

752 757

Bacteriologische Untersuchungen
des
Grundwassers in Jurjew

nebst
Studien über das Verhalten einiger Saprophyten im Wasser.

—•••••—
Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät
der Kaiserlichen Universität zu Jurjew

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

G. Tager,
Arzt.

St. Plikho
4-612

Ordentliche Opponenten:

Dr. A. Sokoloff. — Docent Dr. E. Stadelmann. — Prof. Dr. B. Koerber.

—•••••—
Jurjew.

Schnakenburg's Buchdruckerei.
1893.

Печатано съ разрѣшеніа Медицинскаго Факультета Императорскаго
Юрьевскаго Университета.

Референтъ: Профессоръ Д-ръ Б. Керберъ.

Юрьевъ, 5 Мая 1898 г.
№ 396.

Деканъ: Драгендорфъ.

MEINER THEUREN MUTTER

UND

DEM ANDENKEN MEINES VATERS

GEWIDMET.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

463530

TRU Raamatukogu

Beim Scheiden von der hiésigen Hochschule sei es mir gestattet, allen meinen hochverehrten Lehrern, für die mir zu Theil gewordene wissenschaftliche Ausbildung meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Insbesondere bitte ich Herrn Prof. B. Koerber, auf dessen Anregung vorliegende Arbeit entstand, meinen tiefsten Dank für die lebenswürdige Unterstützung mit Rath und That entgegenzunehmen.

Meinem lieben Collegen, Dr. M. Lossky, Assistenten am hygienischen Institut spreche ich für sein freundliches Entgegenkommen meinen besten Dank aus.

Das Wasser können wir nicht nur als Nahrungstoff betrachten, den wir neben den anderen Nahrungsmitteln dem Organismus zuführen müssen, um das ausgeschiedene Quantum zu ersetzen, damit der Organismus in Gleichgewicht erhalten werde, sondern es ist auch zu gleicher Zeit eines der wichtigsten Genussmittel und trotzdem wird, wie Fränkel¹⁾ sich ausdrückt, „kein anderes Nahrungs- oder Genussmittel vor dem Gebrauche so wenig verändert und damit etwaiger Schädlichkeiten entkleidet, wie das Wasser, kein anderes ist bei alledem in der Regel Verunreinigungen jeder Art so schutzlos preisgegeben, wie eben dieses.“

Das Wasser muss, wie die übrigen Nahrungsmittel eine gute Beschaffenheit besitzen, die aber wiederum in erster Linie von seiner Reinheit abhängig ist.

Besitzt das Wasser diese Eigenschaft nicht, so kann es dem Organismus grossen Schaden verursachen, indem dadurch verschiedene Krankheiten entstehen können.

„Wenn man nach einer Ursache einer Epidemie sucht, wird man nicht umhin können, zu überlegen, ob das Wasser so ganz unbetheiligt gewesen ist, sagt Virchow²⁾. Wir sehen aber, dass bevor man noch die Ursa-

1) Zeitschrift für Hygiene Bd. VI. Untersuchung über Brunnen- und Grundwasserinfektion und den Keimgehalt des Grundwassers, pag. 23.

2) Citat bei C. Fränkel und Piefke: Versuche über die Leistungen der Sandfilter. Zeitschrift für Hygiene Bd. VIII. pag. 5.

chen der Infectionskrankheiten kennen gelernt hat, man doch schon hat beobachten können, dass zwischen der Verbreitung von Infectionskrankheiten und dem Trinkwasser ein gewisser Zusammenhang existire. So drückt sich Formey¹⁾ im vorigen Jahrhundert aus: «Berlin würde jährlich 200 Menschen weniger auf der Todtenliste haben, wenn man aufhörte die Nachteimer in die Spree auszu-leeren.» Empirisch hat schon das Volk herausgefunden, dass ein Zusammenhang zwischen Krankheiten und Trinkwasser existire. Dass die Aerzte beim Ausbruch von Epidemien schon im Mittelalter beschuldigt wurden das Wasser vergiftet zu haben deutet schon darauf hin, dass das Volk die Ursache der Entstehung der Epidemien auf das Wasser zurückführte. Diese Ansicht hat sich noch leider bis zur Jetztzeit erhalten; das lehren uns die Vorgänge in den letzten Jahren, während der Choleraepidemien in Italien und Russland, wo aufrührische Bewegungen unter dem Volke gegen die Aerzte entstanden.

Seitdem man aber die Aethiologie mehrerer Infectionskrankheiten in specifischen Microorganismen kennen gelernt hat, kam man immer zur Ueberzeugung, dass das Trinkwasser bei der Verbreitung derselben wirklich eine wichtige Rolle spielt. Ja für manche Infectionskrankheiten, namentlich für Cholera und Typhus sind sogar die eigentlichen Krankheitserreger sicher im Wasser nachgewiesen worden.

So gelang es Rob. Koch²⁾ die Kommabacillen

1) Citat bei Frank: Die Veränderungen des Spreewassers. Zeitschrift für Hygiene Bd. III, pag. 361.

2) Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 entsandten Commission. Berlin 1887. pag. 182.

der Cholera in dem Wasser eines Weihers, wo Wäsche von Choleraerkranken gewaschen wurden, nachzuweisen. Auch gelang es Nicati und Rietsch¹⁾ im Seewasser bei Marseille, zur Zeit einer Choleraepidemie, Cholerakeime nachzuweisen. In letzter Zeit gelang es Pasquale²⁾ während der Choleraepidemie zu Massauah im Wasser zweier Brunnen Choleraerbacillen zu finden. Auch im feuchten Boden in der Umgebung der Brunnen konnte er dieselben nachweisen. Nun stellte sich bald heraus, dass diejenigen, welche das Wasser der inficirten Brunnen benutzten, an Cholera erkrankten. Auch Fränkel³⁾ gelang es in den Wasserproben aus den verschiedenen Duisburger Wasserläufen, Choleraerkeime aufzufinden.

Viel häufiger sind schon die Typhusbacillen im Wasser gefunden worden. Zum ersten Male wurden sie von Moers⁴⁾ in einem Brunnen entdeckt, welcher durch Jauche stark verunreinigt war. Auch vielen anderen Forschern gelang der Nachweis von Typhusbacillen im Wasser.

Der Grund, warum man bisjetzt doch so selten die pathogenen Microorganismen im Wasser gefunden hat, besteht darin, dass unsere Untersuchungsmethoden noch nicht feingenuß ausgebildet sind und die Untersuchung gewöhnlich zu einer solchen Zeit vorgenommen wird, wo die Microorganismen nicht mehr nachzuweisen sind, da in der Zeit von der Infection bis zum Ausbruch der Krankheit dieselben gewöhnlich absterben, weil die

1) Citat bei Kubel-Gärtner. pag. 481.

2) Supplement zur Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1892, pag. 236.

3) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. XII, pag. 914.

4) Citat bei Kubel-Gärtner.

Lebensdauer der pathogenen Microorganismen im Wasser bekanntlich eine beschränkte ist.

Aus diesem Grunde werden wir nicht nur solches Wasser als verdächtig betrachten, wo wirklich pathogene Microorganismen gefunden worden sind, sondern auch solches, wo nur eine Möglichkeit einer Infection mit Krankheitskeimen gegeben ist.

Die Mittel, welche uns zu Gebote stehen bei der Beurtheilung eines Wassers sind: 1) die bacteriologische Untersuchung, 2) die chemische Untersuchung und 3) die Besichtigung des Brunnens und seiner Umgebung. Die erste Methode giebt uns ein klares Bild über Quantität und Qualität der Keime, unter denen wir gelegentlich auch pathogene Keime auffinden. Die chemische Untersuchung giebt uns Anhaltspunkte dafür, ob im Wasser irgend welche Verunreinigungen mit Schmutzstoffen vorhanden sind, indem sie uns in demselben Stoffe nachweist, welche unter normalen Verhältnissen nicht vorkommen dürfen.

Die Besichtigung des Brunnens und seiner Umgebung muss deshalb vorgenommen werden, um anormale Verbindungen zwischen Abtritten, Schlammkästen, Jauchstätten etc. und dem Brunnen aufzudecken. Am besten ist es, wenn man alle 3 Methoden bei der Beurtheilung eines Wassers berücksichtigt, da sie sich ergänzen.

Zu meinen Untersuchungen dienten mir 3 Brunnen, von welchen 2 vor 3 Jahren, der dritte vor 2 $\frac{1}{2}$ Jahren in einem Garten, der in einer Niederung am rechten Ufer des Embach gelegen ist, angelegt worden sind. Die betreffenden Brunnen sind ausschliesslich zur hygienischen Untersuchungszwecken bestimmt. Etwa vor 2 $\frac{1}{2}$

Jahren wurden an diesen Brunnen Untersuchungen von Keck¹⁾ angestellt. Diese Brunnen sind von ihm folgendermassen beschrieben: „in die Erde wurde ein viereckiges Loch bis unter den Grundwasserspiegel gegraben, alsdann wurden 3 Thonröhren von 32 cm. Durchmesser hineingelassen. Die Verbindung zwischen den einzelnen Röhren wurde durch Becherverschluss und Cement hergestellt, so dass das Eindringen fremder Elemente in den Brunnen von der Seite her verhindert wurde; damit auch von oben her jegliche Verunreinigungen vermieden werden, wurden die oberen Oeffnungen durch gut schliessende Holzdeckel verschlossen. Die Bodenschichten, durch welche man beim Graben durchdringen musste, waren schwarze Erde und Lehm mit Torf gemischt.“

Die Anlegung des dritten Brunnens geschah nach den Angaben von Bratanowicz²⁾, dem sie auch als Untersuchungsobject dienten, in derselben Weise, nur massen die zur Fassung des Brunnens benutzten Thonröhren 22 cm. im Durchmesser und lag die Brunnensohle im Triebssande. Die betreffenden 3 Brunnen werden in den beiden genannten Dissertationen als Brunnen IV A, IV B und IV C bezeichnet, welche Benennung auch ich beibehalte. Die Messungen dieser 3 Brunnen ergaben von der Erdoberfläche bis zur Brunnensohle gerechnet 192 cm. (IVA), — 184 cm. (IVB), — und 240 cm. (IVC). Die Röhren der ersten 2 Brunnen überragen den Erdboden um 40 cm., die der dritten nur um 10 cm.

1) Ueber das Verhalten der Bacterien im Grundwasser Dorpat. Dissert. Dorpat 1890.

2) Ueber den Keimgehalt des Grundwassers in Dorpat. Dissert. Dorpat 1892.

Bevor ich zu meinen Untersuchungen übergehe, möchte ich im Kurzen den Gang und die Methode der Untersuchung besprechen. Zur Entnahme der Wasserproben aus den Brunnen benutzte ich kleine viereckige Fläschchen von 25 ccm. Inhalt, welche mit gut eingeschliffenen Glasstöpseln versehen waren. Diese Fläschchen wurden vermittelt des von Kirchner¹⁾ beschriebenen Apparates in den Brunnen versenkt. Die Entnahme geschah um 1/2,9 Uhr Morg. Die Probefläschchen wurden, um das Wasser vor dem Gefrieren zu schützen, zunächst in ein mit Watte gefülltes Holzkästchen und darauf in einen grösseren Blechkasten hineingelegt und sodann in das hygienische Institut transportirt, wo sofort, um nicht zu falschen Resultaten zu kommen, die Verarbeitung der Proben vorgenommen wurde, — denn wie Wolffhügel²⁾, Bolton³⁾, Heraeus⁴⁾, und A durch Experimente nachgewiesen haben, vermehren sich die Keime beim längeren Stehen in der Wärme.

Sämmtliche Utensilien wie Pipetten, Verdünnungsgefässe, Fläschchen, Apparat und Schnur wurden von mir persönlich jeden Tag sterilisirt.

Von den 3 bekannten Untersuchungsmethoden: Koch'schen Gelatineplattenmethode, August Smith's Reagensglasmethode und Fol-Dunant's Verdünnung-

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde Bd. XI, pag. 647.

2) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. I, 1886 pag. 461.

3) Ueber das Verhalten verschiedener Bacterien im Trinkwasser. Zeitschrift für Hygiene Bd. I, pag 92.

4) Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnen, sowie über reducirende und oxydirende Eigenschaften der Bacterien. Zeitschrift für Hygiene Bd. I, pag. 202.

methode, benutzte ich das von Esmarch modifizierte Koch'sche Verfahren, welches für die quantitative Bestimmung der Bacterien am geeignetsten ist. Die einzige Unannehmlichkeit, auf welche man bei dieser Methode stösst, ist die, dass bei den Röhren, welche Esmarch empfohlen hat, es sehr häufig vorkommt, dass beim Rollen die verflüssigte Gelatine den Wattepropf mit einer dicken für Luft undurchdringlichen Schicht überzieht, in Folge dessen eine grössere Zahl von Microorganismen namentlich aërobe nicht zur Entwicklung kommen können. Bei den von Prof. Koerber modifizierten Röhren, wird dieser Uebelstand beseitigt.

Auch benutzte ich den Centrifugirapparat von Prof. Koerber, vermittelt welchen die verflüssigte Gelatine in gleichmässiger Schicht an den Wandungen des Röhrens ausgebreitet und zum Erstarren gebracht wird. War die Zahl der in den Röhren ausgewachsenen Colonien eine geringe, so wurde das ganze Röhren durchgezählt, im entgegengesetzten Falle wurde der von Prof. Koerber construirte Zählapparat benutzt.

Die Anforderungen, welche an das Trinkwasser vom hygienischen Standpunkte gegenwärtig gestellt werden, sind, seitdem man die grosse Bedeutung des Wassers bei der Verbreitung von Infectionskrankheiten kennen gelernt hat, ganz andere geworden, als sie noch vor einem Decennium waren. Damals begnügte man sich mit der Feststellung der organischen Substanzen, Salpetersäure und Chlor, und man verlangte, dass gewisse Grenzwerte dieser Substanzen nicht überschritten werden sollten, während jetzt hauptsächlich gefordert wird, dass das Wasser frei von Krankheitserregern sein soll.

Die Bezugsquellen, welche dem Menschen zur Verfügung stehen um seinen Wasserbedarf zu decken, sind verschiedene. Wir unterscheiden Oberflächenwasser, Grund- und Quellwasser. Zu dem ersteren gehören Fluss-, Bach- und Seewasser.

Wenn wir nun die einzelnen Bezugsquellen, die bei der Wasserversorgung in Betracht kommen, auf die Möglichkeit einer Infection mit Krankheitserregern vergleichen, so müssen wir zugeben, dass das Oberflächenwasser zu jeder Zeit einer solchen ausgesetzt ist. Schon seit mehreren Jahrhunderten war es in vielen Städten üblich alle menschlichen und thierischen Abfallstoffe zum Theil im Boden versickern zu lassen, theilweise durch oberirdische Rinnsteine oder unterirdische Sielen dem benachbarten Flusse zuzuführen. Dies war selbstverständlich die billigste und einfachste Methode um den Unrath zu entfernen, eine Erscheinung, welche leider noch bis zum heutigen Tage sogar in vielen grossen cultivirten Städten practicirt wird, obwohl man schon jetzt ganz genau weiss, mit welchen Gefahren für die Einwohner dies verbunden ist. Ausserdem ist aber das Oberflächenwasser von anderen Seiten her der Verunreinigung ausgesetzt; — aus der Luft gelangen fortwährend in dasselbe Bacterien hinein; mit dem Regen, während der Schneeschmelze werden sie demselben zugeführt, mit einem Worte: „in der freien Natur wird niemals ein keimfreies Oberflächenwasser vorkommen, stets wird es sich als mit Bacterien verunreinigt zeigen“ (Frank¹⁾).

Aus alledem geht hervor, dass ein solches Wasser

1) l. c. pag. 375.

aus dem Gebrauche selbstverständlich ausgeschlossen werden muss. Das Wasser muss auf irgend eine Weise von den Bacterien befreit werden und dies suchte man durch Filtration zu erreichen, welche auch in vielen Städten im Grossen eingeführt worden ist. In der That enthält das filtrirte Wasser viel weniger Keime, als das unfiltrirte und man meinte, dass auch diese wenigen im Filtrat auftretenden Keime, nicht aus dem unfiltrirten Wasser herkommen, sondern dass sie nur unvermeidliche, den nicht sterilisirten Bestandtheilen des Filters entstammende Beimengungen darstellen. Man setzte voraus, dass die Filtration eine vollkommene sei und dass sie sicher jede Infection ausschliesse.

Diese allgemein verbreitete Meinung wurde von C. Fränkel und Piefke¹⁾ durch ihre Untersuchungen vollständig widerlegt.

In Berlin brach plötzlich eine ziemlich starke Typhusepidemie aus, die sich auf ein scharf begrenztes, zusammenhängendes Gebiet beschränkte. Vor Allem wurde an das Trinkwasser als Quelle der Infection gedacht. Bei genauerer Forschung stellte sich heraus, dass das betreffende Gebiet vom Strahlauer Wasserwerke mit filtrirtem Wasser versorgt wurde. Dadurch veranlasst, stellten die genannten Autoren Versuche an, ob überhaupt die Sandfiltration uns die sichere Garantie gegen eine Verschleppung etwaiger Infectionserreger aus dem verdächtigen Flusswasser biete. Zu diesem Zweck construirten sie einen Filter, welcher genau den grossen Sandfiltern des Berliner Wasserwerkes entsprach. Sie stellten zuerst mit *Bac. violaceus* Versuche an, da

1) Versuche über die Leistungen der Sandfiltration. Zeitschrift für Hygiene Bd. VIII, pag. 1.

derselbe als chromogener Bacillus leicht aufzufinden war. Es ergab sich, dass während der ganzen Dauer des Versuches, diese Bacterien fortgesetzt den Filter passirten.

Um nun festzustellen, wie es sich mit den pathogenen Bacterienarten verhält, was selbstverständlich von grosser practischer Bedeutung ist, stellten sie weitere Versuche an und zwar mit Typhus- und Cholera-bacillen. Auch hier hat sich herausgestellt, dass sie von Filter nicht zurückgehalten werden. Somit haben sie durch ihre Versuche bewiesen, dass die Sandfiltration keine vollkommene ist und dass in's Filtrat immer aus dem unfiltrirten Wasser Keime gelangen auch bei normal verlaufendem Filtrationsprocesse. Die Menge derselben wird natürlich steigen, wenn irgend eine Unordnung im Filter sich einstellt, was auch sehr häufig vorkommt. Dass aber filtrirtes Wasser weniger Gefahren mit sich bringen wird als nicht filtrirtes, ist selbstverständlich. Aus diesen eben genannten Gründen müssen wir ein solches Verfahren für die Gesundheit unschädliches Wasser zu gewinnen verwerfen, überhaupt die Versorgung mit Oberflächenwasser ganz aufgeben und uns an das Quell- oder Grundwasser wenden.

Die Quellen müssen in Bezug auf Qualität und Sicherheit vor Verunreinigungen bei der Wasserversorgung die erste Stelle einnehmen. „Das Quellwasser gewährt allein die Garantie der erforderlichen Reinheit und wird allein die vollständige Sicherheit gegen die bekannten Gefahren der Uebertragung der Infectionskeime durch das Trinkwasser liefern“ (Vaillard¹).

1) Citat im Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. VII, pag. 610.

Da aber nicht jede Stadt Quellen besitzt und da das Wasser, welches die Quellen liefern, nicht immer ausreicht, um dem Bedürfniss einer grösseren Bevölkerung vollständig zu entsprechen, so muss unter solchen Verhältnissen das Grundwasser in erster Reihe in Betracht kommen.

Es ist schon von vielen Seiten her die Meinung ausgesprochen worden, dass das Grundwasser, wenn es aus tieferen nicht inficirten Bodenschichten stammt und in geeigneter Weise zu Tage gefördert wird, keimfrei ist. „Im Grundwasser, namentlich solchem, welches einem gut filtrirenden Boden entstammt, dessen Schichten Microorganismen zurückzuhalten im Stande sind und vorausgesetzt, dass man es in geeigneter Weise entnimmt, besitzen wir nicht allein ein vor Infection vollständig geschütztes Material, sondern auch ein Wasser, welches nach seinen anderen Eigenschaften dem besten Quellwasser ebenbürtig an die Seite gestellt werden kann (Proskauer¹). Auch Fränkel²) spricht sich für das Grundwasser folgendermassen aus: „Das Grundwasser hat an und für sich alle Eigenschaften, die es zum Gebrauche empfehlenswerth machen. Die atmosphärischen Niederschläge erfahren bei ihrem langsamen Durchgange durch den Boden eine Veredelung in jeder Hinsicht und werden so zu einem wahren Genussmittel; dann wird aber das Wasser auf seinem Wege zu den tieferen Schichten auch so vollständig von etwaigen

1) Beitrag zur Kenntniss der Beschaffenheit von stark eisenhaltigen Tiefbrunnenwässern etc. Zeitschrift für Hygiene. Bd. IX pag. 148.

2) l. c. pag. 31.

schädlichen Stoffen befreit, wie dies durch kein sonstiges Mittel erreicht werden kann.“

Besonders schlagende Beweise für die Keimfreiheit des Grundwassers wurden von C. Fränkel¹⁾ geliefert. Er benutzte zu seinem Versuche 2 Röhrenbrunnen auf dem Hofe des hygienischen Institutes zu Berlin. Er unterzog das Wasser einer bacteriologischen Untersuchung und fand einen sehr grossen Keimgehalt; dann liess er 500 Liter Wasser auspumpen und untersuchte das Wasser wiederum. Die Zahl der Keime war auf ein Minimum reducirt. Diese Erscheinung veranlasste ihn anzunehmen, dass das zum Brunnen zufließende Wasser keimfrei sei und nur innerhalb des Brunnens selbst die Entwicklung der Bacterien stattfindet. Um noch weiter seine Vermuthung zu bekräftigen, stellte er folgenden Versuch an: er unterzog das Brunnenrohr und den Pumpenkopf einer gründlichen Desinfection mittelst einer 2% Lösung einer Mischung von Carbol- und Schwefelsäure.

In der That zeigte es sich, dass das Wasser im Brunnen 7 Tage lang steril blieb, obwohl man schon am zweiten Tage mit den feinsten Reagentien auch nicht die geringsten Spuren der desinficirenden Lösung nachweisen konnte.

Noch merkwürdiger ist die Thatsache, dass die betreffenden Brunnen in einer sehr stark bewohnten Gegend angelegt sind, in deren Nähe die sog. „Müllgrube“, die Ablagerungsstätte der festen Abfallstoffe der Berliner Häuser sich befindet. Die Erklärung für die Keimfreiheit des Grundwassers sehen Fränkel und A. in der

1) l. c. pag. 34.

filtrirenden, zurückhaltenden Kraft des Bodens. Wir sehen also, was ein gut filtrirender Boden zu leisten im Stande ist. Andererseits aber warnt auch Fränkel davor, diese Thatsache zu verallgemeinern. Im Gegentheil wir stossen sehr häufig auf eine ganze Reihe von Bedingungen, unter denen der Boden seine filtrirende Kraft einbüsst und das Grundwasser keimhaltig ist. Es kommt hier hauptsächlich auf die Porosität und auf die Dicke der filtrirenden Erdschicht von der Oberfläche bis zum Grundwasser an. Besteht der Boden aus grobporigem Material, wie z. B. aus lockerem Geröll, grobem Kies, Torf etc., oder reicht das Grundwasser bis dicht unter die Oberfläche des Bodens, so dass die filtrirende Schicht von geringer Mächtigkeit ist, so haben wir immer auf keimhaltiges Wasser zu rechnen, unter denen sich gelegentlich auch pathogene Bacterien vorfinden können. Wenn wir näher die Verhältnisse Dorpat's in's Auge fassen, so finden wir, dass auch Dorpat auf das Grundwasser ausschliesslich angewiesen ist. Das Embachwasser als Nutz- und Trinkwasser zu verwerthen, kann gar nicht die Rede sein. Das Wasser ist immer mit organischen, pflanzlichen und thierischen Substanzen gesättigt; beim Durchfliessen durch die Stadt erhält der Fluss durch die unterirdischen Sielen und oberirdischen Rinnsteine alle möglichen Verunreinigungen. Abgesehen davon, dass das Wasser unappetitlich aussieht, indem es trübe ist, Algen und kleine Wasserthierchen enthält, ist es noch durch die verschiedenartigsten Zuflüsse immer der Gefahr ausgesetzt Infectionsstoffe zu erhalten. Dieselben können auf diejenigen, die das Wasser gebrauchen, übertragen werden.

Die bacteriologische Untersuchung, die von Haudring¹⁾ vorgenommen wurde, ergab, dass dasselbe recht reich an Bacterien war, obgleich er das Wasser im Winter untersucht hat, wo der Embach in seinem ganzen Verlaufe mit einer dicken Eisdecke bedeckt war, die das Wasser vor Verunreinigungen schützen musste.

In der That beziehen auch die meisten Einwohner Dorpat's ihr Trink- und Nutzwasser, abgesehen von denjenigen, welche am Flusse leben und von den Universitätsgebäuden, die von der Universitätsleitung mit Wasser versorgt werden, vermittelst Pump- oder Ziehbrunnen aus dem Grundwasser.

Das Grundwasser wurde in bacteriologischer Beziehung im Jahre 1890 von Keck²⁾ untersucht. Er untersuchte dasselbe von März bis August und fand dasselbe immer sehr keimreich.

Im Jahre 1892 wurden wiederum von Bratanowicz³⁾ bacteriologische Untersuchungen des Grundwassers angestellt. Die Versuche von Keck, Bratanowicz und mir sind an denselben Brunnen gemacht worden.

Auch Bratanowicz kam zu dem Resultat, dass das Grundwasser Dorpat's sehr bacterienreich ist und dass die Bacterienzahlen bei fortlaufender Untersuchung grosse Schwankungen aufweisen.

Der Zweck meiner Untersuchungen war festzustellen, wie sich das Grundwasser in den Wintermonaten verhält, wo der Boden sehr tief gefroren und dadurch für Flüssigkeiten fast undurchlässig ist, in Folge dessen

1) Bacteriologische Untersuchungen einiger Gebrauchswässer Dorpat's. Dissert. Dorpat 1888.

2) l. c.

3) l. c.

die Zuflüsse von oben her vollständig ausgeschlossen sind. Der Brunnen ist also ausschliesslich auf dasjenige Wasser angewiesen, welches während der nassen Jahreszeit in den unterirdischen wasserführenden Schichten sich angesammelt hat. Dieses Wasser muss bis es zum Brunnen gelangt, einen längeren Weg zurücklegen, folglich auch die Filtration eine vollkommene sein.

Auch wurde mir die Aufgabe gestellt zu beobachten, inwiefern das Grundwasser mit dem Beginn des Aufthauens des Bodens verändert wird.

Was nun die Construction der Brunnen, an denen die Versuche angestellt worden sind, betrifft, so handelt es sich, wie schon erwähnt wurde, um Kesselbrunnen; dabei ist aber dafür gesorgt worden, dass in dieselben nur das Grundwasser hineinfliesen kann, während die Zuflüsse von den Seiten her durch die wasserdichten Thonröhren vollständig ausgeschlossen sind.

Die betreffenden Brunnen waren vom October 1892, bis zum Januar, wo ich meine Untersuchungen begann, mit Holzdeckeln verschlossen und nicht benutzt worden.

Es ist schon von mehreren Autoren, so Roth¹⁾, Cramer²⁾, Bolton³⁾ u. A. darauf hingewiesen worden, dass, wenn eine Wasseranlage eine Zeit lang nicht benutzt wird und die Zufuhr frischen Grundwassers sistirt, die Zahl der Bacterien in demselben bedeutend zunimmt.

Ich konnte in Folge dessen schon voraussagen, dass der Keimgehalt in meinen Versuchsbrunnen sich als recht gross erweisen werde, was sich auch bestätigt hat, wie aus den Tabellen I, II und III zu ersehen ist.

1) Deutsche Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege Bd. XXI. pag. 318.

2) Citat bei Kubel-Tiemann.

3) l. c. 90.

Tabelle I.

Brunnen IV A.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.			
					Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.
					I.	II.	III.	
18./I.	22./I.	2,5° C.	131	1/100	204750	213125	172125	196667
19./I.	25./I.	—	—	1/200	193440	176400	170283	180041
20./I.	26./I.	—	—	1/200	146242	187200	177862	170435
21./I.	27./I.	—	—	1/200	418965	445500	231900	365222
22./I.	28./I.	—	—	1/200	342240	450000	312872	368371
24./I.	29./I.	2	139	1/200	618000	592800	640902	619001
25./I.	30./I.	—	—	1/200	421800	439250	301475	387508
26./I.	31./I.	—	—	1/200	253500	276675	241800	257325
27./I.	1./II.	—	—	1/200	500388	454100	—	477244
28./I.	2./II.	—	—	1/200	570400	458002	—	514201
29./I.	3./II.	—	—	1/200	420941	476276	—	448608
30./I.	4./II.	2	—	1/200	429000	335780	—	382390
31./I.	5./II.	—	—	1/200	741000	878324	—	809662

Tabelle II.

Brunnen IV B.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.				Bemerkungen.
					Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	
					I.	II.	III.		
18./I.	23./I.	2,5° C.	135	1/200	425150	385875	322778	377934	
19./I.	25./I.	—	—	1/200	261950	181350	verdorb.	221650	
20./I.	26./I.	—	—	1/200	310000	278212	251745	279989	
21./I.	27./I.	—	—	1/200	341580	298220	330460	323420	
22./I.	28./I.	—	—	1/200	485500	429000	356250	423583	
23./I.	29./I.	—	135	1/200	350700	320872	298350	323307	23./I. gepumpt bis 180 Wasserstand.
24./I.	30./I.	2	—	1/200	202125	214986	182280	199797	
25./I.	31./I.	—	—	1/200	128456	129226	160720	139467	
26./I.	31./I.	—	131	1/200	142800	161500	129477	144592	
27./I.	1./II.	—	145	1/200	50375	64000	—	57187	26./I. gepumpt bis 180 Wasserstand.
28./I.	2./II.	—	141	1/200	110625	80250	—	95422	
29./I.	3./II.	2	137	1/200	123936	126440	109571	119982	
30./I.	4./II.	—	137	1/200	91650	164000	—	127825	
31./I.	5./II.	—	137	1/200	542220	508805	401100	484042	
1./II.	6./II.	1,8	136	1/200	646400	596880	—	591640	
2./II.	7./II.	—	136	1/200	746900	725400	—	736150	

Tabelle III.

Brunnen IV C.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in Cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.				Bemerkungen.
					Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.	
					I.	II.	III.		
18./I.	25./I.	2,5°C.	128	1/100	164525	197786	222148	19489	
19./I.	27./I.	—	—	1/50	321300	242091	—	281695	
20./I.	28./I.	—	—	1/100	205321	200412	198428	201387	
21./I.	29./I.	—	—	1/100	235750	148219	230220	204731	
22./I.	30./I.	—	—	1/100	148218	144000	—	146109	
23./I.	31./I.	—	—	1/100	65250	55320	—	60285	
24./I.	31./I.	2,5	125	1/100	316200	416347	—	366273	
25./I.	1./II.	—	—	1/200	243750	239850	—	241800	
26./I.	2./II.	—	—	1/200	161250	203532	217560	194114	
27./I.	3./II.	—	—	—	verdorben			—	
28./I.	4./II.	—	—	—	verdorben			—	
29./I.	5./II.	—	—	1/200	183967	203532	—	193749	29./I. gepumpt bis 239 Wasserstand.
30./I.	6./II.	2,5	124	1/200	267980	215722	—	241851	
31./I.	7./II.	—	140	1/200	124000	108444	158000	130145	
1./II.	8./II.	—	124	1/200	14400	17400	—	15900	
2./II.	9./II.	—	124	1/200	12600	15000	—	13800	2./II. gep. bis 240 Wasserstand.
3./II.	10./II.	3	144	1/200	8600	7000	—	7800	

Brunnen IV C. (Fortsetzung).

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcm.			Bemerkungen.
					Rollröhrchen.		Durchschnittszahl.	
					I.	II.		
4./II.	11./II.	3	144	1/200	7200	8800	8000	
5./II.	12./II.	—	125	1/200	12000	19000	15500	5./II. gepumpt bis 238 Wasserstand.
6./II.	13./II.	—	140	1/200	12000	14000	13000	
7./II.	14./II.	—	124	1/200	14000	verfl.	14000	
8./II.	15./II.	2,5	124	1/200	20000	20000	20000	
9./II.	16./II.	—	125	1/200	18000	14000	16000	
10./II.	16./II.	—	125	1/200	30000	verfl.	30000	10./II. gepumpt bis 242 Wasserstand.
11./II.	17./II.	—	145	1/100	12000	15300	13650	
12./II.	18./II.	—	125	1/100	10000	12600	11300	
13./II.	19./II.	—	125	1/100	2400	4200	3300	
14./II.	20./II.	2,5	126	1/100	5800	6500	6150	
15./II.	21./II.	—	126	1/100	14000	15000	14500	
18./II.	24./II.	—	126	1/100	28000	26300	27150	
19./II.	25./II.	—	124	1/100	21500	22000	21750	
20./II.	26./II.	—	124	1/50	21650	20000	20825	
21./II.	28./II.	—	124	1/50	19500	18500	19000	
22./II.	1./III.	2,5	124	1/50	17000	16500	16750	22./II. gepumpt bis 235 Wasserstand.
23./II.	2./III.	—	143	1/50	verflüssigt			
24./II.	3./III.	2	124	1/50	3000	2500	2750	
25./II.	4./III.	—	124	1/50	1450	1300	1225	
26./II.	5./III.	—	125	1/50	1200	1000	1100	
27./II.	6./III.	—	125	1/50	1250	950	1100	27./II. gepumpt bis 245 Wasserstand.
28./II.	7./III.	—	145	1/50	1700	2000	1850	
1./III.	8./III.	2	125	1/50	1450	600	1525	1./III. gepumpt bis 196 Wasserstand.
3./III.	9./III.	—	138	1/50	1500	1100	1300	

Brunnen IV C. (Fortsetzung).

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcm.			Bemerkungen
					Rollröhrchen.		Durchschnittszahl.	
					I.	II.		
5./III.	10./III.	—	136	1/50	2500	2650	2575	4./III. Wasserstand 124; gepumpt bis 28 Wasserstand. 6./III. Wasserstand 108; gepumpt bis 28 Wasserstand. 18./III. Wasserstand 98; gepumpt bis 24 Wasserstand.
7./III.	11./III.	—	118	1/50	5500	5000	5250	
8./III.	11./III.	—	114	1/50	4500	4800	4650	
10./III.	13./III.	1,5	109	1/50	5300	5250	5275	
12./III.	15./III.	—	109	1/100	6000	6500	6250	
14./III.	17./III.	—	100	1/100	11700	9500	10600	
15./III.	18./III.	—	96	1/100	13100	13000	13050	
16./III.	19./III.	—	97	1/100	14000	23100	18550	
17./III.	20./III.	1,3	96	1/100	10500	15020	12760	
18./III.	22./III.	—	81	1/100	11800	14400	13100	
19./III.	23./III.	—	87	1/100	8700	6200	7450	

Brunnen IV C. (Fortsetzung).

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wasserstand in cm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcm.			Bemerkungen.
						Rollröhrchen.		Durchschnittszahl.	
						I.	II.		
20./III.	1/2 9	24./III.	1,2	100	1/100	5000	5800	5400	24./III. gepumpt bis 244 Wasserstand. 27./III. gepumpt bis 295 Wasserstand.
21./III.	1/2 9	25./III.	—	96	1/100	4000	3600	3800	
22./III.	1/2 9	26./III.	—	74	1/100	12500	10000	11250	
23./III.	1/2 9	26./III.	—	66	1/100	17800	24600	21200	
24./III.	1/2 9	27./III.	1,5	72	1/100	19800	14200	17000	
—	1/2 11	27./III.	—	76	1/100	5400	6000	5700	
—	1/2 1	27./III.	—	71	1/100	4100	5800	4950	
25./III.	1/2 9	28./III.	—	69	1/100	12300	12300	12300	
27./III.	1/2 9	30./III.	0,5	56	1/100	17500	19000	18250	
nach 25 Min.	—	30./III.	—	169	1/100	15600	19600	17600	
30./III.	1/2 9	2./IV.	—	34	1/100	22200	17200	19700	
31./III.	1/2 9	4./IV.	—	38	1/100	3400	3400	3400	
1./IV.	1/2 9	5./IV.	—	41	1/100	3100	3500	3300	
2./IV.	1/2 9	6./IV.	0,2	54	1/100	verflüssigt			
3./IV.	1/2 9	7./IV.	—	56	1/100	6200	6200	6200	
4./IV.	1/2 9	8./IV.	—	35	1/100	3500	3700	3600	
5./IV.	1/2 9	9./IV.	—	39	1/100	4000	3500	3750	
6./IV.	1/2 9	10./IV.	—	53	1/100	5400	4800	5100	

Die grosse Zahl der Keime, die ich in den betreffenden 3 Brunnen nach längerem Stehen gefunden habe, lässt sich ausser durch die Stagnation noch dadurch erklären, dass Bratanowicz bei seinen letzten Experimenten Bouillon in die Brunnen hineingegossen hatte.

Die Untersuchungen an dem Brunnen IVA konnte ich weiter hin deshalb nicht fortsetzen, da er meinem Collegen Bobrow für andere Zwecke zur Verfügung gestellt wurde. Brunnen IV B diente mir selbst als Object für meine Untersuchungen über das Verhalten nicht pathogener Microorganismen im Wasser. Ich konnte nur die Beschaffenheit des Grundwassers eine längere Zeit am Brunnen IV C allein beobachten. Auch die letzten Untersuchungen konnte ich leider nur bis zum 6. April fortsetzen, da das Thonrohr in Folge des Frostes einen Riss erhielt.

Um ein klares Bild über die Beschaffenheit des zum Brunnen zufließenden Wassers zu gewinnen, liess ich die Brunnen vollständig auspumpen..

Bei Brunnen IV B wurde dies, wie Tabelle II beweist, 2 mal wiederholt, dabei erwies sich das Wasser nach dem Pumpen viel bacterienärmer, im Ganzen aber doch als bacterienreich.

Betrachten wir nun Tabelle III, so sehen wir, dass während der ganzen Dauer der Beobachtung der Keimgehalt sich als ein hoher erwiesen hat. Die Zahlen zeigen uns keine Gleichmässigkeit, sondern sie sind grossen Schwankungen unterworfen. Wir können ferner auch hier beobachten, dass nach jedesmaligem Auspumpen des Brunnens, die Zahl der Bacterien abnimmt, um aber in den folgenden Tagen in Folge der Stagnation wieder anzusteigen. Diese Abnahme lässt sich

dadurch erklären, dass das zufließende Wasser keimärmer ist, als das Wasser im Brunnen selbst, im Ganzen aber doch als ein keimreiches angesehen werden muss.

Von mehreren Autoren her ist die Meinung ausgesprochen worden, dass bei niedriger Temperatur eine Vermehrung der Keime nicht stattfinden kann, dass eher eine Verminderung eintritt. Meade Bolton¹⁾ fand, dass bei 0° eine Abnahme der Keime stattfindet, dagegen bei + 6° C schon eine Vermehrung derselben eintritt. Auch Hüppe²⁾ nimmt als Minimum, bei welchem sich noch die Bakterien vermehren können + 5° C. Diesen Befund kann ich durch meine Untersuchungen nicht bestätigen, denn trotz der niederen Temperatur, die während der Zeit meiner Untersuchungen herrschte (0—2,5° C), konnte ich doch eine Vermehrung der Keime im Brunnen constatiren.

Um mich noch weiter zu überzeugen, dass das zum Brunnen zufließende Wasser wirklich keimhaltig ist, verfuhr ich folgendermassen; Den 24. März (siehe Tabelle III) um ½ 9 Uhr M. liess ich den Brunnen vollständig auspumpen. Vordem wurde eine Probe zur Untersuchung entnommen. Der Wasserstand betrug vor dem Pumpen 72, nach dem Auspumpen 244. Nach 2 Stunden wurde wiederum eine Wasserprobe entnommen, der Wasserstand hatte fast dieselbe Höhe (76) erreicht, wie vor dem Pumpen. Der Keimgehalt war vor dem Pumpen 17000 in 1 cem. Wasser, nach dem Auspumpen 5700; nach wiederum 2 Stunden wurde eine neue Probe entnommen, Wasserstand 71, Keimgehalt 4950 in 1 cem. Wasser. Den 27 März wurde der Versuch nochmals

1) l. c. pag. 76.

2) Deutsche Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege. Bd. XXI. pag. 342.

wiederholt. Der Brunnen wurde bis 235 Wasserstand ausgepumpt. Nach 25 Minuten wurde eine Probe entnommen, Wasserstand 169, Zahl der Keime vor dem Pumpen 18250, nach dem Pumpen 17600. Diese Versuche liefern uns einen klaren Beweis, dass das zum Brunnen zufließende Wasser sehr bakterienreich ist; ausserdem können wir noch aus diesen Versuchen sehen, mit welcher Geschwindigkeit das Wasser zum Brunnen zufließt, so dass von einer vollständigen Filtration gar nicht die Rede sein kann.

Nun ist aber von grosser Wichtigkeit zu wissen, woher die Microorganismen im Wasser stammen, was bei der Beurtheilung eines Brunnens von grosser Bedeutung ist. Die Wege für das Eindringen von Microorganismen in die Brunnen sind sehr zahlreich. Sie können durch Vermehrung der zufällig aus der Luft in den Brunnen gerathenen Keime entstanden sein, von den Seiten her durch unreine Zuflüsse, von den oberen Bodenschichten und mit dem Grundwasser selbst zugeführt werden. An die erste Möglichkeit ist gar nicht zu denken, denn der Brunnen war fortwährend mit gut schliessendem Deckel verschlossen, und während der kurzen Zeit bei der Entnahme der Wasserproben, wo er geöffnet wurde, ist es kaum möglich die grosse Zahl der gefundenen Keime zu erklären, und ausserdem wurden die Untersuchungen von mir in einer solchen Jahreszeit vorgenommen, wo in der Luft überhaupt fast keine da sind. Auch Bratanowicz hat durch Versuche bewiesen, dass von der Luft her die Brunnen nur sehr geringen Verunreinigungen ausgesetzt sind. Er liess die Holzdeckel von den Brunnen entfernen und überdeckte sie mit Holzrahmen, die mit doppelter Gaze

überzogen waren. Es ergab sich, dass der Keimgehalt in den Brunnen keine wesentliche Steigerung dadurch erlitt, obwohl er im Sommer seine Untersuchungen ausführte, wo in der Luft viel Keime auftreten.

Die Zuflüsse von den Seiten her sind durch die vollständig wasserdichten Thonröhren auszuschliessen. Es bleibt somit nur die dritte Möglichkeit, dass die Keime sowohl mit dem Grundwasser selbst zugeführt werden, als auch von den oberen keimreichen Schichten des Bodens herkommen, was besonders im Frühling der Fall sein wird, sobald die Erdschichten aufzuthauen beginnen; das ersehen wir aus Tabelle III, wo die Zahl der Keime, sobald es zu thauen angefangen hat, zunimmt.

Wie bekannt sind die oberflächlichen Bodenschichten sehr reich an Bakterien, mit der Tiefe nimmt die Zahl derselben ab, um endlich vollständig zu verschwinden. So fand Koch im nicht aufgewühlten Boden in 1—2 Meter Tiefe keine Bakterien mehr. Die Bodenuntersuchungen von Fränkel führten zu demselben Resultate.

In unserem grobporigen Torfboden sind die Verhältnisse ganz andere. Eberbach¹⁾, der den Boden in einer geringen Entfernung von den Versuchsbrunnen untersuchte, fand an der Oberfläche 527640 Keime in 1 cm. Erde, in einer Tiefe von 50 cm. 233880 und in 125 cm. Tiefe 7333.

Aus diesen Untersuchungen sehen wir, dass das Grundwasser das ganze Jahr im Niveau des Bodens liegt, wo eine grössere Anzahl von Bakterien vorhan-

1) Ueber das Verhalten der Bakterien im Boden Dorpat. Dissert. Dorpat 1890.

den ist. Aus den Schwankungen des Grundwassers in Dorpat im Laufe des Jahres ergibt es sich, dass das Maximum auf Ende März resp. Anfang April (30 cm.), das Minimum auf den Januar (150 cm.) fällt.

Wird der Boden noch durch Abfallstoffe, Küchen- und Spülwasser verunreinigt, so versteht es sich von selbst, dass die Zahl der Bakterien in demselben noch bedeutend zunehmen wird.

Mit den Abfallstoffen können auch pathogene Microorganismen in den Boden gelangen, die sich eine längere Zeit in demselben in lebendem Zustande erhalten können. So fand Karlinski¹⁾, dass Typhusbacillen im trockenen Boden 3 Monate, im feuchten Boden 1 Monat lebensfähig bleiben können.

Das Meteorwasser, welches zu Grundwasser werden soll, wird bei seinem Durchgang durch den Boden nicht nur von den Keimen befreit, welche in ihm sich schon befinden, sondern es werden zahlreiche von dem mit Schmutzstoffen imprägnirten Boden direct mitgerissen und dem Grundwasser zugeführt. Finden sich im Boden auch Krankheitskeime, so werden auch sie in das Grundwasser gelangen. Besonders tritt dies bei unserem grobporigen Torfboden hervor, der die Keime zurückzuhalten nicht im Stande ist. Handelt es sich dagegen um einen gut filtrirenden Boden und liegt das Grundwasser nicht so nahe an der Oberfläche, so ist eine so rasche Bewegung der Flüssigkeiten, die auf die Oberfläche fallen, durch den Boden nicht möglich, denn es ist beobachtet worden, dass es 1—3 Jahre und mehr dauert bis Flüssig-

1) Citat im Вѣстникъ общественной гигиены, судебной и практической медицины. Октябрь 1891 стр. 46.

keiten durch einen feinporigen Boden zum Grundwasser gelangen und ebenso gelangen auch die Verunreinigungen ausserordentlich langsam dahin.

Eine weitere Quelle der Verunreinigung des Untersuchungsbrunnens bildet der Umstand, dass das Grundwasser auf dem Wege zu dem Brunnen eine undichte Abtrittsgrube, welche in einer Entfernung von etwa 40 Meter von dem Brunnen sich befindet, passiren muss. Hätten wir es mit einem gut filtrirenden, feinporigen Boden zu thun, so würden wir diese Möglichkeit sicher ausschliessen können, denn von einem solchen werden sicherlich auf einem so langen Wege alle Keime zurückgehalten.

Vergleichen wir nun meine Ergebnisse mit denen von Bratanowicz und Keck, so sehen wir, dass im Winter der Keimgehalt sich nicht viel von dem der anderen Jahreszeiten unterscheidet. Mit dem Beginn des Aufthauens nimmt die Keimzahl jedoch bedeutend zu. Die chemische Untersuchung des Brunnens wurde von meinem Collegen Seegrön in Prof. Dragendorff's Laboratorium ausgeführt. Die Untersuchung wurde zweimal vorgenommen.

Chemische Untersuchung des Brunnens IV C
(auf 1.000.000 berechnet).

	22. Febr.	4. April.
Schwefelsäure SO_3	65,22	
Schwefelwasserstoff H_2S	nicht nachweisbare Spuren	
Chlor Cl.	127,80	159,75
Salpetersäure N_2O_5	4,60	46,52
Salpetrige Säure N_2O_3	0	
Ammoniak NH_3	10,0	1,5
Phosphorsäure P_2O_5	nicht nachweisbare Spuren	
Kalk CaO	348,00	
Magnesia MgO	167,02	
Zur Oxydation der organischen Substanzen verbrauchter Sauerstoff	7,97	
Trockenrückstand	1514,00	
Glührückstand	1296,00	
Glühverlust	223,00	

Betrachten wir diese Tabelle, so sehen wir, dass das Wasser auch in chemischer Beziehung als schlecht zu bezeichnen ist, denn sie zeigt uns, in wie grosser Menge Chlor, Ammoniak und Salpetersäure im Brunnen vorhanden sind. An und für sich sind diese Verbindungen für den Organismus unschädlich, auch wenn sie noch um das zehnfache zugenommen hätten, aber sie gewinnen dadurch Bedeutung, dass sie uns darauf hinweisen, dass in der Nähe des Brunnens Zersetzungs- und Fäulnissprocesse vor sich gehen.

Die Annahme der Verunreinigung des Brunnens von der Abtrittsgrube aus wird um so wahrscheinlicher, wenn wir bedenken, dass der Brunnen in einem Garten liegt, wo Abfallstoffe nicht hingelangen.

Was nun die Arten der Bacterien betrifft, die ich während meiner Untersuchung beobachten konnte, so musste ich auf eine Beschreibung derselben verzichten, da dieselbe mich zu weit geführt hätte.

Nur dies konnte ich beobachten, dass bei jeder Untersuchung immer mehr als 10 verschiedene Arten auftraten und bald prävalirte die eine, bald die andere Art. Mit dem Beginn des Aufthauens, mit dem Steigen des Grundwassers erschienen sehr viele neue Arten, welche früher im Beginn meiner Untersuchungen gar nicht vorhanden waren.

Was nun die Zahl der Arten betrifft, so sagt Gärtner¹⁾: „Aus der Menge der Arten kann man ein Urtheil gewinnen über die Abstammung der Keime, indem viele verschiedene Arten für eine Verunreinigung, wenige Arten für eine Vermehrung an Ort und Stelle sprechen dürften.“ Auch Migula²⁾ spricht der Zahl der Arten eine grosse Bedeutung zu, indem er sagt: „Die Bacterien, welche auch in wirklich reinem Wasser in grösserer Menge vorkommen, beschränken sich auf sehr wenige Arten, und wo mehr als 10 Arten in einem Ccm. Wasser vorkommen, kann man annehmen, dass das H₂O durch organische Substanzen in höherem oder geringerem Grade verun-

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde Bd. III. pag. 180.

2) Die Artzahl der Bacterien bei der Beurtheilung des Trinkwassers. Centralblatt für Bacteriologie und Parasit. Bd. VIII. pag. 354.

reinigt ist, und je mehr Arten vorhanden sind, desto grösser wird im Allgemeinen auch die Verunreinigung des Wassers sein.“

Nun möchte ich noch die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung eines Pumpbrunnens, der ausserhalb des Gartens sich befindet, aber in demselben Hofe hinzufügen, um ein anschauliches Bild über die Beschaffenheit, Construction und Leistung der übrigen Dorpater Brunnen zu gewinnen.

Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besizung.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.			
			Rollröhrchen.			Durchschnittszahl.
			I.	II.	III.	
30./XII.	2./I.	1,0	281	241	260	261
3./I.	7./I.	1,0	verflüssigt			
5./I.	9./I.	0,5	228	226	302	252
9./I.	13./I.	0,5	336	374	334	348
10./I.	14./I.	0,5	240	150	180	190
11./I.	15./I.	0,5	168	108	154	143
12./I.	16./I.	0,5	114	84	100	99
13./I.	17./I.	0,5	156	120	144	140
14./I.	18./I.	0,5	104	104	110	106
15./I.	19./I.	0,5	166	160	—	163
16./I.	20./I.	0,5	132	140	—	136
19./I.	23./I.	0,5	282	256	—	269
24./I.	28./I.	0,5	268	252	—	260
25./I.	29./I.	0,5	300	290	—	295
27./I.	30./I.	0,5	170	214	—	192
29./I.	1./II.	0,5	260	200	—	230
31./I.	3./II.	0,5	212	170	—	191
2./II.	6./II.	0,5	150	210	—	180
5./II.	9./II.	0,5	150	152	—	151
8./II.	12./II.	0,5	120	130	—	125
13./II.	16./II.	0,5	275	250	—	262
20./II.	23./II.	0,5	232	258	—	245
25./II.	28./II.	0,5	260	250	—	255
1./III.	5./III.	0,5	206	200	—	203
9./III.	12./III.	0,5	800	770	—	785

Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besizung.
(Fortsetzung).

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.			
			Rollröhrchen.		Durchschnittszahl.	
			I.	II.		
12./III.	15./III.	0,5	660	630	645	
17./III.	20./III.	0,5	7880	3960	5920	
21./III.	24./III.	0,5	9240	8730	8985	
24./III.	27./III.	0,5	5487	4220	4854	
25./III.	28./III.	0,5	4750	4500	4625	
27./III.	30./III.	0,1	5450	5170	5310	
30./III.	2./IV.	0,1	20000	22040	21020	
31./III.	3./IV.	0,1	15450	13580	14515	
1./IV.	4./IV.	0,1	17100	15400	16250	
2./IV.	5./IV.	0,1	17260	14630	15945	
3./IV.	6./IV.	0,1	10890	10100	10495	
4./IV.	7./IV.	0,1	9500	9700	9600	
5./IV.	8./IV.	0,1	9790	7940	7360	
6./IV.	9./IV.	0,1	6930	5940	6485	
7./IV.	10./IV.	0,1	5200	4840	5020	
8./IV.	11./IV.	0,1	4220	5090	4655	
9./IV.	12./IV.	0,1	2850	2600	2725	
10./IV.	13./IV.	0,1	1300	1380	1340	
11./IV.	14./IV.	0,1	1330	1100	1215	
12./IV.	15./IV.	0,1	2320	2700	2295	
13./IV.	16./IV.	0,1	1560	1800	1680	
14./IV.	17./IV.	0,5	942	860	901	
15./IV.	18./IV.	0,5	740	670	705	
16./IV.	19./IV.	0,5	426	520	473	
17./IV.	20./IV.	0,5	410	450	430	

Vergleichen wir meine Ergebnisse mit denen von Bratanowicz, der im Sommer 1892 denselben Brunnen eine längere Zeit bacteriologisch untersucht hat, so finden wir, dass der Keimgehalt im Winter ein geringerer ist; die Zahlen zeigen keine so grossen Schwankungen, wie im Sommer; nur am 9. März bemerken wir ein plötzliches Ansteigen der Bacterien, die in den folgenden Tagen immer mehr und mehr zunimmt, um das Maximum am 30. März zu erreichen. Von diesem Tage beginnt die Zahl der Keime wieder abzunehmen.

Dieses plötzliche Ansteigen der Keimzahl ist auch leicht erklärlich. Während des Winters, wo der Boden tief gefroren ist, kann der Brunnen von oben her keine Zuflüsse erhalten, er ist also ausschliesslich auf das Grundwasser angewiesen. Anders verhält sich die Sache im Frühling, wo der Boden aufzuthauen beginnt und grosse Mengen von Wasser mit verschiedenen Schmutzstoffen in den Brunnen gelangen. Diese grossen Mengen von Wasser brauchen gar nicht bis zum Grundwasser zu gelangen, um mit demselben in den Brunnen einzutreten, sondern sie schlagen einen viel kürzeren Weg ein, indem sie von den Seiten her durch die Undichtigkeiten der Brunnenanlage direct in den Brunnen gelangen, so dass von einer Filtration hier gar nicht die Rede sein kann.

Die Wandungen des Brunnens sind aus Balken zusammengesetzt, zwischen welchen genug Spalten zurückbleiben, die den Eintritt des Wassers von den Seiten her ermöglichen; und in der That, wenn man einen solchen Brunnen aufdeckt, so kann man sehr deutlich sehen, wie von den Wänden fortwährend Wasser tropfenweise in den Brunnen gelangt. Befindet sich nun in der unmittelbaren

Nähe des Brunnens eine Abtrittsgrube, oder ein Schlammkasten, wo alle möglichen festen und flüssigen Abfallstoffe des menschlichen Haushaltes hineingebracht werden, so versteht es sich von selbst, welchen Gefahren ein solcher Brunnen besonders zu einer solchen Zeit ausgesetzt ist.

Ein solcher Brunnen wirkt wie ein mächtiger Schwamm, der mit grosser Begierde nicht nur das Grundwasser, sondern auch alle flüssigen Substanzen, welche die oberflächlichen Schichten durchdrangen, aus einer grösseren Entfernung in sich aufsaugt.

Dieser Brunnen zeigt uns anschaulich, wie man bei der Beurtheilung eines Wassers vorsichtig sein muss. Hätten wir nur auf Grund der Untersuchungen im Winter Schlüsse ziehen wollen, so müssten wir den Brunnen als einen guten bezeichnen, denn die Keimzahl ist eine geringe. Nun sehen wir aber, was solche Brunnen leisten; es genügt nur ein bedeutender Regenguss, damit sich die Bacterienzahl schon am 3. Tage, wie es Bratanowicz im Sommer zu beobachten Gelegenheit hatte, bedeutend vermehrt; eben dasselbe geschieht auch im Frühling, wo der Boden aufthaut und der Zufluss von oben ein bedeutender wird.

Solche plötzliche Sprünge weisen immer auf eine stattgehabte Verunreinigung hin und damit auch auf eine grössere Möglichkeit zur Infection.

Die vom Collegen Seegrön den 23. März ausgeführte chemische Untersuchung ergiebt, auf 1.000.000 berechnet:

Schwefelsäure SO_3	11,3
Schwefelwasserstoff H_2S	0
Chlor Cl	55,025
Salpetersäure N_2O_5	48,82
Salpetrige Säure N_2O_3	0
Ammoniak NH_3	0,4
Phosphorsäure P_2O_5	Spuren
Kalk CaO	145,00
Magnesia MgO	51,67
Zur Oxydation der organischen Substanzen verbrauchter Sauerstoff	1,78
Trockenrückstand	548,00
Glührückstand	371,00
Glühverlust	177,00

Auch in chemischer Beziehung muss, wie uns die Tabelle belehrt, der Brunnen als ein verdächtiger angesehen werden.

Auf Grund der bacteriologischen Untersuchungen, die von Heymann und Woloschinsky und der chemischen, die in Prof. Dragendorff's Laboratorium von Zimmermann, Brasche und Seegrön ausgeführt worden sind, müssen alle Dorpater Brunnen mit Ausnahme der Bohrbrunnen als schlecht oder verdächtig bezeichnet werden.

Abgesehen aber von dem schlechten oberflächlichen Grundwasser, besitzt auch Dorpat in ausgiebiger Weise, wie es Guleke¹⁾ gezeigt hat, ein tiefes Grundwasser. Dieses Wasser, wie mehrere Untersuchungen

an Bohrbrunnen gezeigt haben, besitzt einen sehr geringen Keimgehalt, welcher zu verschiedenen Jahreszeiten keine Schwankungen aufweist; auch in chemischer Beziehung hat es sich als gut erwiesen.

Nun ist es selbstverständlich, dass es auch bei diesem Wasser hauptsächlich auf die Einfassung ankommt. Werden zum Sammeln des Wassers Kesselbrunnen angelegt, so werden diese Brunnen denselben Werth haben, wie die Brunnen mit oberflächlichem Grundwasser, denn, obwohl das die Brunnen speisende Grundwasser keimfrei ist, so ist doch nicht die Möglichkeit ausgeschlossen, dass durch die Spalten und Risse der nicht wasserdichten Wandung ein Zufluss von oberflächlichem Grundwasser, oder eine directe Communication mit einem Schlammkasten oder einer Abtrittsgrube sich einstellen kann. Wird aber zur Hebung des Wassers an die Oberfläche ein Röhrenbrunnen eingerichtet, so ist jede Möglichkeit der Verunreinigung von den Seiten her vollständig ausgeschlossen und der Brunnen erhält nur Zuflüsse von unten her, also das keimfreie Grundwasser. Die Vorzüge der Röhrenbrunnen vor den Kesselbrunnen bestehen noch darin, dass, wenn auch zufälliger Weise eine Infection der ersteren vorkommt, dieselben, wie Fränkel gezeigt hat, sich sehr leicht desinficiren lassen, was bei den Kesselbrunnen nicht möglich ist.

1) Separatdruck aus d. Archiv. f. die Naturkunde Liv-, Est- und Kurland. Serie I, Bd. IX. Lieferung V. Dorpat.

Studien über das Verhalten einiger Saprophyten im Wasser.

Die Bedeutung der Microorganismen im Haushalte der Natur ist eine eminent grosse. Eine ganze Reihe von Veränderungen, welche in der Natur fortwährend sich abspielen, werden jetzt auf die Anwesenheit und Betheiligung derselben zurückgeführt. Eine ganze Reihe von Vorgängen, die man früher nicht erklären konnte und die als Räthsel galten, werden jetzt als Wirkung der Microorganismen angesehen.

Denken wir an die pathogenen Spaltpilze, welche als die eigentlichen Erreger vieler Krankheiten des menschlichen und thierischen Organismus auftreten; denken wir an die Saprophyten und deren Bedeutung in der Natur. Dieselben bewirken die verschiedenartigsten Gährungsprocesse, wodurch eine ganze Menge unserer Nahrungs- und Genussmittel zum Gebrauch vorbereitet werden; durch dieselben werden alle complicirten Verbindungen der Ueberreste des organischen Lebens, welche sonst ganz verloren gingen, in einfachere Verbindungen zerlegt, wobei sie vom Neuen in den Kreislauf der Natur eintreten können und dadurch neues Leben und Gedeihen ermöglichen.

Die Lebensbedingungen der pathogenen Microorganismen sind schon von vielen Autoren studirt worden. Das ist auch leicht verständlich, wenn wir den grossen Schaden, welche diese Microorganismen dem menschlichen und thierischen Organismus verursachen, in Betracht ziehen. Besonders viele Untersuchungen wurden über ihr Verhalten im Wasser vorgenommen, da dieselben durch letztes Medium sehr häufig ihre Uebertragung auf den Menschen finden.

Karlinski¹⁾ studirte das Verhalten der Cholera-, Typhus- und Milzbrandbacillen im Brunnenwasser; dabei stellte sich heraus, dass dieselben weder sich vermehren, noch im Stande sind eine längere Zeit dort fortzuleben. Am 4. Tage verschwanden die Cholera- und Milzbrandbacillen, am 7. Tage die Typhusbacillen.

Dübarry²⁾ experimentirte mit vielen Arten und fand auch, dass diesselben nur eine kurze Zeit lebend im Wasser bleiben. Zu denselben Resultaten kamen Wolffhügel und Riedel³⁾ und Bolton⁴⁾.

„Die Gründe warum das Einzelwesen stirbt, sind uns verborgen; die grosse Frage des Werdens, des Lebens und des Vergehens ist weder für die grossen, noch für die kleinen Wesen gelöst“. (Kubel-Tieman⁵⁾).

Man kennt jedoch bereits einige Momente, welche ein frühzeitiges Absterben der Microorganismen bedingen; unter ihnen kommen hauptsächlich in Betracht

1) Ueber das Verhalten einiger pathogener Bacterien im Trinkwasser. Archiv für Hygiene Bd. IX.

2) Supplem. zur Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspf. 1890. pag. 40

3) l. c.

4) l. c.

5) l. c. pag. 554.

niedrige Temperatur, schlechter Nährboden und die Stoffwechselproducte sowohl derselben, wie auch anderer Arten.

Was nun die Stoffwechselproducte betrifft, so ist es jetzt sicher nachgewiesen worden, dass es sich um Körper handelt, die den pflanzlichen Alkaloiden sehr nahe stehen; dieselben sind nicht nur für diese kleinen Lebewesen schädlich, sondern sind sogar im Stande höher organisirte Thiere abzutöden.

Nicht immer aber handelt es sich um solche Verbindungen, sondern es treten unter ihnen auch viel einfachere, wie freie Säuren, Alcalibildungen, wie es Sirotinin¹⁾ nachgewiesen hat.

Garrè²⁾ liess den *Bac. fluorescens putidus* auf Gelatine wachsen; dann entfernte er die Cultur und inficirte den übergebliebenen Rest der Gelatine mit verschiedenen anderen Arten, dabei fand er, dass Typhusbacillen auf dieser Gelatine gar nicht zur Entwicklung kamen. Diese Erscheinung lässt sich dadurch erklären, dass der *Bac. fluorescens* durch seine Lebensäusserungen den Nährboden so verändert hat, dass die Entwicklung der Typhusbacillen auf demselben nicht vor sich gehen konnte. Ausser den Stoffwechselproducten kommt noch beim Absterben v. Microorganismen die Concurrrenz, der Kampf ums Dasein in Betracht. Man hat beobachtet, dass, wenn in einer Flüssigkeit mehrere Arten von Microorganismen vorhanden sind, unter ihnen ein Kampf ums Dasein sich abspielt, so dass bald die eine, bald die andere Art die Oberhand gewinnt.

1) Ueber die entwicklungshemmenden Stoffwechselproducte etc. Zeitschrift für Hygiene Bd. IV, pag. 263.

2) Citat bei Kubel-Tiemann, pag. 489.

Es wurde auch durch verschiedene Versuche gezeigt, dass Typhus- und Cholera-bacillen im sterilisirten Wasser sich viel länger, als im nicht sterilisirten halten. Man erklärte dies dadurch, dass dieselben im Kampfe ums Dasein mit den gewöhnlichen Bacterien des nicht sterilisirten Wassers von den letzteren verdrängt und überwuchert werden.

Der Zweck meiner Untersuchungen war festzustellen, wie sich nicht pathogene Bacterien im Wasser verhalten und in welcher Weise die gewöhnlichen Wasserbacterien auf das Eindringen der fremden Art reagiren.

Ich suchte während jeder Untersuchung sowohl die Zahl der hineingebrachten, als auch der gewöhnlichen Wasserbacterien durch genaue Zählung festzustellen. Für die Versuche wählte ich hauptsächlich solche Arten von Microorganismen, welche entweder durch ihr charakteristisches Wachstum auf Gelatine, oder durch Farbenproduction sich auszeichneten, damit es leichter wäre dieselben von den übrigen Wasserbacterien zu unterscheiden. Da mir nur ein einziger Brunnen zur Verfügung stand, so konnte ich nur mit den folgenden 4 Arten experimentiren: 1) *Bac. radiformis*¹⁾, 2) Kieler Bac., 3) *Bac. mirabilis*²⁾ und 4) *Microk. prodigiosus*.

Die genannten Arten stammen mit Ausnahme des *radiformis*, welcher aus dem Versuchsbrunnen IV C gezüchtet wurde, aus der Sammlung des hygienischen Institutes. Das Impfmateriel für die ersten 3 Versuche wurde aus Culturen auf schräg erstarrter Gelatine ent-

1) Tataroff. Die Dorpater Wasserbacterien. Dissert. Dorpat 1891 pag. 16.

2) l. c. pag. 18.

IV. Versuch. Es wurden 240 Ccm. einer Aufschwemmung von 2 Kartoffelkulturen des Prodigiosus im Wasser in den Brunnen hineingegossen. Die Controlröhren aus dieser Aufschwemmung ergaben: 5092000 und 58994000; Durchschnittszahl 53939000 Keime in 1 Ccm. Im Ganzen wurden 19617 Million Keime hineingebracht. Zu gleicher Zeit stellte ich auch einen Versuch mit sterilisirtem Brunnenwasser an. Ich füllte einen Erlenmeyerschen Kolben mit sterilisirtem Wasser aus dem Versuchsbrennen IV B. und inficirte ihn dann mit Prodigiosuskeimen. Dieser Erlenmeyersche Kolben, gut verkorkt, wurde in den Brunnen hineingelassen, so dass die Temperatur sowohl im Erlenmeyer als auch im Brunnen dieselbe war.

Versuch IV.

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Temperatur des Wassers.	Tag der Untersuchung.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.			Bemerkungen.
				Gewöhnliche Wasserkeime.			
				I.	II.	III.	
31./III.	1/29	0,8°C.	4./IV.	21600	28000	24800	—
—	—	—	—	40800	52600	48967	509600 483700
1./IV.	4	—	—	54080	41600	44427	328240 399800 323360 347133
2./IV.	1/29	—	5./IV.	62620	50960	58700	334200 392000 316800 347667
3./IV.	1/29	—	6./IV.	32000	28840	28440	396000 304880 350880 350587
4./IV.	1/29	—	7./IV.	48880	43560	48147	278240 272200 288000 279480
5./IV.	1/29	0,8	8./IV.	36800	33280	34240	275480 208000 257040 246840
6./IV.	1/29	—	9./IV.	43120	43120	42347	207760 196000 167280 190347
8./IV.	1/29	0,5	10./IV.	31680	31360	33680	156440 145040 163400 154960
9./IV.	1/29	—	12./IV.	63360	54320	57333	71280 68200 58200 65893
10./IV.	1/29	—	13./IV.	56000	52000	52000	10000 11200 11200 10800
11./IV.	1/29	—	14./IV.	35200	42800	41733	4400 4800 4800 4667
12./IV.	1/29	—	15./IV.	124000	106000	116000	4800 4000 4000 2667
13./IV.	1/29	0,3	16./IV.	152000	120000	130800	7600 4000 6400 6000
14./IV.	1/29	—	17./IV.	72000	57200	58800	800 4800 2400 2353
15./IV.	1/29	—	18./IV.	61200	68000	60000	1600 2400 2000 2000
16./IV.	1/29	—	19./IV.	139200	152000	128000	6000 8000 7600 7533
17./IV.	1/29	—	20./IV.	45200	43200	52000	2000 2800 0 1600
19./IV.	1/29	—	21./IV.	28000	26400	29200	2000 1600 2000 1533
23./IV.	1/29	—	26./IV.	31200	26000	34000	0 0 0 0
—	—	—	—	172400	160400	166400	5200 2000 0 3600

3./IV. w. das Wasser umgerührt.
5./IV. wurde d. Wasser umgerührt.
12./IV. w. das Wasser umgerührt.
15./IV. w. das Wasser angerührt.
23./IV. w. das Wasser umgerührt.

Versuch mit sterilisirtem Brunnenwasser.

Tag der Entnahme.	Zeit der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur des Wassers.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcm.		
					Rollröhrchen.		Durchschnittszahl.
					I.	II.	
5./IV.	1/29	8./IV.	0,8°C.	1/500	1530000	1552000	1541000
8./IV.	1/29	11./IV.	0,5	1/500	1515000	1405800	1455400
10./IV.	1/29	13./IV.	—	1/500	924150	911600	917875
13./IV.	1/29	16./IV.	0,3	1/500	1728000	1656500	1742250
14./IV.	1/29	17./IV.	—	1/500	2020000	1560000	1790000
16./IV.	1/29	19./IV.	—	1/500	unzählig		
18./IV.	1/29	21./IV.	—	1/500	unzählig		

Wie aus den vorgelegten Tabellen ersichtlich, findet eine Vermehrung der in den Brunnen hineingebrachten Keime nicht statt, im Gegentheil man sieht deutlich eine ziemlich rasche Abnahme derselben.

Diese Verminderung kann entweder auf ein Niedersinken derselben zum Boden, oder auf ein Absterben derselben zurückgeführt werden.

Dass ein Sedimentiren der Keime stattfinden kann, ist schon von mehreren Autoren beobachtet worden. Zuerst haben sich dafür Fol und Dunant¹⁾ ausgesprochen, dann auch Bolton²⁾, Frank³⁾, Rubner⁴⁾ und Andere. Auch bei meinen Versuchen konnte ich ein Sedimentiren der Keime beobachten, denn, nach jedem Umrühren des Wassers im Brunnen, nahm die

1) Citat bei Wolffhügel.
2) l. c., pag. 92.
3) l. c.
4) Beitrag zur Lehre von den Wasserbacterien. Archiv für Hygiene, Bd. XI.



Zahl der Keime in den entsprechenden Proben zu. Hauptsächlich müssen wir aber das Verschwinden der Keime auf ein Absterben derselben zurückführen. Wenn wir nach der Ursache dieses Zugrundegehens fragen, so müssen wir auch bei diesen Keimen dieselbe auf diejenigen Momente zurückführen, die schon früher erwähnt worden sind, namentlich aber auf den Kampf ums Dasein mit den Wasserbakterien.

Eine merkwürdige Erscheinung stellte sich beim ersten Versuch ein. Während der *Bacillus radiciformis* im Versuchsbrunnen sich nicht entwickeln konnte, sondern einfach zu Grunde ging, konnte man ihn im Brunnen IV C, welcher nur 1 Meter von demselben entfernt ist, vor und während des Versuches in ziemlich grosser Menge treffen. Die Temperatur war in beiden Brunnen dieselbe; die chemische Zusammensetzung liess auch keine grossen Unterschiede wahrnehmen, nur waren aber die Arten, die im Versuchsbrunnen (IV B) zur Entwicklung kamen, ganz andere, als im Brunnen IV C. Es liegt die Möglichkeit nahe anzunehmen, dass der *Radiciformis* einen Antagonisten im Brunnen IV B fand, dem er erlag.

Das Zugrundegehen der *Prodigosuskeime* lässt sich auf Grund des Versuches mit sterilisiertem Brunnenwasser auch auf dieselbe Ursache zurückführen.

Die *Prodigosuskeime* sowohl im Erlenmyer'schen Kölbchen, als auch im Brunnen selbst fanden sich unter denselben Bedingungen, nur ein Unterschied war vorhanden, welcher darin lag, dass im Erlenmyer'schen Kölbchen die gewöhnlichen Wasserbakterien fehlten.

Nun sehen wir, dass während im Kölbchen nicht nur eine Verminderung der Keime, sondern sogar eine starke Vermehrung stattfand, war im Brunnen dies

nicht der Fall, da die *Prodigosuskeime* in demselben schon nach 20 Tagen eine Verminderung um das 135-fache aufweisen.

Die Farbstoffproduction kam sowohl bei den Kieler- als auch *Prodigosuskeimen* nach längerem Aufenthalt im Brunnen viel langsamer zur Entwicklung und auch nicht mit derselben Intensität wie vorher. Was nun die gewöhnlichen Bewohner des Brunnens betrifft, so sieht man, dass bei ihnen eine Vermehrung stattfindet, welche fast immer parallel mit dem Absterben der hineingebrachten Art vor sich geht.

Aus diesen Versuchen sehen wir, dass auch bei den Saprophyten die Lebendauer im Wasser eine beschränkte ist, obwohl sie länger als die pathogenen Keime dort persistieren.

Zum Schlusse möchte ich einen *Bacillus* beschreiben, welcher aus einem öffentlichen Pumpbrunnen stammt und welchem ich den Namen *Bacillus caeruleo-violaceus* beilegen möchte.

Morphologisches Verhalten: 0,25—0,3 μ dicke und 0,75—1,5 μ lange sich lebhaft bewegende Stäbchen mit abgerundeten Enden, meist zu Doppeltstäbchen geordnet. Färben sich mit gebräuchlichsten Anilinfarben ausnahmslos gut.

Plattencultur: Schon nach 3 \times 24 Stunden bei Zimmertemperatur gehalten lassen sich die oberflächlichen Colonien von den tiefliegenden mit blossen Auge unterscheiden. Die ersteren erscheinen weiss-grau und haben einen unregelmässigen Rand. Bei schwacher Vergrösserung (Zeiss. ocul. 4., object. A A) — glaswollartig durchflochten, stellenweise granuliert mit einem fein-

gezackten Rand und von hellgraubläulicher Farbe. Einige von diesen Colonieen zeigen ein punctförmiges gelbliches Centrum. Die tief gelegenen graugelblichen Colonieen sind klein, rund oder oval, scharf conturirt und fein granulirt. Der violette Farbstoff beginnt an den oberflächlichen Colonieen gewöhnlich am 7.—8. Tage deutlich hervorzutreten und zwar am Rande und schreitet allmählich bis zum Centrum hin, dabei ist aber immer der periphere Theil dunkler violett, als der centrale verfärbt. Späterhin nach 2 bis 3 Wochen erscheinen die Colonieen gewöhnlich aus 4 concentrischen Kreisen bestehend. Gleichzeitig mit der Bildung des Farbstoffes beginnt von denselben Stellen eine langsame Verflüssigung der Gelatine, wobei aber auch bei längerem Beobachten nicht die ganze Gelatine verflüssigt wird, sondern die Oberfläche derselben sich mit einem grauen Anflug überzieht.

Gelatineculturen, Strichcultur: Am 3. Tage bildet sich längs des Striches eine ganz schmale hellgraue mit einem Stich ins Blaue gehende zarte Auflagerung, die im durchfallenden Lichte perlmutterglänzend erscheint. Die Cultur wächst wenig in die Breite, hat einen wellig gezackten Rand. Die Bildung des violetten Farbstoffes beginnt, ganz wie bei den Platten-culturen, vom Rande aus und nach Ablauf der oben angegebenen Zeit. Die Cultur wird immer dunkler violett, ist feucht glänzend

und verflüssigt allmählich die Gelatine. Bei alten Culturen ist die schräge Fläche des Nährbodens mit einem grauen Anflug überzogen.

Stichcultur: An der Oberfläche der Gelatine um den Stichcanal herum bildet sich eine zarte graue Auflagerung, die in den nächsten Tagen an Breite zunimmt, aber doch nicht über die ganze Fläche sich ausbreitet. Gleichzeitig mit der Farbstoffbildung beginnt die Cultur einzusinken. Die Verflüssigung schreitet langsam vor sich, wobei sich der verflüssigte dunkelblauviolette Theil, von der nicht verflüssigten Gelatine durch eine horizontale Schicht scheidet.

Wachsthum auf Agar-Agar: Beim Strich entsteht eine oberflächlich gelegene hellgraue Cultur, die in den folgenden Tagen sich über die ganze schräge Fläche ausbreitet. Die Farbstoffbildung beginnt auf Agar-Agar-culturen viel früher, als auf den Gelatine-culturen, gewöhnlich schon am 3.—4. Tage. Die Cultur selbst ist feucht glänzend und von gleichmässiger dunkelblauvioletter Farbe.

Bouilloncultur: Die Bouillon erscheint schon nach 24 Stunden trübe und am 3.—4. Tage kommt es zur Bildung eines violetten Häutchens; am Boden sieht man einen blau-violetten Bodensatz. Im Thermostat (37° C.) sieht man in der Bouillon keine deutliche Entwicklung.

Kartoffelcultur: Die Cultur zeigt auf saurer Kartoffel einen grauen Belag, welcher sich über die ganze Fläche schnell verbreitet. Nach einigen

Tagen erscheint derselbe hellblauviolett verfärbt; die Intensität des Farbstoffes nimmt rasch zu, bis er zuletzt einen fast dunkel-schwarzblauen Farbenton annimmt. Die Cultur ist feucht glänzend und liegt in einer ziemlich dicken Schicht auf dem Nährboden. Auf alcalischer Kartoffel ist die Entwicklung wie die Farbstoffbildung eine geringere.

Blutserumcultur: Auf Blutserum ist die Entwicklung eine geringe, wobei es zu einer kaum merkbaren Farbstoffentwicklung kommt. Der Nährboden wird nicht verflüssigt.

Temperaturverhältniss: Wächst bei Zimmertemperatur.
Luftbedürfniss: Aërob.

Verhalten zur Gelatine: Langsam verflüssigt.

Farbstoffbildung: Erzeugt einen hellvioletten bis schwarzblauen Farbstoff.

Bemerkung: Der *Bacillus Caeruleo-violaceus* weicht von den bis jetzt beschriebenen, einen ähnlichen Farbstoff producirenden, wie namentlich *Bac. violaceus* (Eisenberg, III. Auflage, Nr. 72, pag. 91), *Bac. janthinus* (ibid., Nr. 352 pag. 420) und dem von Claessen beschriebenen (Centralblatt für Bacteriol. und Parasitenkunde, Bd. VII, pag. 13) wesentlich ab, und daher sehe ich mich berechtigt, ihn als einen bis jetzt noch nicht beschriebenen *Bacillus* anzuführen.

Thesen.

- 1) Durch Einführung einer zweckmässigen Wasserversorgung, Canalisation und Desinfections-kammer kann die Morbilität und Mortalität auf ein Minimum reducirt werden.
- 2) Die Anlage von Brunnen soll nur unter medicinal-polizeilicher Controlle geschehen.
- 3) Gebrauchtes Papier soll zum Einschlagen oder zur Verpackung von Nahrungsmitteln verboten werden.
- 4) Neben der bacteriologischen und chemischen Untersuchung des Wassers soll die Inspection des Brunnens und seiner Umgebung nie unterlassen werden.
- 5) Bei dem acuten Magen-Darmcatarrh der Säuglinge ist die Hungercur die beste Behandlungsmethode.
- 6) Bei *Eclampsia gravidarum* sind die Drastica contraindicirt.
- 7) Die schweren Allgemeinerscheinungen der Cholera asiatica sind hauptsächlich auf die Wirkung der Stoffwechselproducte der Kommabacillen zurückzuführen.