eisgang im April 1884 war ein sehr schwacher, der Gehalt an aufgeschwemmten Stoffen im Wasser daher relativ gering.

Durchaus verschieden von der durch das Hochwasser bewirkten Trübung ist diejenige, welche das Leitungswasser häufig, in letzter Zeit fast unausgesetzt, in der wärmeren Jahreszeit zeigt. Diese Trübung hat sich besonders in den letzten

<sup>1)</sup> Die gleiche Beobachtung hat Prof. Dr. C. Schmidt an dem Wasser des Embach bei Dorpat gemacht; der mittlere Salzgehalt desselben beträgt im Sommer 21,508, im Winter 27,333 Thl. in 100,000 Thl. (Vergl. dessen Wasserversorgung Dorpats II, 1876, S. 3).

<sup>2)</sup> Die aufgeführten Zahlen sind aus der Gewichts Differenz gewonnen worden, welche je ein Liter unfiltrirtes und abgestandenes filtrirtes Wasser nach dem Eindampfen und Trocknen ergab.

3—4 Jahren sehr unangenehm bemerkbar gemacht und scheint an Intensität stetig zu gewinnen. Während der feine Thon des Hochwassers einige Tage braucht, um sich aus dem Wasser in der Ruhe niederzuschlagen, setzen sich die während des Frühlings und Sommers auftretenden trübenden Stoffe zum grössten Theil schon nach wenigen Minuten ab und bilden ein schmutzig rostfarbenedes Sediment, das bei der mikroskopischen Prüfung sich als ein Gemenge verschiedener, zum grössten Theil abgestorbener, zerriebener und in Zerfall begriffener mikroskopischer Süswasserpflanzen, wie Algen, Diatomeen, Spaltpilze etc. ausweist. Die Quantität dieser Stoffe ist mitunter eine recht bedeutende und übertrifft die des Thones zur Zeit des Hochwassers. So wurden zu Anfange Mai 1884 in 100,000 Thl. Wasser 7,9 Thl., also in 1 Cubikm. 79 Gramm derselben gefunden, was bei der Tagesleistung des Rigaer Wasserwerkes von 10000 Cubm. Wasser einem Gewicht von 790 kg (=47,4 Pud) entspricht.

Offenbar hängt das reichlichere Auftreten dieser mikroskopischen Flora während der letzten Jahre mit der durch die Flusscorrection vollzogenen Absperrung und bewirkten Versandung des Dünaarmes zusammen, aus dem das Wasser entnommen wird. In Folge der mangelhaften Durchspülung dieses Bassins werden die alljährlich im Wasser sich entwickelnden Pflanzen nicht fortgeführt, sie bleiben auch nach dem Absterben zurück und lagern sich auf dem Boden als schlammige Schicht ab, wo sie bei etwas bewegtem Wasser aufgewühlt werden und in die Leitung gelangen.

In Rücksicht auf die Verwendung des Leitungswassers für den häuslichen Consum erschien eine fortlaufend mikroskopische Prüfung der schwebenden Stoffe desselben sehr erwünscht. Die Untersuchung fand in der Hauptsache allmonatlich während des Jahres 1883 statt, wobei die trübenden Stoffe zuerst in der Spitze eines Filters gesammelt und dann auf den Objectträger gebracht wurden. Die während der ganzen Dauer beobachteten Formen derselben wurden sogleich nach der Natur gezeichnet und sind auf einer colorirten Tafel in grösstentheils 360facher linearer Vergrösserung dargestellt worden.<sup>1)</sup>

Vorwiegend finden sich Algen, chlorophyllhaltige grüne sowohl, als auch anders gefärbte, (blau, braun, violett), zum Theil im Stadium des Zerfallens; zwischen ihren Trümmern ferner Diatomeen verschiedener Formen (im Ganzen 21), chlorophyllfreie Algen (Spaltpilze), während Infusorien und Mineraltrümmer sehr zurücktreten. Das Vorkommen aller dieser Formen ist an keine bestimmte Jahreszeit gebunden, nur sind sie im Winter weniger häufig als im Sommer. Eine nachtheilige Wirkung auf die Gesundheit kommt ihnen, soweit die bisherigen Erfahrungen reichen, nicht zu;<sup>2)</sup> doch muss ihr reichliches Auftreten mindestens als schwerer „ästhetischer“ Fehler des Leitungswassers betrachtet werden. Auch ist nicht ausser Acht zu lassen, dass bei etwaiger fortschreitender Versandung und vollständiger Stagnation auch der bis jetzt nicht alterirten chemischen Beschaffenheit des Wassers eine nachtheilige Veränderung droht.

Entozoen und deren Eier wurden im Leitungswasser nicht gefunden. Die mit Hilfe dieses Wassers angestellten Spaltpilzculturen ergaben in allen Fällen, zuweilen ausschliesslich, *Bacterium termo*, einen in der Natur überall verbreiteten Pilz, dem eine pathogene Bedeutung nicht zukommt; ausserdem wurden noch Kurzstäbchen und in 2 Fällen auch Desmobacterien gefunden. Da indess das Wasser frei von Zersetzungsproducten animalischen Ursprungs ist, so dürften auch diese Organismen als sanitär indifferent betrachtet werden.

<sup>1)</sup> Die Tafel ist durch Druck nicht vervielfältigt worden.

<sup>2)</sup> Vergl. Wolffhügel in Pettenkofer und Ziemssen „Handbuch der Hygiene“ II. Thl., 1. Abtheilung, 2. Hälfte, S. 102—119.

### Uebersicht der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung.

1) Ein Vergleich des Verunreinigungsgrades des Bodens der Städte ist wegen Mangels einschlägiger Untersuchungen zur Zeit in nur sehr beschränktem Maasse durchführbar (S. 30).

2) Der Boden Riga's besteht grösstentheils aus lockerem Sande, welcher seiner Porosität wegen die Oxydation der aufgenommenen Verunreinigungen begünstigt (S. 32 und 33).

3) Die quartären Bildungen sind auf dem ganzen Gebiete der Stadt von solcher Mächtigkeit, dass sie bei der Ausführung etwaiger, für die Entwässerung erforderlicher Anlagen ausschliesslich in Betracht kommen würden (S. 32).

4) In den niedriger gelegenen Theilen der Stadt finden sich im Sande vereinzelt Lehm- und Thonschichten, welche wegen mangelnder Durchlässigkeit die Bodenfäulniss begünstigen (S. 32 und 33).

5) Der seichte Stand des Grundwassers wirkt der Durchlüftung des Bodens entgegen und befördert dadurch ebenfalls das Eintreten von Fäulnissprocessen in demselben, sowie die Aufnahme von Verunreinigungen aus dem Boden (S. 33 und 34).

6) In einzelnen Fällen ist der in organischen Verbindungen enthaltene Stickstoff des Bodens schwer zersetzbar, so dass ein solcher Boden weder Fäulniss- noch Oxydationsproducte des Stickstoffs enthält (S. 39 und 43).

7) Der chemisch stärker verunreinigte Boden hält im Allgemeinen auch mehr Feuchtigkeit im lufttrockenen Zustande zurück und trägt durch seine gesteigerte Hygroscopticität eine wesentliche Bedingung der Bodenfäulniss in sich (S. 44).

8) Der Boden Riga's ist im hohen Grade verunreinigt und übertrifft in dieser Hinsicht den der anderen bis jetzt untersuchten Städte; die stärkste Verunreinigung zeigt im Durchschnitt der Boden der inneren Stadt (S. 44—49).

9) Im Gegensatz zu den bewohnten Theilen der Stadt ist der Boden der Kirchhöfe von relativ hoher Reinheit (S. 49, auch 40 und 38).

10) Die Zufuhr an Material für Bodenverunreinigung ist für die innere Stadt mindestens 20 mal grösser, als für die Kirchhöfe (S. 49 und 50).

11) Die häufig mangelhafte Construction der Abortgruben bedingt in Riga zum grossen Theil die Bodenverunreinigung (S. 52).

12) Gut gemauerte und cementirte Senkgruben sind nicht durchlässig; auch die mit Holz ausgefütterten Gruben sind bei solider Ausführung genügend dicht (S. 52).

13) Der Inhalt der Canäle und der Schlammfänger Riga's befindet sich überall im Zustande intensiver Fäulniss (S. 53).

14) Die Durchspülung des Stadtcanals reicht in Verbindung mit dem alljährlich vorgenommenen Ausbaggern aus, um einer Ansammlung von Fäulnissproducten im Wasser vorzubeugen; der Schlamm auf dem Boden des Stadtgrabens ist relativ arm an organischen Stoffen. Exhalationen von Fäulnissgasen finden nur an den Einmündungen der Strassencanäle statt (S. 54 und 55).

15) Die Canäle Riga's sind häufig recht durchlässig und deshalb an der Verunreinigung des Bodens mit betheilig; in höchstem Grade gilt dies von dem alten Riesingcanal in der inneren Stadt (S. 56).

16) Wegen des seichten Standes des Grundwassers in Riga und des dadurch bedingten leichten Ueberganges der Bodenverunreinigung in das Wasser sind die Resultate der Grundwasseruntersuchungen befähigt, die der Bodenuntersuchungen zu ergänzen und zu erweitern (S. 57).

17) Die Unreinheit des Grundwassers der Stadt nimmt mit der Annäherung desselben an die offenen Gewässer durchschnittlich zu (S. 59).

18) Das Grund- und Brunnenwasser des besiedelten Antheiles der Stadt ist, entsprechend dem Zustande des Bodens, in hohem Grade unrein und übertrifft hierin das der meisten anderen Städte, — soweit bei diesen Grundwasseruntersuchungen durchgeführt worden sind (S. 62—65).

19) Das durchschnittlich unreinste Grundwasser zeigen die innere Stadt und Gross-Klüversholm (S. 62—65).

20) Das weitaus reinste Grund- und Brunnenwasser findet sich in Riga auf den Kirchhöfen (S. 60—62).

21) Das Wasser des Stadtcanals ist von dem der Düna nur wenig verschieden, daher relativ rein (S. 66).

22) Die in die Düna einmündenden Canäle üben auf die Beschaffenheit des Dünawassers keinen nachweisbar nachtheiligen Einfluss aus (S. 66).

23) Die Durchspülung des Dünaarmes bei dem Andreasholm genügt nicht, um die durch den Canal in der Peterholmschen Strasse eingeführten fauligen Schlamm-massen unschädlich zu machen (S. 66 und 67).

24) Das Wasser der Wasserleitung hat seit der Absperrung des Dünaarmes durch die Flusscorrection bis jetzt eine chemische Veränderung nicht erlitten; doch ist sein Gehalt an aufgeschwemmten festen Stoffen vegetabilischen Ursprungs sehr hoch und mindestens als schwerer ästhetischer Fehler zu bezeichnen (S. 69—71).

25) Der Gehalt des Leitungswassers an gelösten mineralischen Substanzen ist in der kalten Jahreszeit grösser als in der warmen; am geringsten ist er zur Zeit des Hochwassers (S. 70).

Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen								
№ des Bohrloches	Ort der Bohrung	Tiefe in Metern	1000 Thl. des bei 110° C. getrockneten Bodens enthalten Theile					Luft-trocken Hygro-skop. Wasser
			Kohlenstoff	Stickstoff (organ.)	Sal-peter-säure	Sal-petrig Säure	Ammo-niak	
1 a.	Esplanade, in der Nähe des (Grundwasser-) Bohrloches № 20. In der Tiefe von 1 <sup>m</sup> durchsank der Bohrer eine humose Sandschicht.	1	18,940	—	0,0061	0,0257	0,0323	11,098
b.		2	0,738	—	0,004	0,0114	0,016	1,552
c.		4	0,693	—	Spur	0,010	Spur	1,322
2 a.	Fuhrmanns-Standplatz am Heumarkt (Elisabethstrasse). Das Bohrloch zeigte widerlichen Geruch nach Pferdeexcrementen und exhalirte Ammoniak. In der Tiefe von 3 <sup>m</sup> Grundwasser.	1	36,74	0,676	Spur	—	3,379	23,517
b.		2,7	2,827	—	—	0,0273	0,2169	1,867
c.		3,0	G r u n d w a s s e r					
3 a.	Ecke der Ziegel- u. Grünstrasse, neben dem hölzernen Canal. Zeigt in fast allen Schichten fauligen Geruch.	1	49,70	1,616	—	Spur	1,04	31,930
b.		2,5	12,16	0,372	—	—	Spur	5,84
c.		4,5	6,40	—	—	Spur	—	15,08
4 a.	Stadtkrankenhaus, Ritterstrasse, 1—2 <sup>m</sup> von der gemauerten und cementirten Senkgrube.	1	5,955	—	0,081	0,0202	0,013	4,024
b.		2,5	1,718	—	0,081	0,0121	0,0113	1,705
c.		4,5	1,854	—	0,006	0,0095	0,009	1,761
5 a.	Beresow's Badeanstalt, Ecke der Alex.- u. Hilfsstr. 2 <sup>m</sup> von einer gemauerten u. cementirt. Abtrittsgrube. Auf 2,5 <sup>m</sup> Tiefe traf der Bohrer auf ein Hinderniss.	1	17,36	0,365	0,602	0,0346	0,0085	7,040
b.		2,5	4,420	—	0,191	0,0213	0,0063	2,947
6 a.	Pokrow-Kirchhof (orthodoxer), unfern der Kapelle, zwischen mehreren älteren Gräbern.	1	4,975	—	—	—	Spur	5,819
b.		2,5	1,200	—	Spur	—	do.	2,348
7 a.	Dom-Petri-Kirchhof, links vom älteren Eingange, auf einem Massengrabe 1833 an der Cholera Gestorbener. In den tieferen Schichten ein etwas fauliger Geruch.	1	1,144	—	Spur	Spur	0,0078	2,362
b.		2,5	2,103	—	—	—	0,0066	3,161
8 a.	Marienstrasse, zwischen der Artillerie- und grossen Reeperstrasse, auf der Strasse selbst.	1	5,81	—	Spur	Spur	Spur	7,435
b.		2,5	1,629	—	—	do.	do.	4,646
9 a.	Fuhrmanns-Standplatz in der Suworowstrasse, gegenüber der gr. und kl. Newastrasse.	1	1,10	—	0,165	Spur	Spur	3,395
b.		2,5	9,41	0,731	0,017	do.	do.	9,219
10 a.	Stadteanal, am Ufer desselben, in der Nähe der Suworowbrücke.	1	26,522	1,1681	—	—	0,0199	13,587
b.		2,5	11,230	0,641	—	—	0,0121	11,723
c.		4,5	20,014	1,500	—	—	0,0061	14,543
11 a.	Stadteanal, am Ufer desselben, links von der Alexanderbrücke; an derselben Stelle befand sich früher ein Pissoir.	1	20,34	0,9383	Spur	Spur	Spur	14,29
b.		2,5	15,93	—	do.	do.	do.	13,27
c.		4,5	12,16	—	do.	do.	do.	15,50
12 a.	Vorbürg II, Mittelstrasse Nr. 3, im Hofe des Hauses Taube, 1 <sup>m</sup> von der mit Holz ausgefütterten Abtrittsgrube, zwischen dieser und einer alten Scheune (Grube in Benutzung).	1	35,986	2,228	0,8847	0,0385	0,0374	20,425
b.		2,5	10,416	0,3792	—	—	0,513	8,307
c.		4,5	12,074	0,1612	0,1266	Spur	0,0195	10,273
13 a.	Peterholmsche Strasse, im Hofe des Hauses Nr. 11 (Girgensohn), 1 <sup>m</sup> von der mit Brettern ausgekleideten Abtrittsgrube; letztere ist durch einen hölzernen Canal mit dem Möllershofschen Graben verbunden.	1	9,524	—	0,5566	0,0262	0,0195	9,631
b.		2,5	4,612	—	0,0742	0,0357	0,0150	4,938
14 a.	Möllershof, Katharinendamm Nr. 20, Haus Mandel, im Hofe zwischen Stall und Abtritt; auf 2,5 <sup>m</sup> Tiefe Grundwasser.	1	1,629	—	Spur	Spur	—	4,66
b.		2,5	0,2384	—	do.	do.	—	1,149

Ergebnisse der mikroskopischen Prüfung				
Physikalische Eigenschaften des Bodens	Datum der Probe-nahme	Trübung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Lösung an Organismen und beobachtete Formen der letzteren
dunkelgrauer humoser Sand	1882 22/XI	schwach	sehr mässig	O. R. = 2; Lang- und Kurzstäbchen; flexile Fäden und Mikrococcen
reiner gelber Sand		ziemlich stark	sehr schwach	O. R. = 4; Mikrococcen in Colonien und frei, viel Kurz- und wenig Langstäbchen
do.		schwach	mässig	O. R. = 1; Mikrococcen in Colonien, Lang- und Kurzstäbchen
schwarzgrauer Sand mit Geruch nach Pferdeexcrementen; dunstet beim Stehen an der Luft Ammoniak ab	1882 23/XI	ziemlich stark schwärzlich trübe gering	urinös faulig wie vorher schwach	O. R. = 4; ausschliesslich kurze Stäbchen wie vorher O. R. = 1; Bacterium termo (Cohn), selten Colonien längerer Stäbchen
braungrauer Sand mit Ziegelbrocken	1884 8/II	schwach	mässig	O. R. = 4; Bact. termo, häufig lange flexile Stäbchen
schwarzer bündiger Boden von fauligem Geruch Lehm		ziemlich stark	stark	O. R. = 5; Kurz- und Langstäbchen und zarte lange Fäden
do.		do.	schwächer	O. R. = 4; wie vorher
reiner bräunlichgelber bis gelber Sandboden	1882 26/XI	fast klar	nahezu geruchlos	O. R. = 0,5; selten Bact. termo u. lange Stäbch.
do.		do.	schwach	O. R. = 1; Bact. termo frei und in Colonien, sehr selten etwas längere Stäbchen
do.		do.	noch schwächer	O. R. = 0,5; nur Bact. termo, meist in Colonien
bräunlichgelber Sand	1882 26/XI	fast klar	sehr schwach	O. R. = 0,5; nur Bact. termo
gelber Sand		do.	schwach	O. R. = 0,5; wie vorher und etwas längere bewegliche Stäbchen
bräunlichgelber Sandboden	1882 2/XII	schwach	mässig stark	O. R. = 2; vorwiegend mittellange Stäbchen in Colonien, auch frei, selten grössere Stäbch.
do.		klar	ziemlich stark	O. R. = 1; kleinere Stäbchen und Bact. termo
feiner gelber Sand	1882 2/XII	klar	schwach	O. R. = 0,5; Kurzstäbchen, frei u. in Colonien
do.		do.	fast geruchlos	O. R. = 1,5; Kurzstäbchen, etwas länger als vorher
reiner gelber Sand	1884 10/II	sehr stark	sehr stark	O. R. = 5; zarte flexile Fäden, mitunter sehr lang, kurze Schrauben
do.		do.	mässig	O. R. = 5; feine Kurzstäbchen u. Bact. termo
Sand mit fauligem Geruch	1884 10/II	sehr stark	sehr stark	O. R. = 5; Kurz- und Langstäbchen, flexile Fäden und kurze Spirillen
nasser Grand		do.	schwach	O. R. = 5; fast ausschliesslich Bact. termo, sehr selten Bact. agile (Fodor)
humoser dunkelgrauer Boden	1882 27/XI	schwach opalisirend	schwach	O. R. = 0,5; Kurzstäbchen und Bact. termo
humoser lehmiger Boden		ziemlich klar	do.	O. R. = 1; Kurzstäbchen, die grösseren flexil
feuchter humoser Sand		klar	sehr schwach	O. R. = 2; Kurz- u. Langstäbchen u. Bact. agile
schwarzgrauer (angeschütteter) Sandboden; auf 2,5 <sup>m</sup> Tiefe viele Ziegelsteinbrocken	1884 4/II	sehr stark	stark faulig	O. R. = 5; lange flexile Fäden u. Bact. termo
do.		do.	do.	O. R. = 5; dieselben Formen
do.		stark, gelblich	stark	O. R. = 5; Kurz- u. Langstäbch., Mikrococcen und Fäden
grauer Lehm, sandig	1882 3/XII	schwach bräunlich	schwach	O. R. = 2; Lang- u. Kurzstäbchen, wenig Fäd.
do. do.		stärker bräunlich	mässig, etwas urin.	O. R. = 4; meist Kurzstäbchen, selten Langst.
do. do.		klar	mässig	O. R. = 0,5; nur Bact. termo
in 2,5 <sup>m</sup> Tiefe freies Ammoniak				
bräunlichgrauer Sand	1882 3/XII	schwach	schwach	O. R. = 1; Kurz- und Langstäbchen
bräunlichgr. Sand, etwas heller, beide geruchlos		fast klar	mässig	O. R. = 0,5; Kurzstäbchen
reiner gelber Sand	1884 8/II	ziemlich stark	mässig	O. R. = 4; Kurz- u. Langstäbchen, auch Fäden
reiner gelber Sand, etwas lehmig		do.	do.	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen und kurze Schrauben

Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen									Ergebnisse der mikroskopischen Prüfung				
№ des Bohrloches	Ort der Bohrung	Tiefe in Metern	1000 Thl. des bei 110° C. getrockneten Bodens enthalten Theile					Luft-trocken	Datum der Probe-nahme	Physikalische Eigenschaften des Bodens	Trübung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Lösung an Organismen und beobachtete Formen der letzteren
			Kohlenstoff	Stickstoff (organ.)	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak						
15 a.	Lucasstrasse, in einem der neu projectirten Stadttheile, früher als Auswurfstelle benutzt. Unter 2,5 <sup>m</sup> Grundwasser.	1	1,987	Spur	0,209	—	0,090	2,281	bräunlichgelb. Sand, geruchlos feuchter Sand von widerlichem Geruch	1882 2/XII	schwach stärker	schwach mässig	O. R. = 2; Kurzstäbchen O. R. = 3; Kurzstäbchen und Fäden
b.		2,5	0,495	Spur	0,2329	—	0,0635	1,373					
16 a.	Ecke der Sprenk- und Säulenstrasse, im Hofe von Brieger's Lederfabrik, in der Nähe einer gemauerten und cementirten Abtrittsgrube.	1	6,250	—	Spur	—	—	3,914	grauer Sand von etwas fauligem Geruch do.	1882 11/XII	wenig gelblich trübe	ziemlich stark massig	O. R. = 2; Coccen und Kurzstäbchen O. R. = 3; do. do.
b.		2,5	6,031	—	—	—	Spur	4,182					
17 a.	Marienstrasse Nr. 20, im Hofe (Haus Schütz), 1 <sup>m</sup> von der mit Brettern ausgekleideten Abtrittsgrube und unweit einer Düngergrube. Unter 2,5 <sup>m</sup> Grundwasser.	1	9,763	0,5648	0,165	0,064	0,0075	9,219	grauer Sand do.	1882 11/XII	gelblich trübe weisslich trübe	ziemlich stark stark	O. R. = 2; Kurzstäbchen und Coccen O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen und zahlreiche Fäden
b.		2,5	4,891	—	0,1056	Spur	Spur	4,438					
18 a.	Am Speckgraben, zwischen diesem, einer Abtrittsgrube und einem Pferdestalle, gehörig der Direction der Riga-Dünaburger Eisenbahn-Gesellschaft. Unter 2,5 <sup>m</sup> Wasser.	1	40,520	1,373	—	—	0,240	31,930	stark mit Sägespähen verunreinigter schwarzer Boden humoser Sand obere Schichten von fauligem Geruch	1882 11/XII	gering stärker, gelblich	mässig do.	O. R. = 1; Kurzstäbchen und Coccen O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen, wenig Schrauben
b.		2,5	30,261	1,307	—	—	0,021	15,506					
19 a.	Ecke der Dünaufer- und Jesuskirchenstrasse.	1	16,81	1,200	—	—	Spur	18,90	humoser Sandboden	1884 10/II	sehr stark	mässig	O. R. = 5; Langstäbchen, Fäden und kurze Schrauben
b.		2,5	30,60	—	—	—	—	9,095	blauer Lehm		schwach	schwach	O. R. = 2; Bact. termo, selten etwas längere Kurzstäbchen
c.		4,5	16,00	—	—	—	Spur	12,30	grauer Lehm v. etwas faul. Ger.		stark	do.	O. R. = 5; nur Bact. termo
20 a.	Am Rodenburger Canal, im Hofe des Hauses Nestorow, unfern der Mündung, zwischen Canal, einer hölzernen und einer cementirten Abtrittsgrube (circa 8 <sup>m</sup> von diesen) und einem hölzernen Canal zum Abführen des Unrathes.	1	40,020	2,2274	0,0372	—	0,0043	25,523	humos. Sand mit Kohlenresten schwarzer Grand von fauligem Geruch grauer Sand	1882 29/XI	schwach do. fast klar	schwach mässig sehr schwach	O. R. = 1; Kurzstäbchen und Bact. termo O. R. = 1; Kurzstäbchen und Fäden O. R. = 1; Kurzstäbchen, wenig Langstäbchen
b.		2,5	17,424	0,9880	0,4447	0,0194	0,0153	8,225					
c.		4,5	12,324	0,6384	—	—	0,030	7,185					
21 a.	Geschlossener Kirchhof (an der katholischen und kl. Palissadenstrasse), links vom Eingang zwischen alten Gräbern. Unter 4,5 <sup>m</sup> Grundwasser.	1	1,465	—	—	Spur	0,0069	1,571	reiner ocheriger Sand	1882 30/XI	schwach opalisirend	mässig	O. R. = 2; Bact. termo, wenig Kurzstäbchen, selten Fäden
b.		2,5	1,416	—	—	—	0,009	1,774	do.		gering	schwächer	O. R. = 1; Kurzstäbchen
c.		4,5	1,221	—	—	—	0,009	1,655	do.		klar	mässig	O. R. = 0,5; Bact. termo
22 a.	Katholischer Kirchhof, an der katholischen Strasse, auf dem sogen. 3. Platz hinter der Capelle. Auf 3 <sup>m</sup> Tiefe Grundwasser.	1	2,648	—	Spur	Spur	0,012	2,525	reiner gelber Sand	1882 30/XI	fast klar	ziemlich schwach	O. R. = 1; Kurzstäbchen, häufig zu Ketten vereinigt
b.		2,5	1,484	—	do.	do.	0,009	2,021	do.		do.	mässig	O. R. = 0,5; Kurzstäbchen
23 a.	Altgläubigen-Kirchhof, alter, an der katholischen Strasse, gegenüber dem Eingang.	1	2,715	—	—	—	0,012	2,643	reiner gelber Sand	1882 30/XI	schwach	mässig	O. R. = 0,5; Kurzstäbchen
b.		2,5	2,162	—	—	Spur	0,009	2,106	do.		klar	ziemlich stark	O. R. = 1; meist Kurzstäbchen, wenig Langst.
24 a.	Allerheiligen-Kirchhof (orthodoxer), an der katholischen Strasse, südöstlich der Kirche; auf 3 <sup>m</sup> Tiefe stiess der Bohrer auf ein Hinderniss.	1	3,464	—	Spur	Spur	0,0084	2,994	brauner Sand mit etwas Moosresten	1882 1/XII	fast klar	schwach	O. R. = 0,5; meist Kurzstäbchen, wenig Langstäbchen
b.		2,5	2,131	—	do.	do.	0,006	2,550	bräunlichgelber Sand		do.	do.	O. R. = 0,5; Bact termo
25 a.	Altgläubigen-Kirchhof, neuer, an der grossen Bergstrasse, an einer tief gelegenen Stelle, zwischen zahlreichen Gräbern.	1	1,437	—	Spur	Spur	0,0084	1,20	reiner gelber Sand	1882 1/XII	klar	mässig	O. R. = 0,5; Kurzstäbchen
b.		2,5	0,722	—	do.	do.	0,0066	1,160	do.		do.	schwach	O. R. = 0,5; do.
26 a.	Ebräischer Kirchhof, an der Poltawaschen Strasse, gegenüber dem Eingange an der tiefst gelegenen Stelle.	1	16,006	—	Spur	—	0,0196	8,451	Sand mit Moosresten verunreinigt	1882 1/XII	klar	schwach	O. R. = 0,5; Kurzstäbchen
b.		2,5	2,608	—	—	—	0,012	2,378	brauner Sand		schwach	sehr schwach	O. R. = 0,5; do.
27 a.	Wiebert's Holm, in der Nähe der Stelle, an welcher dem Dünaarm das Leitungswasser entnommen wird.	1	6,59	—	0,016	Spur	Spur	15,080	brauner lehmiger Sand	1882 15/XII	schwach	sehr stark	O. R. = 2; Kurzstäbchen
b.		2,5	4,839	—	Spur	do.	do.	12,950	do.		fast klar	stark	O. R. = 2; Kurz- und Langstäbchen

## Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen

№ des Bohrloches	Ort der Bohrung	Tiefe in Metern	1000 Thl. des bei 110° C. getrockneten Bodens enthalten Theile					Luft-trocken	Hygro-skop. Wasser
			Kohlenstoff	Stickstoff (organ.)	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak		
28 a.	Am Stadtcanal bei der Nicolaibrücke; angeschütteter, stark mit Ziegelbrocken, Haaren, Borsten, Leder, Holz und anderen Abfällen verunreinigter Boden; in der Tiefe Sand.	1	26,522	1,718	—	—	0,001	13,501	
b.		2,5	13,230	0,4662	—	—	0,006	7,923	
c.		4,5	6,117	—	—	Spur	0,009	3,466	
29 a.	Am Stadtcanal beim Theater; angeschütteter mit Ziegelbrocken (in 2,5 m Tiefe) vermischter Boden.	1	62,00	1,894	—	—	0,021	11,60	
b.		2,5	6,937	0,634	—	—	0,150	10,40	
c.		4,5	33,00	1,210	—	Spur	Spur	15,42	
30 a.	Auf dem Fuhrmanns-Standplatz bei der Flachs-waage, an der Marienbrücke.	1	41,478	2,036	0,156	0,0282	0,0026	24,658	
b.		2,5	30,689	1,427	0,374	0,014	0,013	15,639	
c.		4,5	18,790	1,082	—	—	0,0032	1,610	
31 a.	Wallstrasse, Ecke der kleinen und grossen. Sämmtliche durchsunkene Schichten zeigten ziemlich stark fauligen Geruch. Auf 4,5 m Tiefe Grundwasser.	1	30,552	1,690	0,822	0,0413	0,014	17,240	
b.		2,5	119,12	6,8868	0,0189	Spur	0,019	50,470	
c.		4,5	105,66	4,897	0,0158	do.	0,0119	38,551	
32 a.	Ecke der Maler- und gr. Königsstrasse. Unter 2,5 m Tiefe Grundwasser.	1	14,19	—	Spur	Spur	—	8,23	
b.		2,5	7,209	—	—	—	Spur	6,131	
33 a.	Kleine Sandstrasse, in der Mitte zwischen der kleinen Schmiede- und kleinen Königsstrasse; sehr nasser Boden; auf 4,5 m Holzsplitter und stark urinöser Geruch.	1	33,56	1,263	—	—	0,240	25,31	
b.		2,5	34,09	1,5426	—	—	0,535	17,76	
c.		4,5	163,20	1,580	—	—	Spur	52,57	
34 a.	Auf der Lärmstrasse, gegenüber dem Thor, das zur Thurmstrasse führt; die Proben zeigten sämtlich fauligen Geruch.	1	9,085	0,4007	0,0162	Spur	—	6,356	
b.		2,5	16,61	0,5588	Spur	do.	0,075	2,812	
c.		4,5	1,01	—	—	—	Spur	1,80	
35 a.	Pferdepost, frühere, in der Altstadt, an der grossen Schmiedestrasse, in der Nähe der Düngergrube.	1	43,122	1,723	—	—	0,327	20,920	
b.		2,5	38,545	2,433	Spur	Spur	0,662	24,350	
36 a.	Am Ausgange des Riesing-Canales an der Düna, unterhalb der Mündung; bis a f 4,5 m Tiefe mit Holz, Stroh, Ziegelbrocken etc verunreinigt.	1	42,212	1,390	—	—	0,009	16,587	
b.		2,5	24,697	1,245	Spur	—	0,009	11,913	
c.		4,5	52,081	2,584	0,3782	Spur	0,0127	17,109	
37 a.	Ecke der Schloss- und Mönchenstrasse, in dem Winkel neben Kroepsch's Conditorei.	1	17,934	0,728	Spur	Spur	—	14,53	
b.		2,5	5,342	—	do.	do.	Spur	7,97	
c.		4,5	34,693	0,313	do.	do.	do.	57,92	
38 a.	Rosenstrasse, in der Mitte derselben zwischen mehreren hölzernen Düngerkasten.	1	16,98	—	Spur	Spur	Spur	11,53	
b.		2,5	9,310	—	do.	—	—	10,82	
c.		4,5	8,774	—	—	—	—	11,23	
39 a.	Rathhausplatz, gegenüber dem Kusnezow'schen Magazin auf dem Fuhrmanns-Standplatz. Auf 3,66 m Tiefe stiess der Bohrer auf ein Hinderniss.	1	5,787	—	0,597	0,0313	0,0109	4,906	
b.		2,75	11,460	—	0,381	0,0255	0,0142	8,501	
c.		3,66	5,754	—	0,3458	0,0165	0,0101	4,632	
40 a.	Ecke der Weber-, Scharren- und Sündenstrasse (auf der Strasse).	1	9,978	—	Spur	Spur	Spur	24,71	
b.		2,5	6,937	—	—	—	—	10,38	
41 a.	Auf der Karlsstrasse, gegenüber dem Tuckumer Bahnhof; auf dieser Stelle befand sich früher eine Kaserne. 1,5 m starke Schicht Ziegel- und Steinschutt, dann 0,5 m dunkle schlammige Erde und schliesslich eine Holzunterlage.	1	26,16	1,376	0,0051	Spur	Spur	14,071	
b.		2,5	33,07	2,042	—	—	0,0509	16,798	

## Ergebnisse der mikroskopischen Prüfung

Physikalische Eigenschaften des Bodens	Datum der Probe-nahme	Trübung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Lösung an Organismen und beobachtete Formen der letzteren
do.		do.	do.	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen
grauer Sand von faulig. Geruch		mässig	schwächer	O. R. = 2; dieselben
humoser Sandboden	1884 10/II	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
lehmiger Sand v. faulig. Geruch		do.	do.	do.
lehmiger Grand		do.	do.	do.
dunkelbraungrauer Boden	1882 25/XI	stark	stark	O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen
von durchweg sehr fauligem Geruch		do.	do.	O. R. = 5; dieselb., ausserdem Fäd. u. Schraub.
		mässig	ziemlich stark	O. R. = 3; nur Bact. termo
schwarzer bis dunkelgrauer sehr unreiner Boden	1882 23/XI	stark	sehr stark	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen, letztere häufig in Colonien
do.		do.	stark	O. R. = 5; dieselben und Fäden
do.		do.	do.	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen
grauer mit Ziegelbrocken verunreinigter Sand	1884 7/II	stark, weisslich	stark	O. R. = 4; fast ausschliesslich Bact. termo, selten Kurzstäbchen; Infusorien
graugelb. Sand v. faulig. Geruch		schwächer	mässig	O. R. = 3; dieselben ohne Infusorien
grauer Sandboden	1884 7/II	sehr stark	stark	O. R. = 5; nur Bact. termo
schwarzer humoser Sand mit Ger. nach Schwefelwasserstoff		do.	do.	O. R. = 5; Bact. termo, selten Langstäbchen und Fäden
schwarzer mooriger Boden mit Ger. nach Schwefelwasserstoff		do.	do.	O. R. = 5; wie vorher, im Sediment Diatomeen
dunkelgrauer Sand mit Ziegelbrocken	1884 4/II	ziemlich stark	stark	O. R. = 5; ausschliesslich Bact. termo
do. do. fast breiig		do.	do.	O. R. = 4; die vorigen und Kurzstäbchen
grauer Lehm		do.	do.	O. R. = 4; Bact. termo, selten Langstäbchen
dunkelgrauer Sand mit Ziegelbrocken	1882 3/XII	stark	stark	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen
lehmiger grauer Sand		stark hellbräunlich	do.	O. R. = 5; Bact. termo und kleine Schrauben
schwarzgrauer Sand	1882 29 XI	sehr stark	sehr stark	O. R. = 5; nur Kurzstäbchen
schwarzgr. Sand, etwas lehmig		stark	mässig	O. R. = 4; Bact. termo
schwarzer grandiger Sand		do.	stärker	O. R. = 5; Kurzstäbchen und Mikrococcen
bräunlichgrauer Sand mit Ziegelbrocken	1884 7/II	ziemlich stark	schwach	O. R. = 5; Bact. termo, selten Langstäbchen
grauer Sand		mässig	do.	O. R. = 2; nur Bact. termo
schwarzer Sand mit faulig. Ger.		stärker	stärker	O. R. = 5; Langstäbchen und Fäden
grauer Sand	1884 4/II	stark	mässig	O. R. = 5; Kurz- u. Langst., Fäden u. Mikrocc.
do.		do.	do.	O. R. = 5; wie vorher
do.		ziemlich stark	ziemlich stark	O. R. = 5; nur Bact. termo
graugelber Sand von schwach fauligem Geruch	1882 24/XI	mässig	mässig	O. R. = 3; Kurzstäbchen
dunkelgrauer Sand		do.	do.	do.
do.		schwach	fast geruchlos	O. R. = 1; Kurzstäbchen
braungrauer Sand mit Ziegelbrocken	1884 7/II	schwach	schwach	O. R. = 3; Lang- und Kurzstäbchen und Fäden
do.		stärker	stärker	O. R. = 4; nur Bact. termo u. einige Infusorien
aufgeschütteter schwarzer Boden	1882 24/XI	stark	stark	O. R. = 3; Bact. termo
dunkler Schlamm von etwas fauligem Geruch		do.	do.	O. R. = 4; Kurzstäbchen, Fäden und Mikro-bact. agile

Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen								
№ des Bohrloches	Ort der Bohrung	Tiefe in Metern	1000 Thl. des bei 110° C. getrockneten Bodens enthalten Theile					Luft-trocken
			Kohlenstoff	Stickstoff (organ.)	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	
42 a.	Muckenholmscher Graben, am Ufer desselben, in der Loder'schen Sägemühle, rechts vom Haupteingang, neben dem Thonröhrenstrang, welcher einen Theil der Mit. Vorst. in denselben Graben entwässert.	1	12,91	0,662	Spur	Spur	Spur	13,33
b.		2,5	4,099	—	do.	—	—	4,909
43 a.	Auf der sog. Heringskaje, im Hofe des Lagers. Der Hof mit Brettern ausgelegt, darunter Steinpflaster.	1	111,53	2,898	—	—	1,534	69,725
b.		2,5	9,13	0,06	—	—	0,681	8,318
c.		4	11,42	0,19	—	—	0,683	33,590
44 a.	Grabenstrasse, im Hofe des Hauses Petrow (Nr. 14), in 1 m Entfernung von einer mit Holz ausgekleideten Abtrittsgrube.	1	14,10	—	0,146	0,063	Spur	11,741
b.		2,5	7,46	—	0,018	Spur	do.	7,365
45 a.	Auf dem sog. Grass'schen Graben (jetzt verschüttet) auf Gross-Klüversholm.	1	14,16	—	—	—	0,012	14,60
b.		2,5	1,42	—	—	—	0,009	2,491
46 a.	Hagensberg, tiefer gelegene Wiesengegend, gegenüber der früheren Rankschen Sägemühle.	1	61,60	4,4968	—	—	Spur	22,860
b.		2,5	3,115	—	—	Spur	—	3,518
47 a.	Hagensberg, Taubenstrasse, gegenüber dem Hause Nr. 1 (Jankowski).	1	4,406	—	—	—	—	2,897
b.		2,5	2,608	Spur	Spur	—	—	4,077
48 a.	Hagensberg, höher gelegene Waldgegend an der Kalnezeemschen Strasse.	1	1,840	—	Spur	—	Spur	3,630
b.		2,5	—	—	0,017	Spur	—	2,842
49 a.	Sassenhof, Kandauerstrasse Nr. 7 (Haus v. Beckmann), im Hofe, 1 m von einer mit Holz ausgefüllten Abtrittsgrube entfernt.	1	1,10	—	—	Spur	Spur	3,395
b.		2,5	0,140	—	—	—	do.	1,806
50 a.	Martins-Kirchhof, auf Sassenhof, rechts vom Eingang, neben der Kapelle, zwischen älteren Gräbern.	1	6,302	—	—	Spur	—	6,132
b.		2,5	0,0946	—	—	do.	—	0,332
51 a.	In der Sunde, Wasserstrasse, in der Nähe der Brücke über den offenen hölzernen Canal, welcher die anliegenden Fabriken entwässert.	1	6,937	—	Spur	Spur	Spur	6,550
b.		2,5	3,442	—	—	—	—	4,099
52 a.	Polkowoi Dwor, ca. 7 m vom Brunnen, in der Mitte des Hofes; auf 2,8 m Tiefe Wasser.	1	1,629	—	—	—	Spur	4,646
b.		2,5	0,238	—	—	—	do.	1,149
53 a.	Hgezœem, Ecke der Dünamündeschen und der Weissenhofschen Strasse.	1	1,238	—	Spur	—	—	3,123
b.		2,5	5,808	—	—	—	—	7,435
54 a.	Altonasche Strasse, gegenüber der Marienmühle, an der Ecke der kleinen Lagerstrasse. Unter 2 m schwarzbrauner Schlamm, unter 3 m Wasser.	1	32,91	1,463	—	—	0,021	23,895
b.		2,5	20,66	1,147	—	—	0,024	15,414
55 a.	Thorensberger Kirchhof an der Mitauer Chaussée, tiefste Stelle.	1	2,784	—	0,035	Spur	Spur	4,532
b.		2,5	0,706	—	Spur	—	—	2,336
56 a.	Thorensberg, alte Mitauer Strasse, im Hofe des Hauses Nr. 11 (Semmit), in 1 m Entfernung von einer (jetzt nicht mehr benutzten) Kehrrechtgrube. Auf 4,5 m Tiefe Grundwasser.	1	20,30	1,166	0,865	0,068	Spur	12,94
b.		2,5	28,94	1,905	—	—	do.	17,75
c.		4,5	16,56	0,799	—	—	do.	8,23
57 a.	Thorensberg, Bauskesche Strasse, im Hofe der Weckwart'schen Kaserne (Nr. 16), zwischen einer mit Holz ausgekleideten Abtritt- und einer Kehrrechtgrube; die erstere auf einem Hügel gelegen.	1	5,8853	—	0,739	Spur	—	5,566
b.		2,5	3,242	—	0,606	—	Spur	3,633
c.		4,5	2,002	—	0,30	—	—	2,714

Ergebnisse der mikroskopischen Prüfung				
Physikalische Eigenschaften des Bodens	Datum der Probenahme	Trübung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Lösung an Organismen und beobachtete Formen der letzteren
schwarzer Boden mit starkem Heringsgeruch schwarzer nasser Sandboden do.	1882 4/XII	stark bräunlich stark gelblich do.	ausserst penetrant schwächer mässig	O. R. = 5; Lang- und Kurzstäbchen und Fäden O. R. = 4; dieselben O. R. = 4; dieselben, Fäden seltener
braungrauer lehmiger Sand do.	1882 4/XII	ziemlich stark do.	stark do.	O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen und Fäden O. R. = 5; Lang- und Kurzstäbchen, Mikrob. agile
Lehm verschiedener Färbung schwarz. Sand von faul. Geruch	1882 4/XII	mässig, weisslich schwach	mässig do.	O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen O. R. = 3; dieselben und kleine Schrauben
humoser lehmiger Sandboden dunkler Grand beide von etwas faulig. Geruch	1882 13/XII	mässig, gelblich gering	mässig stark	O. R. = 2; Kurzstäbchen, selten Langstäbchen O. R. = 4; Kurzstäbchen
reiner gelber Sand do.	1882 9/XII	mässig gering	sehr stark mässig	O. R. = 3; Lang- und Kurzstäbchen O. R. = 2; Kurzstäbchen und Mikrocoecen
reiner gelber Sand do.	1882 13/XII	schwach do.	mässig do.	O. R. = 1; Kurzstäbchen und Coccen O. R. = 3; Kurz- und Langstäbchen
ocheriger reiner Sand do.	1882 9/XII	mässig do.	ziemlich stark do.	O. R. = 2; Kurzstäbchen und Coccen O. R. = 3; Kurzstäbchen
reiner gelber Sand do.	1882 9/XII	schwach	Pro be gl ä s c h e n v e r u n g l ü c k t ziemlich stark	O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen
schwärzlich brauner Sand schwarzer Graud	1882 8/XII	weisslich opalisirend stärker	mässig stärker	O. R. = 3; Kurzstäbchen O. R. = 4; dieselben
reiner gelber Sand reiner gelber Sand, sehr feucht	1882 8/XII	sehr gering do.	sehr schwach do.	O. R. = 1; Kurzstäbchen O. R. = 2; dieselben
graubrauner Sand schwärzlich brauner Sand	1882 8/XII	ziemlich stark do.	stark do.	O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen O. R. = 4; dieselben
humoser schwarzer Sand bräunlich schwarzer Grand von fauligem Geruch	1882 13/XII	stark gelblich gering	mässig stark	O. R. = 4; viel Kurz- und wenig Langstäbchen O. R. = 2; dieselben
braungelber Sand hellgelber Sand	1882 7/XII	schwach do.	stark schwach	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen und Fäden O. R. = 1; Kurz- und Langstäbchen
humoser Sand humoser Sand von faul. Geruch schwarzgrauer Grand	1882 7/XII	schwach gelblich schwach weisslich do.	schwach do. stärker	O. R. = 2; Kurz- u. Langstäb. u. Mikrob. agile O. R. = 4; Kurzstäbchen O. R. = 4; Kurzstäbchen, Langstäbchen und Fäden
braungrauer Sand do. braungelber Sand	1882 6/XII	ziemlich stark schwach do.	ziemlich stark mässig do.	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen, Fäden und selten Schrauben O. R. = 4; Kurzstäbchen O. R. = 2; Lang- und Kurzstäbchen

Tabelle II. Resultate der Untersuchung des Schlammes aus den Schlammfängern

№ der Schlammprobe	Abstammung des Schlammes	Chemische Untersuchung					
		1000 Thl. des bei 110° C. getrockneten Schlammes enthalten Thl.					Luft-trocken
		Kohlenstoff	Stickstoff (organischen)	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Hygroskop. Wasser
1	Aus dem Schlammfänger gegenüber d. Tuckumer Bahnhof	134,02	8,173	—	—	3,4321	61,11
2	" " " neben der Suworowbrücke	8,946	—	Spur	—	0,150	5,835
3	" " " gegenüber dem Dünaburger Bahnhof	136,37	8,375	—	—	0,0535	37,07
4	" " " gegenüber dem Polytechnikum	16,80	—	—	—	0,15	9,095
5	" " " neben der Alexanderbrücke von der Seite der Vorstadt	45,18	2,3728	—	—	0,1003	17,71
6	" " " neben der Alexanderbrücke von der Stadtseite	126,77	10,115	—	—	1,0438	55,17
7	" " " hinter der Nikolaibrücke neben der Stadt-Realschule	184,13	9,4002	—	—	0,406	60,09
8	" " " hinter der Nikolaibrücke von der Stadtseite	30,55	0,6584	—	—	0,931	9,673
9	Aus dem Stadtcanal, Mitte des Bettes, gegenüber dem Dünaburger Bahnhof	20,70	0,950	—	—	1,0965	9,231
10	" " " desgl. gegenüber d. Polytechnikum	13,993	1,188	—	—	1,0472	8,530
11	" " " desgl. unterhalb der Alexanderbrücke	4,859	0,826	—	—	1,934	10,63
12	Aus dem Canal in der Industriestrasse bei Knigge's Glacéleder-Gerberei	174,83	7,580	—	—	0,622	75,91
13	desgl., bei Wolfschmidt's Spritfabrik	435,87	54,084	—	—	1,493	91,98
14	desgl., an der Ecke der Industrie- und der Peterholmschen Strasse	253,22	15,778	—	—	1,5198	65,97
15	Aus dem Canal in der Peterholmschen Strasse (Fortsetzung des vorigen), Ecke des Katharinendamms	25 900	8,235	—	—	0,1250	12,21
16	Aus dem Rodenburger Canal an der Mündung in die Düna	3,442	0,793	—	—	1,473	4,20
17	Aus dem Riesingcanal, an der Mündung in die Düna	594,0	76,351	—	—	1,363	50,18
18	Aus dem Canal in der kl. Ziegelstrasse (Pet. Vorst.), Ecke der 2. Weidenstr.	8,74	1,742	—	—	2,034	31,93
19	Aus dem Canal in der Charlottenstrasse hinter der Stritzky'schen Brauerei	6,54	0,9312	—	—	0,300	15,51

am Stadtcanal, aus dem Bette des letzteren und aus einigen anderen Canälen.

Aeusserer Beschaffenheit des Schlammes	Mikroskopische Prüfung		
	Trübung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Lösung an Organismen und beobachtete Formen der letzteren
	stark	sehr stark	O. R. = 3; Bact. termo, selten perlechnurartige Ketten von Mikroccoen und Langstäbchen
viel Sand mit wenig organischen Resten; widerlicherfauliger Geruch schwarzer Schlamm von ekelhaftem Geruch mit wenig erkennbaren organischen Stoffen	mässig	mässig	O. R. = 2; Kurzstäbchen und Schrauben
viel Sand mit wenig organischen Stoffen; stark urinöser fauliger Geruch	stark	stark	O. R. = 5; Kurzstäbchen, kurze Schrauben, Mikrob. agile und Infusorien
viel Sand mit wenig organischen Stoffen; stark urinöser fauliger Geruch	mässig	stark	O. R. = 4; Kurz- und Langstäbchen, Spirillen, Mikrob. agile
schwarzer stinkender an organischen Resten aller Art reicher Schlamm desgleichen	schwärzlich trübe	stark	O. R. = 5; Kurzstäbchen, selten Schrauben
desgleichen	ziemlich stark	sehr stark	O. R. = 5; Kurz- und Langstäbchen, Fäden, Infusorien
desgleichen	schwach	schwach	O. R. = 1; Kurzstäbchen, Infusorien
desgleichen, mehr sandig mit Geruch nach Fäcalien und Gastheer	schwach	schwach	O. R. = 1; Bact. termo
schwarz, organische Substanz stark desaggregirt, viel Sand, von ekelhaftem Geruch	Probegläschen verunglückt.		
hellgrau, stark sandig, von äusserst fauligem Geruch	ziemlich stark	schwach	O. R. = 5; Kurz- und Langstäbchen und Fäden
desgleichen	mässig	mässig	O. R. = 4; Kurzstäbchen, selten Langstäbchen und Mikroccoen
an organischen Resten aller Art sehr reich, mit stark fauligem Geruch vorwiegend Getreideabfälle im Stadium der Fäulniss	gering	stark	O. R. = 1; Bact. termo
desgleichen, von ekelhaftem Geruch	gering	stark	O. R. = 3; Kurzstäbchen
desgleichen, von ekelhaftem Geruch	ziemlich stark	sehr stark	O. R. = 1; desgleichen
schwarz, von mehr sandiger Beschaffenheit	desgl.	stark	O. R. = 4; Lang- u. Kurzstäbchen und Infusorien
Gemenge von viel Grand, Sand, Ziegelsteinen, Glas mit Holz etc.; ekelhafter Geruch	sehr stark	sehr stark	O. R. = 5; Kurzstäbchen und kurze Schrauben
Gemenge verschiedener organischer Abfallstoffe mit wenig Sand	stark	desgl.	O. R. = 5; Kurz- und Langstäbchen und Fäden
wenig organische Stoffe mit Sand und Grand	sehr stark	mässig	O. R. = 5; Kurzstäbchen und Schrauben
viel Grand und Sand	schwach	mässig	O. R. = 4; Kurzstäbchen, selten Langstäbchen und Mikroccoen

№ der Probe	Abstammung des Wassers	Resultate der chemischen Untersuchung						Mikroskopische Prüfung						
		100,000 Theile Wasser enthalten Theile					verbrauchen Sauerstoff zur Oxydation der org. Subst.	Farbe	Geruch	Temp. in °C.	Datum der Probe-nahme	Trübung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Nährlösung an Organismen und beobachtete Formen der letzteren
		Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure								
1	Aus dem Bohrloch № 1 unweit des Alexanderthores	3,40	0,646	—	7,10	—	0,994	trübe	—	—	1882 26/IV	ziemlich stark	nach Schwefelwasserstoff nicht untersucht	O. R. = 5; Bact. termo und Infusorien
2	" " " № 2, Ecke der Alexander- und Pernaer Strasse	2,45	0,722	1,015	13,49	23,40	1,182	—	—	—	do.	—	—	—
3	Aus dem Bohrloch № 3, auf der Alexanderstrasse	1,30	0,399	—	4,26	—	0,892	—	—	—	do.	ziemlich stark	nach Schwefelwasserstoff	O. R. = 4; Bact. termo
4	" der „grossen Pumpe“ auf der Alexanderstrasse	0,66	0,152	15,85	17,75	10,20	0,528	schwach gelbl.	—	7	do.	ziemlich stark	do.	O. R. = 5; Bact. termo und Infusorien (Flagellaten u. Rotatorien)
5	" dem Bohrloch № 4, auf der Alexanderstr. gegenüber der Hilfsstrasse	2,85	0,418	Spur	8,52	nicht best.	0,574	—	—	—	do.	gering	do.	O. R. = 2; Bact. termo, Kurzstäbchen u. Mikrobacterium agile
6	Aus dem Bohrloch № 5, Ecke der Alexander- und Mathäistrasse	2,30	Spur	—	8,449	1,62	1,514	—	—	—	11/V	stark	do.	O. R. = 3; Bact. termo
7	Aus einem Pumpbrunnen in der Mathäistrasse neben Kuntzendorffs Brauerei	0,08	0,437	11,38	13,419	15,40	0,654	schwachgrün. gelb	—	7,9	23/IV	—	—	nicht untersucht
8	Aus einem Pumpbrunnen im Hofe von P. Jacobs Korkenfabrik, Ritterstrasse	—	Spur	28,92	14,20	10,20	0,625	sehr schwach grün. gelb	—	9	20/IV	—	—	desgleichen
9	Aus dem Bohrloch № 6, Ecke der Alexander- und Gertrudstrasse	0,15	0,190	35,04	17,992	14,44	0,413	—	—	—	11/V	mässig	nach Schwefelwasserstoff schwach	O. R. = 2; Bact. termo
10	Aus dem Bohrloch № 7, Ecke der Alexander- und Elisabethstrasse	0,055	0,064	12,70	8,52	18,72	0,421	—	—	—	do.	gering	—	O. R. = 2; desgl.
11	Aus dem Bohrloch № 8, Ecke des Alexander- und Thronfolger-Boulevard	0,100	0,448	1,301	12,780	13,60	0,843	—	—	10,1	13/VIII	mässig	stark	O. R. = 3; Kurzstäbchen
12	Aus dem Bohrloch № 20, auf der Esplanade	—	0,408	7,162	6,213	Spur	0,453	—	—	10,9	27/VI	gering	do.	O. R. = 2; " u. Spirillen
13	" einem Ziehbrunnen in der Ambosstrasse hinter dem Kriegshospital	Spur	Spur	1,503	12,638	3,00	0,569	—	—	8,5	27/VIII	do.	do.	O. R. = 3; Kurzstäbchen
14	Aus einem Pumpbrunnen im Hofe des Zwangsarbeitshauses	0,025	0,184	8,242	14,839	3,70	0,438	—	—	10,0	do.	do.	mässig	O. R. = 3; Lang- und Kurzstäbchen
15	Schöpfbrunnen Ecke der gr. Bären- und Bachstrasse in der Nähe des Bohrloches № 53	Spur	Spur	18,260	12,426	0,60	0,571	gelblich	—	11,0	do.	do.	stark	O. R. = 3; Kurzstäbchen u. Schrauben
16	Schöpfbrunnen in der kl. Bärenstr., in der Nähe des Kriegshospitals	0,300	0,352	0,435	24,140	1,920	1,431	do.	—	8,3	15/IX	sehr gering	mässig	O. R. = 2; Kurzstäbchen u. Mikroccoen
17	Pumpbrunnen auf dem Hofe des Kriegshospitals (für die Apotheke benutzt)	Spur	0,309	7,924	10,153	2,92	0,525	—	—	10,8	27/VIII	do.	ziemlich stark	O. R. = 3; Bact. termo, selten Kurz- u. Langstäbchen
18	Pumpbrunnen im Garten des Kriegshospitals	"	0,260	6,636	11,076	4,88	0,724	—	—	9,0	do.	do.	do.	O. R. = 3; Lang- u. Kurzstäbchen, Fäden und kurze Schrauben
19	" auf dem Petri-Kirchhofe	"	—	2,363	7,100	0,72	0,144	—	—	8,5	do.	fast klar	schwach	O. R. = 1; Bact. termo u. Mikroc.
20	Abessynischer Brunnen auf dem Petri-Kirchhofe	"	Spur	2,000	7,242	0,56	0,068	—	—	8,5	do.	keine	kaum wahrnehmbar	O. R. = 0,5; Bact. termo
21	Pumpbrunnen auf dem Hofe des Aufsehers der lutherischen Kirchhöfe	"	—	3,395	8,094	1,28	0,141	—	—	9,3	do.	gering	schwach	O. R. = 2; Kurzstäbchen u. Schrauben
22	Pumpbrunnen auf dem orthodoxen Pokrow-Kirchhofe	0,050	0,258	7,666	8,094	2,66	0,263	—	—	9,5	do.	do.	do.	O. R. = 1; Kurzstäbchen
23	" in der Charlottenstrasse, unfern des Bohrloches № 26	0,190	0,190	5,723	14,413	Spur	0,516	—	—	8,0	3/VII	do.	stark	O. R. = 2; Kurzstäbchen, Fäden und Mikroccoen
24	Aus dem Bohrloch № 26, auf der Stadt-Viehweide	0,010	0,275	Spur	19,738	5,76	0,336	—	—	14,1	do.	do.	ziemlich stark	O. R. = 3; Kurzstäbchen u. Coccen
25	Ziehbrunnen in der Nähe des Bohrloches № 28	Spur	0,380	19,615	19,383	13,56	1,245	—	—	12,3	do.	do.	stark	O. R. = 5; dieselben
26	Aus dem Bohrloch № 28, in der Nicolaistrasse	5,80	1,064	Spur	35,500	5,46	4,332	—	—	10,3	4/VII	ziemlich stark	sehr stark	O. R. = 5; dieselben
27	" " " № 23, auf der Weide	0,095	—	—	17,466	10,50	0,082	—	—	10,5	27/VI	gering	stark	O. R. = 3; dieselben
28	" " " № 19, im Hofe des Stadtkrankenhauses	0,400	—	17,00	20,803	7,20	1,034	—	—	9,0	do.	—	—	nicht untersucht
29	Schöpfbrunnen im Gögginger'schen Garten	0,040	0,247	3,588	17,395	Spur	0,947	—	—	10,9	3/VII	mässig	stark	O. R. = 4; Kurzstäbchen, Fäden, selten Schrauben
30	Aus dem Bohrloch № 48, Ecke der Nicolai- und Gertrudstrasse	0,060	0,646	37,353	36,139	9,28	0,758	—	—	11,3	27/VI	do.	do.	O. R. = 4; Kurzstäbchen, Mikroccoen, kurze Schrauben u. Mikrob. agile
31	Aus dem Bohrloch № 22, auf der Weide	Spur	—	—	26,128	36,54	1,011	—	—	10,9	do.	do.	ziemlich stark	O. R. = 3; Bact. termo, wenig Kurzstäbchen u. Mikroccoen
32	" " " № 21, Ecke der Elisabeth- und Antonienstrasse	0,250	0,256	0,092	15,975	19,66	1,297	—	—	11,3	3/VII	do.	stark	O. R. = 4; Kurzstäbchen
33	Pumpbrunnen im Hofe des Hauses № 5 in der Mathäistr.	0,450	0,134	19,259	22,933	7,72	0,786	—	—	9,3	10/VIII	ziemlich stark	ziemlich stark	O. R. = 3; Lang- und Kurzstäbchen
34	" " " " № 32 " " Dorpater Str.	Spur	0,893	40,001	50,126	16,68	1,652	gelbl. grün	—	10,2	2/VIII	stark	stark	O. R. = 5; Stäbchen, sehr viele Fäden, wenig Schrauben
35	" am Fuhrmannsstandplatz, Ecke der Suworow- und Newasstrasse	31,00	starke React.	Spur	41,535	42,40	8,780	stark gelbl. und trübe	sehr faulig	2,5	1884 8/II	ziemlich stark	ziemlich stark	O. R. = 3; Bact. termo, Mikroccoen, wenig Spirillen und Infusorien
36	Aus d. Bohrloch № 39 (Ecke d. Romanow- u. Dorpater Str.)	0,780	—	0,136	39,05	12,00	1,511	schwach gelbl.	—	12,2	1882 2/VIII	schwach	sehr stark	O. R. = 5; Stäbchen, Fäden und sehr lange Schrauben
37	" " " № 38, Ecke der Marien- und grossen Newastrasse	0,580	—	2,940	13,135	18,76	1,700	gelbl. grün	—	14,0	do.	stark	stark	O. R. = 4; Kurzstäbchen
38	Pumpbrunnen auf dem Hofe der Harras-Schule bei Alexandershöhe	—	—	1,406	9,230	2,300	0,2019	—	—	8,5	15/IX	gering	do.	O. R. = 2; Bact. termo, selten Kurzstäbchen
39	Pumpbrunnen auf d. Hofe d. Irrenanstalt Alexandershöhe	—	0,1045	9,906	13,277	4,600	0,242	—	—	12,3	do.	mässig	ziemlich stark	O. R. = 3; Lang- u. Kurzstäbchen und Schrauben
40	Brunnen in Möllershof, Haus Mandel	0,05	0,5985	69,80	61,06	49,40	2,320	gelblich	faulig	5,0	1884 8/II	stark	stark	O. R. = 4; Kurzstäbchen, Schrauben u. Fäden
41	Pumpbrunnen in Möllershof, Haus Semenow	2,00	0,209	63,05	39,18	45,60	1,300	—	—	6,0	do.	do.	do.	desgl., Schrauben etwas seltener





Tabelle IV. Resultate der Untersuchung einiger offener Gewässer der Stadt Riga.

№ der Probe	Abstammung des Wassers	Chemische Untersuchung						Mikroskopische Prüfung						
		100,000 Theile Wasser enthalten Theile					ver- brauchen Sauerstoff zur Oxy- dation der org. Subst.	Farbe	Geruch	Tem- pera- tur in ° C.	Datum der Probe- nahme	Trübung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Lösung an Organismen und beobachtete Formen der letzteren
		Ammo- niak	Sal- petrige Säure	Salpeter- säure	Chlor	Schwefel- säure								
113	Stadtcanal, Bassin gegenüber dem Tuckumer Bahnhof	—	0,483	—	3,55	—	1,045	gelblich	—	—	1882 25/V	mässig	stark	O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen, kurze Schrauben
114	„ gegenüber dem Lomonossow-Gymnasium	—	0,503	—	4,402	2,06	0,989	do.	—	—	do.	ziemlich stark	sehr stark	O. R. = 5; Schrauben besonders häufig, Stäbchen und Mikrococcen
115	„ „ Alexander-Gymnasium	0,18	0,589	—	5,609	2,76	0,981	do.	—	—	do.	do.	do.	O. R. = 5; dieselben
116	„ unterhalb der Alexanderbrücke	—	0,845	—	4,260	2,52	0,993	do.	—	—	26/V	mässig	do.	O. R. = 4; Lang- und Kurzstäbchen, seltener Schrauben
117	„ „ Gasanstalt	0,19	0,513	—	4,615	2,62	1,569	do.	—	—	do.	do.	do.	O. R. = 4; dieselben
118	„ am Ausfluss, hinter der Andreasschleuse	0,011	—	—	7,029	3,50	1,304	do.	—	—	do.	ziemlich stark	do.	O. R. = 5; dieselben, viele Schrauben und Fäden
119	„ unterhalb der Alexanderbrücke, zur Zeit des Hochwassers	2,50	—	—	4,97	4,80	3,10	do.	etwas faulig	—	1883 23/IV	stark	ziemlich stark	O. R. = 5; Lang- und Kurzstäbchen, Schrauben
120	„ bei der Jacobsbrücke, zur Zeit des Hochwassers	2,40	—	—	4,97	5,60	2,93	do.	do.	—	do.	do.	do.	O. R. = 5; dieselben
121	Bassin zwischen Andreas- und Katharinendamm	Spur	Spur	—	1,42	2,10	2,10	gelblich	—	1,5	1884 13/II	stark	stark	nicht untersucht
122	Grösserer Teich im Kaiserlichen Garten	1,25	—	—	1,70	2,20	4,82	do.	faulig	2,0	8/II	stark	stark	O. R. = 5; Lang- und Kurzstäbchen, Schrauben, Fäden
123	Kleinerer „ „ „ „	Spur	—	—	0,852	3,60	1,18	do.	do.	2,0	do.	do.	do.	O. R. = 4; Kurzstäbchen, seltener Langstäbchen
124	Rothe Düna, oberer Theil, auf der Stadtweide	0,27	—	—	10,934	7,02	1,955	do.	—	—	1882 27/VI	schwach	ziemlich stark	O. R. = 2; dieselben, selten Schrauben
125	„ „ gegenüber dem Zwangsarbeitshause	0,350	—	—	15,975	nichtbest.	1,417	do.	nach Schwefelwasserstoff	10,0	15/IX	mässig	do.	O. R. = 4; Lang- u. Kurzstäbchen, Fäden
126	„ „ Brücke bei Alexandershöhe	—	0,3325	0,1562	20,235	do.	0,849	schwach gelbl.	—	12,5	do.	do.	do.	O. R. = 4; dieselben
127	Hermelingshofscher Graben bei Möllershof	1,50	Spur	Spur	7,810	Spur	3,87	gelblich	faulig	1,0	1884 8/II	stark	stark	O. R. = 3; Lang- und Kurzstäbchen, Schrauben, Fäden, Infusorien
128	Dünaarm am Katharinendamm bei Möllershof	Spur	—	do.	1,065	2,80	1,36	do.	etwas faulig	1,0	do.	do.	do.	O. R. = 5; dieselben ohne Infusorien,
129	Düna bei Wiebertsholm, am Ufer	—	—	0,094	1,065	3,20	0,579	do.	—	1,3	1882 15/XII	klar	geruchlos	vereinzelt Kurzstäbchen
130	Wasserleitungswasser aus dem cementirten Reservoir des Wasserwerkes	—	—	0,141	1,065	3,60	0,548	do.	—	2,5	do.	sehr schwach	mässig	O. R. = 1; Kurzstäbchen, selten Fäden
131	Düna, am Ufer oberhalb der Mündung des Rodenburger Canals	—	—	—	0,71	2,60	1,67	do.	—	1,5	1883 16/XI	ziemlich stark	ziemlich stark	O. R. = 4; Kurzstäbchen, selten Coccen
132	„ am Ufer ca. 1 Faden unterhalb der Mündung desselben Canals	1,00	Spur	4,72	4,97	5,80	2,30	do.	faulig	2,0	do.	do.	do.	O. R. = 5; meist Schrauben und Langstäbchen, seltener Kurzstäbchen und Fäden
133	„ an der Wensel bei den Ambaren, Mosk. Vorst.	0,10	—	Spur	0,71	2,60	1,67	do.	etwas faulig	1,5	do.	stark	mässig	O. R. = 5; Schrauben und Kurzstäbchen
134	„ oberhalb der Mündung des Riesingcanals	Spur	—	do.	0,71	3,20	1,60	do.	—	1,5	do.	mässig	do.	O. R. = 5; Bact. termo, selten Schrauben
135	„ ca. 1 Faden unterhalb d. Mündung d. Riesingcanals	0,05	—	—	1,065	2,60	1,71	do.	faulig	1,5	do.	stark	schwach	O. R. = 5; Bact. termo, selten Schrauben und Langstäbchen
136	„ oberhalb des zwischen Sünder- und Schaalstr. ausmündenden Canals	—	—	—	0,854	2,40	1,33	do.	—	1,5	1884 13/II	do.	do.	nicht untersucht
137	„ ca. 1 Faden unterhalb des zwischen Sünder- u. Schaalstr. ausmündenden Canals	Spur	Spur	Spur	5,538	2,80	1,84	do.	etwas faulig	2,0	do.	do.	do.	desgleichen
138	Dünaarm bei Andreasholm oberhalb der Mündung des Peterholmschen Canals	3,75	do.	do.	1,065	2,60	8,87	gelblich trübe	stark faulig	5,0	8/II	stark grau	sehr stark	O. R. = 5; Lang- und Kurzstäbchen, Schrauben und Fäden
139	Dünaarm, unterhalb der Mündung desselben Canals	0,125	do.	do.	1,065	3,20	1,85	do. do.	faulig	1,0	do.	stark	stark	O. R. = 5; Kurzstäbchen, lange Schrauben, seltener Langstäbchen
140	Muckenholm'scher Graben, gegenüber der Pychlau'schen Sägemühle	Spur	—	Spur	0,71	2,60	1,59	gelblich	etwas faulig	2,0	1883 16/XI	do.	do.	O. R. = 5; Bact. termo, sehr selten Schrauben und Kurzstäbchen
141	Muckenholm'scher Graben, an der Mündung in die Düna	do.	—	do.	0,71	3,20	1,96	do.	—	2,2	do.	ziemlich stark	schwach	O. R. = 4; dieselben
142	Dünaarm bei Tusow's Badeanstalt auf Gr.-Klüversholm	—	—	—	0,355	3,80	2,01	do.	—	23,5	20/VI	schwach	ziemlich stark	O. R. = 4; Kurzstäbchen, Schrauben und Coccen
143	Marien-Mühlen-Teich, in der Mitte	Spur	0,304	0,612	1,420	7,60	0,848	do.	—	1,0	13/XII	do.	schwach	O. R. = 2; Kurzstäbchen und Coccen
144	Abflussgraben des vorigen, bei Schleicher's Handschuh-Fabrik	do.	—	—	0,71	Spur	9,00	tief braun	—	1,5	16/XI	mässig	mässig	O. R. = 4; Bact. termo, selten Kurzstäbchen und Schrauben
145	Teich bei der „Westphälisch. Draht-Industrie“, Sassenhof	do.	—	—	1,775	3,60	1,88	gelblich	—	18,3	18/VII	sehr schwach	schwach	O. R. = 2; Lang- und Kurzstäbchen
146	Dünaarm bei Ilgezem, gegenüber Schneidemann's Tuchfabrik	do.	—	Spur	1,065	3,72	0,606	do.	—	1,3	8/XII	do.	do.	nicht untersucht

Tabelle V. Wasser der Wasserleitung.

Chemische Untersuchung										Mikroskopische Prüfung		
№ der Probe	Datum der Probenahme a. St.	100,000 Theile Wasser enthalten Theile						ver- brauchen Sauerstoff zur Oxy- dation der org. Subst.	Tem- pera- tur in °C.	Färbung der Nährlösung	Geruch	Relativer Reichthum der Lösung an Organismen und beobachtete Formen
		Abdampf- rückstand, bei 110° C. getrocknet	Am- moniak	Sal- petrige Säure	Salpeter- säure	Chlor	Schwe- felsäure					
	1882											
147	28. Juni	nichtbestimmt	—	—	Spur	6,106	1,36	0,526	16,9	weisslich trübe	stark	O. R. = 4; Bacter. termo
148	13. August	18,93	—	—	0,1224	9,585	3,80	0,655	17,0	do.	do.	O. R. = 4; dieselben, Mikroccocci
149	14. Sept.	20,58	—	—	0,1250	13,135	2,40	0,574	12,5	do.	do.	O. R. = 4; dieselben, wenig Kurzstäbchen
150	14. Octbr.	23,17	—	—	0,1090	3,55	7,00	0,389	11,5	do.	mässig	O. R. = 3; wie vorher
151	15. Nov.	23,70	—	—	0,094	1,420	4,40	0,507	4,0	do.	do.	O. R. = 4; Bacter. termo u. Kurzstäbchen
152	14. Dec.	25,99	—	—	0,141	1,065	2,60	0,582	4,0	do.	do.	O. R. = 3; dieselben und Fäden
	1883											
153	14. Jan.	27,54	—	—	0,094	1,420	3,20	0,459	3,2	do.	schwach	O. R. = 2; Kurzstäbchen
154	14. Febr.	24,82	—	—	0,094	1,065	4,40	0,400	3,2	do.	mässig	O. R. = 3; Bacter. termo, Kurzstäbchen, Fäden
155	14. März	24,58	—	—	0,094	1,420	5,20	0,494	2,8	do.	do.	O. R. = 3; Bacter. termo
156	11. April	12,80	—	—	—	0,355	Spur	0,820	3,0	schwach	schwach	O. R. = 1; wie vorher
157	14. Mai	17,90	—	—	—	0,360	3,00	3,05	10,5	weisslich trübe	ziemlich stark	O. R. = 3; sehr feine Kurzstäbchen
158	14. Juni	17,18	—	—	—	0,710	3,20	1,69	15,0	do.	do.	O. R. = 3; Kurzstäbchen
159	15. Juli	18,22	—	—	—	0,710	3,20	2,01	16,5	do.	sehr stark	O. R. = 5; dieselben
160	14. Aug.	19,15	—	—	—	1,420	1,20	1,70	16,5	do.	stark	O. R. = 5; dieselben und Mikroccocci
161	15. Sept.	22,12	—	—	—	1,065	2,60	1,17	13,0	do.	mässig	O. R. = 3; Kurzstäbchen
162	14. Octbr.	17,85	—	—	—	0,710	3,20	1,45	8,2	do.	do.	O. R. = 3; dieselben
163	14. Nov.	18,83	—	—	—	1,065	2,60	1,42	5,8	do.	do.	O. R. = 4; Bacter. termo
164	14. Dec.	18,61	—	—	—	0,710	2,80	1,39	3,5	do.	stark	O. R. = 5; dieselben
	1884											
165	14. Jan.	18,05	—	—	—	0,710	3,20	1,37	3,0	do.	do.	O. R. = 5; dieselben
166	18. Febr.	nichtbestimmt	—	—	—	1,065	3,20	1,26	3,0			nicht untersucht