

5704.

Ueber das  
Verhalten der Bacterien im Grundwasser Dorpats

nebst Beschreibung

von 10 am häufigsten in demselben vorkommenden Bacterienarten.



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades

eines

**Doctors der Medicin**

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität  
zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

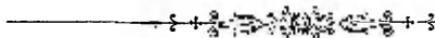
von

**E. Keck.**

Schwarz

Ordentliche Opponenten:

Dr. Wladimiroff. — Prof. Dr. K. Dehio. — Prof. Dr. B. Koerber.



**Dorpat.**

Schnakenburg's Buchdruckerei.

1890.



Gedruckt mit Genehmigung der Medicinischen Facultät.

Referent: Professor Dr. B. Koerber.

Dorpat, den 23. October 1890.

No. 480.

Decan: **Dragendorff.**

MEINER LIEBEN MUTTER.

**E**s ist mir eine angenehme Pflicht, beim Scheiden von dieser Hochschule allen meinen hochverehrten Lehrern meinen wärmsten Dank für die mir gewordene wissenschaftliche Ausbildung auszusprechen.

Insbesondere gilt derselbe Herrn Prof. B. Koerber, dem ich das vorliegende Thema verdanke und der mir bei der Abfassung dieser Arbeit in liebenswürdigster Weise mit Rath und That beigestanden hat.

---

Eine rationelle Wasserversorgung einer Stadt nimmt unter den hygienischen Einrichtungen eine bedeutende Stellung ein. Wie oft ist es nicht constatirt worden, dass Orte, nachdem sie eine Wasserleitung erhalten, unter Infectionskrankheiten viel weniger zu leiden gehabt haben als vorher, oder als solche, welche ihr Wasser aus Anlagen beziehen, die durch Stoffe aller Art verunreinigt sind! Deshalb sind auch in den meisten grösseren Städten centrale Wasserleitungen angelegt worden, und die Vortheile, welche diese segensreichen Einrichtungen gebracht haben, sind auch nicht ausgeblieben, da sowohl die Sterblichkeit der Bevölkerung abgenommen hat, als auch die Epidemien in bedeutend schwächerem Masse auftreten.

Auch hier in Dorpat hat man in letzter Zeit die Frage nach einer allgemeinen Wasserversorgung ange-regt. Schon früher im Jahre 1863 erschien die grosse Abhandlung von Prof. C. Schmidt: „Ueber die Wasserversorgung Dorpats“, in welcher der Verfasser das Resultat der chemischen Analyse des Wassers einer grossen Anzahl von Brunnen Dorpats bespricht. Wir ersehen daraus, dass in der chemischen Zusammen-

setzung des Trinkwassers bedeutende Schwankungen vorkommen, dass neben einer Anzahl sehr guter brauchbarer Brunnen auch solche zu finden sind, denen diese Eigenschaften nicht in so hohem Masse zukommen. Besonders hebt Prof. C. Schmidt die sumpfigen Niederungen an den Flussufern hervor, in welchen es eigentlich keine Brunnen giebt, „da jeder Spatenstich ein Wasserloch liefert, welches die faulende Stadtlauge zu Tage fördert, und bei Ueberschwemmungen im Frühjahr durchtränkt das Wasser das schwammige Terrain zum gleichförmigen, von organischen Detritus strotzenden Brei; sinkt das Wasser während des Sommers, so entwickeln sich im feuchtwarmen Marschboden die Embryonen nächstsommerlicher Epidemien.“

Durch Prof. Dehio veranlasst hat Haudring<sup>1)</sup> einen grossen Theil der Brunnen, die von Prof. Schmidt chemisch untersucht waren, auf ihren Gehalt an Bacterien geprüft und gefunden, dass von 27 von ihm untersuchten Wässern 12 einen höheren Gehalt an Keimen aufwiesen, als im guten Trinkwasser vorkommen dürfen. Da er nur im Winter seine Untersuchungen angestellt hat, so wäre es wünschenswerth, wenn auch für den Sommer und Herbst der Keimgehalt in diesen Brunnen festgestellt würde, da alsdann erst ein endgültiges Urtheil über die Güte des Wassers in dieser Hinsicht möglich wäre.

Beim Umbau der Kliniken und des Anatomicums wurde der Wunsch rege, diese Anstalten mit besserem Wasser zu versehen, als solches im Embach zu finden ist. Deshalb wandte sich Sr. Magnificenz, der Herr

1) Haudring: Bacteriologische Untersuchungen einiger Gebrauchswässer Dorpats.

Rector an den Universitäts-Architecten R. Guleke mit dem Auftrage, die Gebäude der Universität durch geeignete Anlagen mit gutem Wasser zu versorgen.

Wenn es sich um Wasserbeschaffung handelt, so muss in erster Linie an das Grundwasser gedacht werden. Um allen Anforderungen gerecht zu werden, musste Guleke eine Reihe von Vorarbeiten ausführen, um die Höhenlage, die Stromrichtung und das Gefälle des Grundwassers kennen zu lernen. Bei seinen Untersuchungen, auf welche ich nicht näher eingehen will, da dieselben in seinem Vorträge: „Ueber Lage, Güte und Ergiebigkeit der Brunnen Dorpats“, genau beschrieben sind, kam er zu der Schlussfolgerung, dass sowohl von W. als auch von O. her ein unterirdischer Fluss in den Embach mündet und dass alle wasserreichen Brunnen Dorpats in der Mitte dieser Strombetten liegen. Er hielt den Domgraben für den geeignetesten Ort für die Anlage des neuen Brunnens und ungeachtet einiger Misserfolge, sind seine Versuche schliesslich doch glänzend gelungen, denn das Wasser aus dem Brunnen im Domgraben genügt sowohl quantitativ, wie auch qualitativ allen Ansprüchen, die an ein gutes Wasser gestellt werden können.

Durch diesen Erfolg ermuthigt, stellte Guleke das Project einer allgemeinen städtischen Wasserleitung auf. Das Wasser sollte aus dem von O. herkommenden unterirdischen Flusse entnommen werden und zum Hochreservoir, welches auf der Terrasse des Ressourcen-garten erbaut werden müsste, geleitet werden. Von dort aus sollten dann Röhrenleitungen durch die ganze Stadt gehen. Durch diese Anlagen könnten noch viele andere Vortheile für die Stadt in jeder Hinsicht erwachsen.

Im Frühjahr 1889 beauftragte das Dorpater Stadtamt Herrn Guleke, einen Brunnen herzustellen, dessen Ergiebigkeit für den Wasserbedarf der Stadt ausreiche. Guleke hat am Malzmühlenteiche neben der Quelle einen Brunnen errichtet, der sehr ergiebig ist und nach den chemischen Analysen von Prof. Dragendorff sogar die besten Brunnen Dorpats an Güte übertrifft, ebenso ist sein Bacteriengehalt nach den Untersuchungen von Dragendorff und Haudring ein sehr geringer.

Als ich mich an Prof. Koerber mit der Bitte um ein Thema für meine Dissertation wandte, schlug er mir vor, dieser Frage in sofern näher zu treten, als es doch interessant wäre, das Grundwasser Dorpats einer bacteriologischen Untersuchung zu unterziehen. Da für einen Untersucher die Aufgabe eine zu grosse ist, und zu lange Zeit in Anspruch nehmen würde, habe ich nur das Grundwasser in der Niederung am rechten Ufer des Embach in den Bereich meiner Untersuchung gezogen, jedoch hoffe ich, dass meiner Untersuchung noch andere folgen werden, da erst dann ein genaues Bild über den Bacteriengehalt des Grundwassers in Dorpat entworfen werden kann.

---

Ein wie grosser Werth auf die bacteriologische Beurtheilung des Wassers gelegt wird, zeigen die zahlreichen Arbeiten, welche in den letzten Jahren auf diesem Gebiet erschienen sind. Bevor ich daher den Gang meiner Untersuchungen, sowie die Resultate derselben mittheile, will ich Einiges über die Untersuchungsmethoden vorausschicken und auf einzelne Punkte der Literatur näher eingehen.

Es sind bisher bei der Wasseruntersuchung 3 Methoden in Anwendung gebracht worden:

- 1) die Reagenzglasmethode von A. Smith;
- 2) die Fol-Dunant'sche Methode und
- 3) das Koch'sche Plattenverfahren.

Die Methoden sind ziemlich ausführlich von Meade Bolton <sup>1)</sup> beschrieben worden, ausserdem findet sich eine genaue Beschreibung der Koch'schen Methode in den Arbeiten von Malapert-Neufville <sup>2)</sup>, Plagge und Proskauer <sup>3)</sup>, Fränkel <sup>4)</sup> etc., sodass ich auf die Beschreibung der einzelnen Methoden nicht näher einzugehen brauche.

Es hat sich nun durch die practische Erfahrung herausgestellt, dass das Koch'sche Plattenverfahren für die bacteriologische Wasseruntersuchung das zweckmässigste ist. Es sind allerdings einzelne Einwände

1) Meade Bolton. Ueber das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser. Zeitschrift für Hygiene, Bd. I.

2) Malapert-Neufville. Zeitschrift für analytische Chemie, Jahrgang XXV, Heft I.

3) Plagge und Proskauer. Bericht über die Untersuchungen des Berliner Leitungswassers etc. Zeitschrift für Hygiene, Bd. II.

4) Fränkel. Grundriss der Bacterienkunde, III. Auflage.

gegen diese Methode erhoben worden; wir finden solche in den Arbeiten von Bolton und Malapert-Neufville, doch sind die Fehler theils gering, dass sie bei den endgültigen Resultaten nicht in Betracht gezogen werden können, theils lassen sich dieselben durch genaues Beobachten der nöthigen Vorsichtsmassregeln, durch Controllversuche etc. vermeiden.

Was die Literatur anbetrifft, so will ich einige Punkte besprechen, welche mir für meine Arbeit von Wichtigkeit zu sein scheinen. Im Wasser finden sich stets Bacterien in wechselnder Menge. Vielen dieser Bacterien kommt die Fähigkeit zu, sich im Wasser sehr schnell zu vermehren, so fand Cramer<sup>1)</sup>, dass die Zahl der Bacterien im stehenden Limmatwasser sich in 24 Stunden von 10,000 auf 500,000 vervielfältigt hatte; ähnliche Resultate erhielt Leone bei der Untersuchung des Münchener Leitungswassers. Bolton<sup>2)</sup> ist dieser Frage näher getreten und hat gefunden, dass die Zahl der Bacterien innerhalb der ersten 36 Stunden beträchtlich ansteigt. Er isolirte mehrere im Wasser vorkommende Arten, legte Reinculturen an und impfte dieselben in sterilisirtes Wasser über. Nachdem er 2 Verdünnungen angelegt hatte, überzeugte er sich durch Zählung, dass schon nach 24 Stunden die Bacterien sich so immens vermehrt hatten, dass eine genaue Zählung derselben unmöglich war. Auch Heraeus<sup>3)</sup>,

---

1) Cramer. Die Wasserversorgung Zürichs und Ausgemeinden.

2) l. c., pag. 90.

3) Heraeus. Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnenwasser sowie über reducirende und oxydirende Eigenschaften der Bacterien. (Zeitschrift für Hygiene, Bd. I, pag. 193.)

Roth<sup>1)</sup>, Wolffhügel und Riedel<sup>2)</sup>, Plagge und Proskauer<sup>3)</sup>, berichten über solches Verhalten der Bacterien. Dabei erwies es sich, dass die Qualität des Wassers von gar keinem, die Temperatur von grossem Einfluss auf die Vermehrung sei, so lesen wir bei Plagge und Proskauer „dass die starken Schwankungen des Bacteriengehaltes des Wassers in den Ergebnissen der chemischen Untersuchung keinerlei Ausdruck finden.“ Ihm stimmen Roth<sup>4)</sup> und Heraeus<sup>5)</sup> bei.

Bolton<sup>6)</sup> bewies die Indifferenz der chemischen Beschaffenheit des Wassers in sofern, als er zu seinen Versuchen destillirtes Wasser gebrauchte. Dasselbe wurde, nachdem sich die Bacterien in ihm vermehrt hatten, sterilisirt, wieder verunreinigt, und so fort, bis das Wasser sechsmal zu gleichen Zwecken benutzt war; dabei waren die Resultate immer dieselben. Dass die Temperatur dabei eine wichtige Rolle spielt, ersehen wir aus den Arbeiten von Wolffhügel<sup>7)</sup> und Heraeus<sup>8)</sup>. Es ist feststehend, dass eine Temperatur von 12—20° das Wachstum der Bacterien colossal begünstigt. Cramer, Fol-Dunant<sup>9)</sup> Bolton, besonders aber

1) Roth. Bacteriologische Trinkwasseruntersuchungen. Vierteljahrschrift für gerichtliche Medicin und Sanitätswesen, Bd. XLIII, H. 2.

2) Wolffhügel und Riedel. Die Vermehrung der Bacterien im Wasser. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. I.

3) l. c., pag. 474.

4) l. c., pag. 301.

5) l. c., pag. ?

6) l. c., pag. 98.

7) l. c., pag. 462.

8) l. c., pag. 208.

9) Fol-Dunant. Memoires de la Société de physique de Genève, Bd. XXIX 1884.

Frank<sup>1)</sup> vertreten die Ansicht, dass nach einiger Zeit im stehenden Wasser eine Sedimentirung der Bacterien stattfindet. Bolton<sup>2)</sup> füllte hohe Glascylinder mit Wasser und bewahrte sie zunächst bei hoher Temperatur auf, um ein Vermehren der Bacterien zu erzielen, dann bei niederer, und untersuchte alsdann das Wasser auf die Anzahl der Bacterien, indem er Proben von der Oberfläche, von der Mitte und vom Boden nahm. Dabei stellte es sich heraus, dass die oberflächlichsten Schichten bedeutend weniger Bacterien enthielten als die tiefen. Frank<sup>3)</sup> fand, dass auch bei ruhig fließenden Gewässern eine Sedimentirung der Bacterien stattfindet. Während nämlich fast im ganzen Verlauf der Spree eine grosse Anzahl Bacterien im Wasser vorhanden ist, nimmt dieselbe in den Havelseen bedeutend ab. Frank erklärt sich diese Thatsache dadurch, dass beim Eintritt des Flusslaufes in ein grösseres Becken eine Verlangsamung der Stromgeschwindigkeit eintritt. In Folge dessen senken sich im Wasser suspendirte feste Bestandtheile zu Boden. Diese reissen die Bacterien mechanisch mit sich, theils senken sich letztere selbst in Folge ihrer Eigenschwere.

Heraeus<sup>4)</sup> hat bei seinen Versuchen keinen Unterschied in Bezug des Keimgehalts des Wassers an der Oberfläche und am Boden gefunden, und hält auch die Tabellen von Cramer und Fol-Dunant für durchaus nicht beweiskräftig. Auch nach den Erfah-

---

1) Frank. Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlins in bacteriol. Hinsicht. Zeitschrift für Hygiene, Band III.

2) l. c., pag. 92.

3) l. c., pag. 395.

4) l. c., pag. 209.

rungen von Wolffhügel<sup>1)</sup> „liegen die Abweichungen im Keimgehalte der obersten und untersten Schichten des Wassers fast durchweg innerhalb der Fehlergrenze der Methode“, zumal bei der Aufbewahrung der Wasserproben in Erlenmeyer'schen Kölbchen. Eine mehr vermittelnde Stellung nimmt A. Gärtner<sup>2)</sup> ein, ihm scheint bei grösseren Gewässern die Sedimentirung jedenfalls eine Rolle bei der Reinigung derselben zu spielen.

Man muss, durch obige Untersuchungen veranlasst, es sich zur Lehre machen, jedes Wasser nach entnommener Probe, zuerst durchzuschütteln und dann sofort zu untersuchen, damit weder ein Niedersetzen, noch eine Vermehrung der Bacterien stattfinden kann.

Wie schon erwähnt, ist der Gehalt der verschiedenen Wässer an Bacterien sehr verschieden, selbst in ein und demselben Brunnen sind beträchtliche Schwankungen in der Menge zu bemerken.

Flusswasser und Wasser aus Flachbrunnen zeigt im Sommer mehr Bacterien als im Winter; ferner haben Heraeus<sup>3)</sup>, Roth<sup>4)</sup> und Fraenkel<sup>5)</sup> nachgewiesen, dass durch Stagniren des Wassers im Brunnenschacht durch die stete Berührung des Wassers mit den Wänden eine Vermehrung der Anzahl der Bacterien stattfindet, durch längeres Pumpen oder Auspumpen des Brunnens aber die Anzahl der Microorganismen meistens sinkt, es sei denn, dass durch Aufrühren des

---

1) l. c., pag. 457.

2) Gärtner-Tiemann. Das Wasser.

3) l. c. pag. 478.

4) l. c. pag. 302.

5) Fraenkel. Ueber Brunnendesinfection und Keimgehalt des Grundwassers, Zeitschrift für Hygiene, B. VI.

in manchen Brunnen befindlichen bacterienreichen Schlammes sich die Zahl vermehre. Da nun die Speisung der Brunnen durch Grundwasser geschieht, und durchs Auspumpen ein stärkerer Zufluss von Grundwasser hervorgerufen wird, so halten die zuletzt genannten Autoren das Grundwasser, welches in die Brunnen tritt, für fast keimfrei und glauben, dass durch dasselbe nur sehr wenig Keime in den Brunnen gelangen.

Nach Plagge und Proskauer „ist das Grundwasser als ein gut filtrirtes und gegen Infectionsstoffe sicher geschütztes Wasser anzusehen und zum Gebrauch zuzulassen“; ähnlich spricht sich Gärtner<sup>1)</sup> aus: „Das Grundwasser scheint keimfrei zu sein, nur dort wo es oberflächlich steht und unter grobporigen Schichten sich befindet, dürfte es Bacterien enthalten.“

Den Beweis für die Keimfreiheit des Grundwassers hat Fränkel geliefert, nach ihm „nimmt das reine Grundwasser Verunreinigungen in der Gestalt von Microorganismen erst innerhalb der Brunnen auf.“ Fränkel benutzte zu seinem Versuche 2 Röhrenbrunnen auf dem Hofe des hygienischen Institutes zu Berlin. Um zu beweisen, dass das Grundwasser keimfrei ist, unterzog er sowohl das Brunnenrohr als auch den Pumpenkopf einer gründlichen mechanischen Reinigung und goss hierauf in das Rohr 15 Liter einer 5% Mischung von roher Carbolsäure und Schwefelsäure. Er überliess darauf den Brunnen einen Tag sich selbst und bei den

---

1) Gärtner: Die Beurtheilung der hygienischen Beschaffenheit des Trinkwassers und Nutzwassers nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft. Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. II, 1888.

darauf angestellten Untersuchungen zeigte es sich, dass das Grundwasser an sich keimfrei war und 7 Tage lang im Brunnen keimfrei blieb. Eine Phenolreaction konnte im 500 Liter nicht mehr nachgewiesen werden. Bei Wiederholung dieses Experimentes zeigten sich dieselben Resultate.

Anders verhielt es sich mit den Kesselbrunnen, hier scheiterte die Beweisführung dadurch, dass sich in dieser Art von Brunnen eine grössere Wassermenge fand und sich eine bacterienreiche Schlammschicht sowohl am Boden als auch an der Innenwand angeheftet hatte. So lange sich nun die Sterilisirung nicht auf diesen Bodensatz erstreckt, kann auch das Eintreten reinen Grundwassers in den Brunnen nicht statt haben. Fränkel fand, dass die Carbonsäure für die Sterilisirung völlig wirkungslos war und wandte deshalb Kalk an, doch auch hier zeigte es sich, dass die Schlammschicht nicht angegriffen wurde, denn das Wasser blieb nur so lange steril, als sich noch freier Kalk nachweisen liess.

Auf das Verhalten der pathogenen Bacterien im Wasser näher einzugehen, halte ich für unnütz, da solche Erörterungen nicht in den Rahmen meiner Arbeit gehören.

---

Die Wasserproben zu meinen Untersuchungen wurden Brunnen entnommen, welche nur zu diesem Zwecke in den Gärten der Herren Treffner und Prof. Flor angelegt waren. Beide Gärten liegen in einer Niederung am rechten Ufer des Embach. Die Brunnen wurden auf folgende Art construiert: In die Erde wurde ein vier-eckiges Loch bis unter den Grundwasserspiegel gegraben, alsdann wurden Thonröhren hineingelassen, im

Treffner'schen Garten 2 übereinander von 16 Cm. Durchmesser, im Flor'schen 3 übereinander von 32 Cm. Durchmesser. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Röhren wurden durch Becherverschluss und Cement hergestellt und so das Eindringen fremder Elemente in den Brunnen von der Seite her verhindert; damit auch von oben her jegliche Verunreinigungen vermieden werden konnten, 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. Im Ganzen wurden 3 Brunnen im Treffner'schen und 2 nebeneinanderliegende im Flor'schen Garten gegraben. Die Röhren der Brunnen im Flor'schen Garten überragen den Erdboden um 40 Cm., während sie bei den anderen Brunnen mit dem Erdboden im gleichen Niveau liegen.

Im Folgenden will ich die Brunnen, welche von mir untersucht worden sind, mit 1., II., III. und IV b. bezeichnen.

Die Entnahme der Wasserproben geschah von mir persönlich in der Zeit zwischen 9 und 10 Uhr Vorm. Zu diesem Zwecke hatte ich vorher Erlenmeyer'sche Kölbchen mit einem Wattebausch verschlossen und alsdann gut sterilisirt. Um ein schnelles Niedersinken der Kölbchen im Wasser zu erzielen, mussten dieselben beschwert werden. Ich hatte mir dazu eine Messingplatte mit seitlichen Klammern machen lassen. Der Umfang der Platte war dem des Bodens der Kölbchen gleich. Das Erlenmeyer'sche Kölbchen wurde zwischen diese Klammern gezwängt und nachdem der Wattepfropf entfernt war, in den Brunnen gelassen, wo es sich alsbald mit Wasser füllte. Dann wurde das

Kölbchen heraufgezogen, wieder verschlossen und ins hygienische Institut transportirt. Vor dieser Procedur wurde jedes Mal die Temperatur des Wassers und der Grundwasserstand gemessen. Das Wasser wurde spätestens 30 Minuten nach der Entnahme untersucht und vor jeder Untersuchung durchgeschüttelt.

Die Untersuchung geschah nach der bekannten Koch'schen Methode. Die fertig gegossenen Platten wurden in feuchten Kammern bei Zimmertemperatur aufbewahrt und nach  $2 \times 24$  Stunden gezählt, wo möglich zu derselben Zeit, als sie hergestellt waren. Die Zählung geschah mit der bei Gärtner<sup>1)</sup> und Fränkel<sup>2)</sup> beschriebenen Zählplatte. War die Zahl der Colonien eine geringe, so wurde die ganze Platte ausgezählt, im entgegengesetzten Fall wurde nur die Anzahl der Colonien in einzelnen Quadraten — meist in 10 — gezählt, davon das Mittel genommen, und mit dieser Zahl die Gesamtsumme der auf der Gelatineplatte vorhandenen Quadrate multiplicirt. Um die Zahlen controliren zu können, habe ich von einer Wasserprobe immer 3 Platten, in einzelnen Fällen sogar 5—6 Platten gegossen und gut übereinstimmende Resultate erhalten.

Es erwies sich anfangs aber die Zahl der Colonien in 1 Cbcm. Wasser als so gross, dass eine Zählung derselben unmöglich war, deshalb vermischte ich nur 0,5 Cbcm. Wasser mit der Gelatine, auch hier war die Zahl der Colonien eine zu grosse, ebenso bei  $\frac{2}{10}$  und  $\frac{1}{10}$  Cbcm. Wasser. Deshalb musste ich zu einem anderen Hilfsmittel greifen. Ich sterilisirte destillirtes Wasser und vermischte 1 Cbcm. der Wasserprobe mit 9 Cbcm. von

---

1) l. c. pag. 620.

2) l. c. pag. 482.

sterilisirtem Wasser, auch hierbei kam ich zu keinem Resultat, ebensowenig erreichte ich bei Brunnen I bei einer Verdünnung von 1 : 100, erst bei 1 : 200 konnte eine exacte Zählung vorgenommen werden. Bei Brunnen I musste ich also eine Verdünnung von 1 : 200 anwenden, während bei den anderen eine solche von 1 : 100 genügte. Erst im späteren Verlauf, als sich im Brunnen I eine Abnahme der Zahl der Keime bemerken liess, brauchte ich auch hier eine Verdünnung 1 : 100.

Ich begann meine Untersuchungen mit dem Brunnen I am 14./II. 1890. Bevor ich eine richtige Verdünnung, mithin auch die ersten brauchbaren Resultate erhielt, vergingen 14 Tage. In dieser Zeit war der Grundwasserstand so gesunken, dass es unmöglich war eine genügende Menge Wasser aus dem Brunnen zu schöpfen. Deshalb musste derselbe vertieft werden. Es wurde mit einem Erdbohrer die Erde aufgelockert, darauf Wasser in den Brunnen gegossen, dasselbe mit der gelockerten Erde tüchtig vermischt und dann dieser Brei mit einem kleinen Blechgefäss ausgeschöpft. Auf diese Weise wurde der Brunnen von 95 Cm. bis auf 143 Cm. vertieft. Die Thonröhren konnte nicht tiefer in die Erde getrieben werden, so dass jetzt im untersten Theil des Brunnens die Wände aus Erde bestehen. Darauf wurde der Brunnen einige Tage sich selbst überlassen und am 8./III. die Untersuchung aufgenommen. Am 20./III. begann ich mit dem Brunnen II, am 17./IV. mit dem Brunnen III und am 28./IV mit dem Brunnen IV b. Letzterer wurde erst Mitte April angelegt.

Als erste Aufgabe hatte ich mir gestellt, die Zahl der Bacterien in den 4 Brunnen festzustellen. Nachstehende Tabellen geben meine Resultate an:

## B r u n n e n I.

Untersuchung auf entwickelungsfähige Keime.

Tag der		Wasserstand in Cm.	Temperatur.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.							Durch- schnitts- zahl.
Ent- nahme.	Unter- suchung.				P l a t t e n.							
					I.	II.	III.	IV.	V.	VI.		
8./III.	10./III.	49 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1/200	2.231280	2.206920	1.872000	—	—	—	2.103400	
12./III.	14./III.	43 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1/200	1.766000	1.760000	Verdorben	—	—	—	1.763000	
20./III.	22./III.	43 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1/200	1.119300	1.041600	1.006160	1.040000	1.046000	1.009120	1.043697	
21./III.	23./III.	46 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1/200	918000	919920	921500	910000	931200	980000	930104	
23./III.	25./III.	48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1/200	665600	644800	630000	673180	676160	669300	659840	
27./III.	29./III.	48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1/200	679800	666000	679260	670340	660000	648420	667303	
28./III.	30./III.	47 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1/200	671600	648000	—	—	—	—	659800	
17./IV.	19./IV.	50	6	1/200	198200	188800	220000	240000	252000	—	219800	
19./IV.	21./IV.	67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6	1/100	234200	209400	209800	—	—	—	217800	
21./IV.	23./IV.	70 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6	1/100	300000	285000	272700	—	—	—	285900	
23./IV.	25./IV.	66 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6	1/100	273700	235200	226800	—	—	—	245234	

## B r u n n e n I I.

Untersuchung auf entwickelungsfähige Keime.

Tag der		Wasserstand in Cm.	Temperatur.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.						Durch- schnitts- zahl.
Ent- nahme.	Unter- suchung.				P l a t t e n.						
					I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
20./III.	22./III.	26 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>0</sup>	1/100	17600	15200	15900	—	—	—	16234
21./III.	23./III.	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>0</sup>	1/100	13700	13200	13000	—	—	—	13300
26./III.	28./III.	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>0</sup>	1/100	10600	11000	10500	10700	9400	9700	10317
27./III.	29./III.	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>0</sup>	1/100	9600	10100	9700	9600	10500	—	9900
11./IV.	13./IV.	24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>0</sup>	1/100	14200	17100	14000	13300	10600	—	13840
12./IV.	14./IV.	25 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>0</sup>	1/100	14900	13700	15100	—	—	—	14570
13./IV.	15./IV.	24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>0</sup>	1/100	17100	11000	Verdorben	—	—	—	14050
17./IV.	19./IV.	37 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>0</sup>	1/100	9100	10300	9400	9800	9400	—	9800
18./IV.	20./IV.	40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>0</sup>	1/100	9300	9000	9800	—	—	—	9367
19./IV.	21./IV.	41	6 <sup>0</sup>	1/100	9000	9400	8800	—	—	—	9067

### B r u n n e n I I I .

Untersuchung auf entwickelungsfähige Keime.

Tag der		Wasserstand.	Temperatur.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.							Durchschnittszahl.
Entnahme.	Untersuchung.				P l a t t e n .							
					I.	II.	III.	IV.	V.	VI.		
17./IV.	19./IV.	46	6°	1/100	12300	11500	11900	—	—	—	11900	
18./IV.	20./IV.	49	6°	1/100	11200	10400	10800	—	—	—	10800	
22./IV.	24./IV.	54 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8°	1/100	9500	10900	9100	—	—	—	9833	
<b>B r u n n e n I V b .</b>												
28./IV.	30./IV.	120	7°	1/100	243100	232500	243000	—	—	—	239533	
1./V.	3./V.	120,5	7°	1/100	162800	154000	158000	—	—	—	158233	

## B r u n n e n I V b.

Untersuchung auf entwicklungsfähige Keime.

Tag der Entnahme.	Wasserstand.	Temperatur.	Verdünnung des Wassers.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.			
				P l a t t e n.			Mittel.
				I.	II.	III.	
9./VII.	138	10 <sup>0</sup>	2 : 98	2400	2200	—	2300
10./VII.	133	10 <sup>0</sup>	2 : 98	22000	20000	—	21000
11./VII.	138	10 <sup>0</sup>	2 : 98	39000	33000	—	36000
12./VII.	133	10 <sup>0</sup>	2 : 98	260000	190000	—	195000
13./VII.	123	10 <sup>0</sup>	2 : 98	150000	164000	—	157000
18./VII.	93	10 <sup>0</sup>	2 : 98	7000	7300	8000	7400
19./VII.	90	10 <sup>0</sup>	2 : 98	5300	—	—	5300
20./VII.	93	10 <sup>0</sup>	2 : 98	49000	4600	48000	47700

Aus diesen Tabellen ersehen wir, dass das Grundwasser in der von mir untersuchten Gegend nicht keimfrei ist, sondern im Gegentheil eine beträchtliche Anzahl von Keimen zu enthalten scheint, jedenfalls mussten andere Versuche angestellt werden, um die Richtigkeit dieser Behauptung zu bekräftigen.

Bevor wir zu dieser Untersuchung schreiten, wollen wir die einzelnen Brunnen in Bezug auf ihren Bacteriengehalt mit einander vergleichen, und wir finden, dass die Brunnen II und III in Bezug auf die Anzahl der Bacterien mit einander übereinstimmen, sie weisen einen bedeutend geringere Zahl auf als die Brunnen I und IV b. Ferner fällt uns beim Brunnen I folgendes auf: Anfangs findet ein allmählicher Abfall der Anzahl der Bacterien statt bis zu einem gewissen Grade, wo

die Zahl eine Zeit lang constant bleibt. Deshalb wird die Untersuchung auf 14 Tage eingestellt und nach Ablauf dieser Zeit wieder aufgenommen. Wie nun die Zahlen beweisen, hat in dieser Zeit die Zahl der Bacterien wieder abgenommen. Beim Brunnen IV b findet sich ein solcher regelmässiger Abfall nicht, vielmehr ist die Zahl der Bacterien sehr variirend, da sich bald sehr kleine, bald wieder sehr grosse Zahlen finden.

Während andere Autoren darauf hinweisen, dass die Temperatur bei der Entwicklung der Bacterien eine grosse Rolle spielt, kann ich solches nicht finden, denn nach meinen Resultaten hat die Temperatur gar keinen Einfluss auf die Entwicklung der Keime ausgeübt, da, wie die Zahlen beim Brunnen I zeigen, trotz der Temperatursteigerung von  $3\frac{3}{4}^{\circ}$  auf  $6^{\circ}$ , dennoch ein bedeutender Abfall der Bacterienzahl sich bemerkbar macht. Ob der Grundwasserstand einen Einfluss auf das Fallen resp. Steigen der Bacterienzahl ausübt, lässt sich aus obigen Versuchen noch nicht mit Bestimmtheit feststellen, erst durch das nachfolgende Experiment zeigt es sich, dass durch Zuströmen frischen Grundwassers eine Verminderung der Anzahl der Keime stattfindet, mithin ist also auch der so plötzliche Abfall der Zahlen beim Brunnen IV b von 157000 auf 5300 auf diese Weise zu erklären, da auch der Grundwasserstand bedeutend gestiegen ist.

Beim Brunnen I kann das Fallen der Keime um fast das Dreifache vielleicht auf eine Sedimentirung derselben zurückgeführt werden, da der Brunnen 14 Tage lang unberührt geblieben war.

Um also obigen Beweis zu führen, dass das Grundwasser nicht keimfrei ist, wurde der Brunnen IV b,

nachdem vorher die Zahl der Keime festgestellt war, ausgepumpt und zweimal täglich Wasserproben entnommen und so lange untersucht, bis das Grundwasser wieder auf seinen ursprünglichen Stand angelangt war und die Zahl der Bacterien einigermaßen constant blieb.

Vor dem Auspumpen waren in 1 Cbcm. Wasser enthalten

1. Platte.	2. Platte.	3. Platte.	Durchschnittszahl.
133400	137200	133000	134533 Col.

Der Wasserstand betrug 120,5 Cm., der Inhalt des Brunnens war 41419 Cbcm. Wasser. Jetzt wurde mit einer Handpumpe so viel Wasser als möglich aus dem Brunnen entfernt und alsdann nach 2 Stunden die Untersuchung begonnen, nachdem es sich erwiesen hatte, dass schon eine genügende Menge Wasser im Brunnen vorhanden war, um Wasserproben entnehmen zu können. Nachdem darauf das Wasser seinen alten Stand erreicht hatte, wurde ein zweiter Versuch zur Controle des ersten vorgenommen. Nach dem jedesmaligen Auspumpen blieben im Brunnen 1206 Cbcm. Wasser nach. Die Resultate waren folgende:

Untersuchung auf entwicklungsfähige Keime.

Tag der		Wasserstand in Cm.	Temperatur.	Wieviel Was- ser zur Unter- suchung ge- nommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.				
Ent- nahme.	Unter- suchung.				P l a t t e n.			Durch- schnittszahl.	Inhalt des Brunnens in Cbcm. Wasser.
					I.	II.	III.		
24./V. 10h M	26./V. 10h M	162	7°	1/100	118200	121000	Zerschlagen	119900	8042 Cbcm.
2h NM	2h NM	151	7°	1/100	25400	29800	24700	26633	16889 „
25./V. 8h M	27./V. 8h M	134	7°	1/100	17700	16700	18000	17470	30562 „
2h NM	2h NM	131	7°	1/100	168000	159800	167600	161800	32974 „
26./V. 8h M	28./V. 8h M	124,5	7°	1/100	170000	150200	149920	156706	38202 „
Z w e i t e r V e r s u c h.									
29./V. 3h NM	31./V. 3h NM	124,5	7°	1/100	189700	181170	187650	186173	38202 „
6h —	6h —	160	7°	1/100	147250	128000	140000	138417	9651 „
30./V. 9h	1./VI. 9h	138	7°	1/100	64000	72100	68600	68233	27345 „
4h	4h	135	7°	1/100	108200	106700	106920	107273	29757 „
31./V.	2./VI.	129,5	7°	1/100	151900	145000	Verdorben	148450	34181 „

Gehen wir zur Erklärung dieser Tabellen über, so sehen wir, dass innerhalb der ersten 24 Stunden sich eine Abnahme der Keime bemerken lässt, aber nicht ein Fehlen derselben, wodurch wieder meine frühere Annahme, dass das von mir untersuchte Grundwasser nicht bakterienfrei ist, bekräftigt wird.

Die erste Wasserprobe, welche nach dem Auspumpen entnommen wurde, enthielt in einem Cbcm. Wasser 119.900 Keime, bei einem Brunneninhalt von 8042 Cbcm. Wasser die darauf am anderen Morgen untersuchte Probe enthielt 26633 Col. bei einem Brunneninhalt von 16889 Cbcm. Wasser, der Inhalt war also um 8856 Cbcm. gestiegen. Wenn nun das Grundwasser keimfrei sein soll, so müsste es ganz gleich sein, ob man den ursprünglichen Inhalt mit sterilisirtem Wasser oder mit Grundwasser verdünnte, denn der Keimgehalt des Wassers müsste alsdann im Cbcm. ca.  $8 \times$  kleiner sein, als er ursprünglich war. Wenn wir nun die Rechnung ausführen, d. h. 119.900 durch 8 dividiren, so erhalten wir 14.987. Das Wasser der zweiten Probe müsste demnach 14.987 Keime enthalten, es enthält aber bedeutend mehr, nämlich 26633 Keime, woraus also folgt, dass das neu zuströmende Grundwasser nicht bakterienfrei ist; jedoch ist die Zahl derselben nicht so gross, wie es die erste Zählung vor dem Auspumpen ergeben hatte. Diese Zahl ist wohl auf ein Vermehren der Bakterien innerhalb des Brunnens zurückzuführen. Die übrigen Rechnungen ergeben dasselbe Resultat.

Fragen wir uns nun, woher kommt es, dass das Grundwasser hier nicht keimfrei ist, sondern so grosse Mengen Bakterien enthält? Vor allen Dingen ist hier wohl der zu geringe Abstand des Grundwassers von der Bodenober-

fläche ein Hauptgrund. Nach den Untersuchungen von Fränkel und Reimers über das Vorkommen der Microorganismen im Boden, findet sich die grösste Anzahl der Bacterien an der Erdoberfläche und nimmt in die Tiefe hin allmählig ab. Am wenigsten Keime oder überhaupt gar keine finden sich im Grundwassergebiet, in einer Tiefe von 3 Meter.

Nach Fränkel stehen den Keimen zum Gelangen in die Tiefe folgende Wege zu Gebot: 1) die im Boden herrschende Bodenluft, welche aber eine nebensächliche Bedeutung hat, da sowohl trockner, als auch feuchter Boden „filtrierend wirken“; 2) hauptsächlich wird das Eindringen von Bacterien in die Tiefe vermittelt durch die Bewegung von Flüssigkeiten. Aber auch hier stellen sich ihnen bedeutende Schwierigkeiten in den Weg. Der Boden wirkt als Filter, wird bald „bacteriendicht“ und verhindert so das Tieferdringen von Bacterien, daher dann die tieferen Bodenschichten und das Grundwasser bacterienfrei sind.

Bei den von mir untersuchten Brunnen liegt aber das Grundwasser sehr oberflächlich, die filtrierende Kraft des Bodens ist eine zu geringe, um ein vollständiges Zurückhalten der Keime ermöglichen zu können.

Einen Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung scheinen mir die Untersuchungen über den Gehalt des Bodens an Microorganismen zu liefern, welche in Dorpat von meinem Collegen Eberbach ausgeführt sind und in nächster Zeit veröffentlicht werden. Eberbach entnahm seine Erdproben aus unmittelbarer Nähe der Brunnen II. und III. und fand eine Abnahme der Bacterienzahl bei 75 Cm., während die Brunnen nur 74 resp. 78 Cm. tief sind, also das Grundwasser noch

im Niveau des Bodens liegt, wo eine grössere Anzahl von Bacterien vorhanden ist.

Zum Vergleich mit den von mir gefundenen Resultaten über die Bacterienzahl im Grundwasser möchte ich einige Zahlen anführen, welche ich erhalten habe bei Untersuchungen von Wasser, entnommen aus einem Tiefbrunnen im Hofe des Prof. Flor, einer Quelle im Garten des Herrn Treffner und aus der neuen Wasserleitung, welche für die Kliniken eingerichtet ist. Die Untersuchung ergab folgende Anzahl von Keimen im im Cubikcentimeter Wasser:

- 1) Des Brunnens auf dem Hof des Prof. Flor.  
Untersuchung auf entwickelungsfähige Keime.

Tag der		P l a t t e n.			Durchschnittszahl.	Wieviel H <sub>2</sub> O zur Untersuchung genommen.
Entnahme.	Untersuchung.	I.	II.	III.		
14./II.	16./II.	191	214	Verdorben	202	1 Cbem.
20./II.	22./II.	203	165	188	185	1 „
24./II.	26./II.	170	208	237	205	1 „
5./III.	7./III.	150	184	185	173	1 „
2) Der Quelle.						
14./II.	16./II.	64	41	71	55	1 Cbem.
20./II.	22./II.	15	17	—	16	1 „
24./II.	26./II.	12	17	12	13	1 „
5./III.	7./III.	21	18	19	19	1 „
3) Der Wasserleitung.						
6./II.	8./II.	15	19	21	18	1 Cbem.
8./II.	10./II.	31	27	28	28	1 „
13./H.	15./II.	15	23	24	20	1 „

Wir sehen hier eine bedeutend geringere Zahl von Bacterien auftreten und möchte ich behaupten, dass das Wasser aus dem Brunnen und der Wasserleitung welches aus grösserer Tiefe her stammt, bacterienfrei ist, und nur durch Verunreinigungen, welche dasselbe während seines Laufes durch die Röhren erfährt, diesen geringen Gehalt an Bacterien aufweist. Ich habe das Wasser der Wasserleitung untersucht, nachdem dasselbe 12—24 Stunden ununterbrochen geflossen war und gefunden, dass in 1 Cbcm. Wasser 3—5 Keime enthalten waren, welche Zahlen für die Güte des Wassers und die von mir aufgestellte Behauptung sprechen.

Die Untersuchungen der Brunnen II und III mussten im April eingestellt werden, da die Brunnen vollständig ausgetrocknet waren. Deshalb wandte ich mich nur dem Brunnen IV b zu und versuchte folgende Fragen zu lösen:

Wie verhält sich die Bacterienzahl, wenn 1) der Brunnen offen gehalten wird, also dem Einfluss der Luft und Witterung ausgesetzt ist und 2) wenn der Wasserstand dieses offenen Brunnens durch Abschöpfen von Wasser immer auf gleicher Höhe gehalten wird?

ad. I. Nachdem durch einige Vorversuche die Zahl der Bacterien festgestellt war, wurde der Holzdeckel von der oberen Oeffnung entfernt und durch einen mit doppelter Gaze überzogenen viereckigen Holzrahmen ersetzt. Dadurch konnte die Luft ungehindert in den Brunnen gelangen, während gröbere Verunreinigungen nicht stattfinden konnten. Die jetzt vorgenommenen Untersuchungen ergeben, wie nachstehende Tabellen zeigen, eine Vermehrung der Zahl der Bacterien; wenn auch nicht in hohem Maasse. Es genügt also

A. Zahl der Keime vor Offenhalten des Brunnens.

Tag der		Wasserstand in Cm.	Temperatur.	Wieviel H <sub>2</sub> O Genommen.	Colonienzahl im Cubikcentimeter.						Durch- schnitts- zahl.
Ent- nahme.	Unte- suchung.				P l a t t e n .						
					I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
11./VI.	13./VI.	132	9 <sup>o</sup>	1/100	20800	19400	19600	23800	25400	19100	21350
12./VI.	14./VI.	130,5	9 <sup>o</sup>	1/100	29800	28700	20600	—	—	—	25525
13./VI.	15./VI.	135,5	9 <sup>o</sup>	1/100	22400	19900	20300	20100	19100	21800	20600

B. Zahl der Keime, nachdem der Brunnen offen gestanden hatte.

Tag der		Wasserstand in Cm.	Temperatur.	Hiervon H <sub>2</sub> O Genommen.	P l a t t e n .			Durch- schnitts- zahl.
Ent- nahme.	Unte- suchung.				I.	II.	III.	
19./VI.	21./VI.	122	9 <sup>o</sup>	1/100	38200	38500	—	38350
20./VI.	22./VI.	121	9 <sup>o</sup>	1/100	34000	30800	—	32400
21./VI.	23./VI.	121,5	9 <sup>o</sup>	1/100	36500	30800	35100	34133

schon der Zutritt von Luft oder eine ganz geringfügige Verunreinigung in Form von Staub, um ein Vermehren der Keime herbeizuführen. Die Zahl derselben wäre entschieden bedeutend gewachsen, wenn nicht der schützende Rahmen größere Verunreinigungen verhindert hätte.

ad II. Zur Beantwortung dieser Frage wurde der Grundwasserstand zuerst gemessen, dann mit einem kleinen Blechgefäß so viel Wasser abgeschöpft, dass der Wasserstand um 5 resp. 10 Cm. fiel und jedes Mal nach dem Abschöpfen eine Wasserprobe zur Untersuchung entnommen. Wie aus den nachstehenden Tabellen ersichtlich, findet eine um so grössere Verminderung der Bacterienanzahl statt, je mehr Wasser aus dem Brunnen abgeschöpft wird, indem durch Zufluss des bacterienärmeren Grundwassers eine Vermischung des ursprünglich im Brunnen befindlichen Wassers stattfindet, wodurch dann auch die Anzahl der Keime herabgesetzt wird.

Anzahl der Keime in 1 Cbcm. nach dem Abschöpfen von Wasser.									
Tag der		Ursprünglicher Wasserstand.	Wasserstand nach dem Abschöpfen.	Temperatur.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Platten.			Durchschnittszahl.
Entnahme.	Untersuchung.					I.	II.	III.	
26./VI.	28./VI	125	130	9°	1/100	29900	27200	—	28550
27./VI.	29./II.	125	130	9°	1/100	26000	25300	26700	26000
10h M	10h								
4h NM	4h NM	127	130	9°	1/100	21900	23600	21700	22400
28./VI.	30./VI.	125	130	9°	1/100	25600	26300	25900	25933
80h M	10h M								
4h NM	4h NM	128	130	9°	1/100	25300	24500	23700	24900
30./VI.	2./VII.	127	135	9°	1/100	12800	6100	7400	8767
10h	10h								
4h	4h	132	135	9°	1/100	7400	10200	7900	8500
2./VII.	4./VII.	125	135	9°	1/100	7600	7200	9100	8067
10h	10h								
4h	4h	130	135	9°	1/100	9300	7400	7600	8100

Am Schlusse meiner Untersuchungen angelangt, möchte ich noch in kurzen Worten allgemeine Bemerkungen über die Anlage von Brunnen daran knüpfen, so viel sie sich aus meiner Arbeit und aus denen anderer Autoren ergeben haben.

Da bei geringen Abstände des Grundwassers von der Bodenoberfläche die filtrirende Kraft des Bodens zu gering ist, um das Eintreten von Bacterien in das Grundwasser zu verhindern, sollen die Brunnen eine bestimmte Tiefe haben, damit gesundheitsschädliche Stoffe durch den Boden abgehalten werden, ins Wasser zu gelangen. Ferner muss dem Eindringen von Microorganismen von oben und von der Seite her Einhalt gethan werden. Dieses kann geschehen durch Anlegen von Röhrenbrunnen, bei denen ein Eindringen von Infectionsstoffen oder Verunreinigungen anderer Art durch ihren sicheren seitlichen und oberen Verschluss nur in den seltensten Fällen möglich ist, während es kaum einen Kesselbrunnen giebt, der diesen Schädlichkeiten nicht ausgesetzt ist.

Endlich kann durch einmal tägliches Auspumpen eines richtig angelegten Röhrenbrunnens durch Zufliessen des Grundwassers ein bacterienfreieres Wasser erzielt werden, als es ursprünglich war, worauf schon Fränkel in seiner Arbeit hingewiesen hat.

Ich will hiermit meine Untersuchungen schliessen, obgleich sich noch viele Fragen anknüpfen liessen, jedoch würde die Erledigung derselben eine längere Zeit in Anspruch nehmen als sie nur zu Gebote steht; ich hoffe, dass sich bald Nachfolger finden werden, welche die von nur begonnenen Untersuchungen weiter fortführen.

---

Als Anhang zu meiner Arbeit lasse ich eine Beschreibung von 10 Bacterienarten, die am häufigsten in den von mir untersuchten Grundwasser anzutreffen waren, folgen. Dieselben sind nach den bei Fränkel<sup>1)</sup> angegebenen Methoden auf Gelatine, Agar, Blutserum, Bouillon und Kartoffeln gezüchtet und microscopisch untersucht worden. Letztere wurden nach der Globig'schen Methode präparirt, welche vor der Esmarch'schen den Vorzug hat, keinen Verunreinigungen ausgesetzt zu sein und sich beliebig lange aufbewahren zu lassen. Ausserdem habe ich auch das chemische Verhalten dieser Arten nach der von Petruschky<sup>2)</sup> angegebenen Methode geprüft. Die grösste Schwierigkeit bereitete die Bestimmung der einzelnen Arten, ob dieselben identisch sind mit solchen, welche von anderen Autoren beschrieben sind, oder nicht. Ich habe dieselben verglichen mit von Malapert - Neufville, Flügge<sup>3)</sup>, Eisenberg<sup>4)</sup>, Fränkel, Zimmermann<sup>5)</sup>, Haudring und Frankland beschriebenen Bacterienarten und nur 3 Arten mit diesen identisch gefunden. Ich habe deshalb dieselben nach einzelnen ihnen zukommenden Eigenthümlichkeiten benannt.

---

1) Fränkel: Grundriss der Bacterienkunde. pag. 157.

2) Petruschky: Bacterio - chemische Untersuchungen, Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, Bd. VI und VII.

3) Flügge: Die Microorganismen mit besonderer Berücksichtigung der Aetiologie der Infectiouskrankheiten.

4) Eisenberg: Bacteriologische Diagnostik.

5) Zimmermann: Die Bacterien unserer Trink- und Nutzwässer, ins besondere des Wassers der Chemnitzer Wasserleitung.

**Nr. 1. Bacillus fluorescens putidus.** (cf. Flügge pag. 288.)

Fundort. Brunnen I, II und IV b.

Aussehen der Colonie auf der Wasserplatte. Runde Colonien von weissgrünlicher Farbe, welche sich knopfartig über die Gelatine erheben. Die Oberfläche der Colonie ist feuchtglänzend. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Meist nach 2 Tagen entwickelt sich um die Colonie ein rundlicher grün fluorescirender Hof, welcher ganz allmählig in die den Hof umgebende Gelatine übergeht.

Bei schwacher Vergrösserung erscheinen die Colonien rundlich, im Centrum grau, undurchsichtig, zur Peripherie hin hell gelbgrün, fein granulirt. Die äusserste Zone ist beinahe wasserhell, gleichsam aus kleinen Körnchen zusammengesetzt, von blattaderähnlichen Gebilden durchzogen.

Form, Anordnung. Im hängenden Tropfen erkennt man plumpe Stäbchen und Doppelstäbchen, Stäbchenfäden sind in sehr geringer Anzahl vorhanden.

Im Bouillontropfen nach 24 Stunden scheinen die Stäbchen länger geworden zu sein und einzelne Fäden lassen sich deutlich in 4—5 Individuen zergliedern.

Klatschpräparate zeigen dasselbe, ausserdem vereinzelte sehr lange Fäden (bis zu 10 Individuen).

Beweglichkeit. Die Stäbchen zeigen grosse Beweglichkeit.

Sporenfärbung. Nicht gelungen.

Wachsthum auf:  
I. Gelatine. Die Plattenculturen zeigen bei der 1. Verdünnung nach 2 Tagen eine Menge kleiner Colonien; die in der Tiefe liegenden bilden kleine gelblichweisse Kugeln, die oberflächlichen deutlich erhabene weissgrüne feuchtglänzende Auflagerungen. Die Platten haben einen Geruch nach Häringslake.

Bei schw. Vergr. erkennt man, wie einzelne der tiefliegenden Colonien Stiele nach oben senden, welche sich dann, nachdem sie die Oberfläche erreicht haben, flächenhaft ausbreiten, so dass das Ganze einem Pilz ähnlich ist.

Die tiefliegenden Colonien sind auch hier rund, gelbbraun, feingranulirt, die oberflächlichen haben dasselbe Aussehen wie die auf der Wasserplatte gefundenen, nach 2 Tagen bildet sich der fluorescierende Hof.

Strichcultur: Am 2. Tage bildet sich eine schwach grünlichweisse, saftige, glänzende Auflagerung. Die umgebende Gelatine zeigt am dritten Tage einen grünen Farbenton.

Bei schw. Vergr. zeigt sich der Strich an seinem oberen Ende zusammengesetzt aus kleinen Kugeln von hellgelber Farbe,

welche theilweise ganz isolirt dastehen und ein granulirtes Aussehen haben. Die Ränder des Striches sind fast gerade. Vom Striche aus gehen wurzelförmige Fortsätze in die Tiefe der Gelatine und scheint jede Wurzel einer kugeligen Colonie in der Tiefe der Auflagerung zu entsprechen.

Stichcultur. Nach 2 Tagen bemerkt man eine schmale, dicke, grau-weiße glänzende Oberflächenausbreitung, im Stichcanal eine spitzenartige Wucherung. Vom 3. Tage ab zeigt sich eine allmählig von oben nach unten fortschreitende grünliche Verfärbung der Gelatine.

Bei Loupenbetrachtung besteht die Wucherung im Stichkanal aus einer Unzahl kleiner, runder, weisslicher Colonien, welche an einigen Stellen, wo sie nicht so dicht an einander gestellt sind, deutlich die Gelatine durchschimmern lassen.

II. Agar-Agar. Es entwickelt sich ein saftiger grau-weißer Belag. Bei Loupenbetrachtung erweist sich derselbe aus grossen weissen Kugeln zusammengesetzt, daher die Contouren grossbuchtig sind. Am 5. Tage nimmt auch der Agar einen deutlichen grünlichen Schimmer an. Zu derselben Zeit fliesst ein Theil der Auflagerung nach unten ab und vermischt sich mit dem Condenswasser zu einer weisslichen

Masse. Nach längerem Stehen bekommen die dicksten Stellen der Auflagerung einen kleinen Stich ins Rosa.

III. Kartoffel. Auf der Kartoffel bildet sich ein dicker, saftiger, glänzender Belag mit glatter Oberfläche, die Farbe ist anfangs graugelb mit einem Stich ins Rosa, verändert sich aber nach einiger Zeit, indem sie deutlich bräunlich wird.

IV. Blutserum. Ein schmaler glänzender Belag mit glatter Oberfläche und geraden Rändern, Farbe weissgrau.

V. Bouillon. Am 2. Tage trübt sich die Bouillon und ist mit flockigen Massen erfüllt, diese senken sich allmählig zu Boden und bilden einen grauweissen Satz. Eine Hautbildung an der Oberfläche lässt sich nicht beobachten.

Wachstums-  
stärke.

Wächst nicht sehr schnell.

Färbbarkeit.

Mit Anilin gut färbbar.

Alkali- oder  
Säurebildner.

Alkalibildner 6—7%.

**Nr. 2. Perlmutterglänzender Bacillus.**

Fundort.

Brunnen IV b.

Aussehen der  
Colonie auf der  
Wasserplatte.

Kleine bläulichschimmernde, perlmutterglänzende Colonien, welche die Gelatine nicht verflüssigen. Die Contouren der Colonie sind unregelmässig gebuchtet. In der Mitte der Colonie erkennt man einen weissen Punkt.

Bei schw. Vergr. erkennt man ein dunkler gehaltenes Centrum von gelblicher Farbe und eine äussere wasserhelle granulirte Zone. Die kleineren Colonien bestehen aus dicht zusammengedrängten feingranulirten Massen, welche durch einzelne hellere Striche von einander getrennt sind.

Form, Anord-  
nung.

Im hängenden Tropfen: Stäbchen von verschiedener Länge meist sehr klein mit abgerundeten Enden.

Die K I a t s c h p r ä p a r a t e zeigen kurze Stäbchen mit abgerundeten Enden, auch einzelne längere, parallel neben einander gestellte. Die äussersten Bacterienreihen stehen parallel dem Contour der Colonie.

Beweglichkeit.

Die Stäbchen sind sehr beweglich.

Sporenbildung.

Sporen sind nicht nachzuweisen.

Wachsthum  
auf:

Plattenculturen: Am 2. Tage haben sich auf der Platte O. I und II kleine I. Gelatine, tiefliegende, weisse, runde Colonien ent-

wickelt, welche bei schw. Vergr. gelb granulirt erscheinen. Am 3. Tage zeigen sich auch oberflächliche Colonien. Dieselben sind stecknadelgross, rund, blaugrau, glänzend und ragen knopfartig über die Gelatine. Am 4. Tage breiten sie sich mehr oberflächlich aus. Die kleinen oberflächlichen Colonien sind bei schw. Vergr. hell gelblich, fein granulirt, die mittelgrossen haben ein granulirtes Centrum und einen wasserhellen Hof, während die ganz grossen ein gelbes granulirtes Centrum von einem wasserhellen granulirten Hof unterscheiden lassen. Die Contouren sind unregelmässig gebuchtet.

**Strichcultur:** Am 2. Tage entwickelt sich ein weissgrauer Belag mit regelmässigen Rändern in dünner Auflagerung; im durchfallenden Licht sieht der Saum bläulichweiss perlmutterglänzend aus.

Microscopisch untersucht besteht das Centrum aus einer Unzahl gelber Kugeln, während die Peripherie weiss granulirt erscheint.

**Stichcultur:** An der Oberfläche bildet sich am 3. Tage eine geringe bläulichweisse perlmutterglänzende Auflagerung mit unregelmässigen Rändern; im Stichkanal — eine zarte weissliche Haut, welche, mit der Loupe betrachtet,

aus kleinen weissen, zart granulirten Kugeln zusammengesetzt ist. Die Gelatine sinkt nach 7—8 Tagen an der Oberfläche ein wenig ein.

- II. Agar-Agar. Ein dünner glänzender Belag mit glatter Oberfläche, die Farbe ist im oberen Theil rauchiggrau, im untern, wo die Auflagerung dicker ist, weisgrau.
- III. Kartoffel. Eine dicke, saftige, glänzende Auflagerung mit nicht ganz glatter Oberfläche, Farbe schmutzig-gelbgrau.
- IV. Blutserum. Schmalere glänzender Belag von gleichmässiger Dicke, Oberfläche glatt, Ränder gezahnt, Farbe weissgrau.
- V. Bouillon. Bouillon wird getrübt, am Boden liegen weissgraue flockige Massen.
- Wachsthum-  
stärke. Wächst sehr langsam.
- Färbbarkeit. Mit Anilin sehr gut färbbar.
- Alkali- oder  
Säure-Bildner. Säurebildner 8,5—10%.

### Nr. 3. *Bacillus coronatus*.

Fundort.	Brunnen IV b.
Aussehen der Colonie auf der Wasserplatte.	Grosse Colonien von graugelber Farbe, welche die Gelatine verflüssigen. Mit blossem Auge lassen sich folgende Einzelheiten unterscheiden:
	1) Ein Verflüssigungstrichter mit glatten Rändern, welche mit gelben körnigen Massen angefüllt ist. Vom Rande des Trichters bis zur Spitze verlaufen an der Wand radiär angeordnete graue Streifen, welche sich später verlieren.
	2) Um diesen Trichter findet sich eine Zone, welche die Gelatine nicht verflüssigt und auch von radiären Streifen durchzogen ist.
	3) Die äusserste Zone, welche wie ein Heiligenschein die ganze Colonie umgiebt. Die Zone ist am inneren Rande dunkelgrau, undurchsichtig, zur Peripherie hin wird sie immer heller, bis sie in die Farbe der umgebenden Gelatine übergeht.
	Microscopisch hat man ein granulirtes gelbes Centrum, daran eine graue granulirte und verfilzte Zone; der nicht verflüssigte Theil ist fein granulirt, grau.
Form, Anordnung.	Im hängenden Tropfen: Schlanke lange Stäbchen und lange Fädchen.
	Im Klatschpräparat: Schlanke Stäbchen, auch längere Fäden, parallel

zu einander in Zügen, welche oft gebogen sind, angeordnet. Bei den grösseren abgeklatschten Colonien unterscheidet man geordnete Faserzüge, welche sich unter einander netzartig verbinden.

Beweglichkeit.      Oscillirende Bewegungen.

Sporenbildung.      Wurde nicht beobachtet.

Wachsthum      Plattenculturen: Am 2. Tage  
auf:      treten kleine rundliche Colonien von  
I. Gelatine.      gelblichgrauer Farbe auf. Auf Platte II  
sind die Colonien von grauer Farbe, rund,  
und lassen ein helleres weissliches punktförmiges Centrum von einem grauen Hof unterscheiden.

Bei schw. Vergr. erkennt man bei I einen länglich gebogenen Stamm von gelblicher Farbe, von welchem eine Menge feiner Fäden ausgehen, die mittleren dicker, die peripheren dünner. Das Ganze macht einen ähnlichen Eindruck wie Havers'sche Kanäle. Die Fäden gehen nach allen Richtungen aus, verzweigen sich baumförmig und verbinden sich mit Fäden naheliegender Colonien. Eine äussere Grenze der Colonie ist hier nicht sichtbar. Bei Platte II sieht man ähnliche Bilder, ein Centrum, von welchem sich verzweigende Fäden ausgehen. Um diesen Centrum ist die Peripherie grau-gelb granulirt, die Colonie ist also in ein 2. Stadium der Entwicklung getreten.

Die Colonien verflüssigen nach 2 Tagen und bilden dann gelbe körnige Massen.

Bei Platte III und IV zeigen sich anfangs dieselben Bilder. Am dritten Tage hat man ein mit zerbröckelten, gelben Massen ausgefülltes Centrum und einen grauen nicht verflüssigten Hof, welcher von sehr feinen radiären weissgrauen Linien durchzogen ist. Allmählig wird das Centrum undurchsichtig gelb, dann folgen dünnere gelbe Massen und endlich der graue Hof, welcher in einem bestimmten Stadium von grauen radiären Linien durchzogen ist.

Microscopisch dasselbe Bild wie auf der Wasserplatte.

Strichcultur: Schmäler graugelber Belag, welcher die Gelatine wenig verflüssigt, am Grunde gelbliche Massen. In die Tiefe erstreckt sich eine wolkige sehr zarte Trübung in Form grauer Fäden. Am 3. Tage ist die Cultur nach unten abgeflossen, das untere Ende des Striches verflüssigt und mit gelben flockigen und wolkigen Massen durchsetzt.

Stiehcultur: An der Oberfläche bildet sich nach 24 Stunden ein dünnes Häutchen von weissbläulicher Farbe mit einem gelben Centrum. Am Ende des 2. Tages ist die Oberfläche ganz verflüssigt, im Grunde sitzen gelbe flockige Massen. Vom Stichkanal erstreckt sich

in die Umgebung eine schleierartige Trübung, welche bei Loupenbetrachtung sich als feine Fäden erweist.

II. Agar-Agar. Am 3. Tage ein schmaler Belag von goldgelber Farbe; die Auflagerung ist glänzend, dünn, die Contouren unregelmässig.

Bei schw. Vergr. besteht das obere Ende aus kleinen gelben Kugeln.

III. Kartoffel. Es entwickelt sich ein glänzender saftiger Belag, mit glatter Oberfläche und reiner goldgelber Farbe.

IV. Blutserum. Es entsteht eine ziemlich breite Auflagerung von goldgelber Farbe. Im unteren Abschnitt fliesst am 2. Tage ein Theil der Auflagerung ab und vermischt sich mit dem Condenswasser zu einer gelben Flüssigkeit. Am dritten Tage wird das Blutserum verflüssigt, der ganze Belag ist abgeflossen und eine tiefe Rinne ist im Serum nachgeblieben. Am Boden sieht man einen weissgelben körnigen Niederschlag.

V. Bouillon. Bouillon wird leicht getrübt, am Boden hat sich ein gelbweisser Niederschlag gebildet, an der Oberfläche kein Häutchen zu sehen.

Wachsthumstärke. Wächst sehr langsam.

Färbbarkeit. Mit Anilin gut färbbar.

Alkali- oder Säurebildner. Säurebildner 6%.

#### Nr. 4. Zottiger Bacillus (*Bacillus villosus*).

Fundort.

Brunnen I und II.

Wachsthum  
auf der Wasser-  
platte.

Colonien von mattgrauer Farbe, unregelmässigen Contouren, nicht glänzend. Die Colonie ist trocken, zäh und setzt dem Abheben mit der Platinnadel erheblichen Widerstand entgegen. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Bei schw. Vergr. sieht das Centrum zottig wie ein Lammfell aus und ist von dunkelgrauer Farbe. Die Peripherie ist hell, sehr breit gelockt. Die Lücken zwischen den einzelnen Locken erscheinen als helle Linien.

Form, Anord-  
nung.

Im hängenden Tropfen: lange schlanke gerade Stäbchen mit abgerundeten Enden, Doppelstäbchen und lange Fäden, welche aus 4—6 Individuen zusammengesetzt sind.

Klatschpräparate: lange schlanke Stäbchen mit Neigung zur Fadenbildung. Bei einzelnen Individuen ist das eine Ende dunkler gefärbt. Die Stäbchen sind alle parallel zu einander gestellt, die äusserste Reihe parallel dem Contour. Es lassen sich ganz regelmässige Bacillenzüge, theils gerade verlaufende, theils gebogene, erkennen, welche sich später im Centrum vereinigen. Auch im Centrum sind die Stäbchen parallel gestellt.

Beweglichkeit. Vollkommen unbeweglich.  
 Sporenbildung. Sporen nachzuweisen gelingt nicht.

Wachsthum auf:  
 I. Gelatine. Plattenculturen: Nach 12 Stunden sieht man auf der Platte O. und I eine Menge kleiner tiefliegender weisser Colonien, welche eine ganz unregelmässige Form darbieten, indem von einem Punkte aus nach vielen Richtungen hin Faden oder Stachel ausgehen, so dass die Colonien wie Sternchen aussehen. Die oberflächlichen Colonien zeigen eine schleimähnliche matte glanzlose Auflagerung von grauer Farbe, mit gebuchteten Contouren, in deren Centrum sich gewöhnlich eine tiefer liegende Colonie findet.

Bei schw. Vergr. sind die tiefen Colonien derart angeordnet, dass man ein dichtgefügtes Centrum ohne bestimmte Structur wahrnimmt, von dem aus nach verschiedenen Richtungen Ausläufer von verschiedener Länge sich erstrecken; diese sind gelockt und verzüngen sich nach der Peripherie hin; ausserdem finden sich noch hier und da in der Gelatine zarte Locken, welche von Bacterienfäden herzurühren scheinen. Die oberflächlichen Colonien sind wasserhell und bestehen aus breiten Locken, welche durch helle Linien getrennt sind. Die Contouren der Colonien sind gebuchtet. Am 3. Tage

werden die Colonien grösser, trocken, zäh wie auf der Wasserplatte, ebenso ist dann der microscopische Befund derselbe. Legt man ein Deckgläschen auf die Colonie und betrachtet sie bei starker Vergr. so sieht man im Saum ein breites Gelock, welches aus parallel zu einander geordneten Stäbchen besteht.

**Strichcultur:** Nach 12 Stunden hat sich ein schmaler Belag von mattgrauer Farbe gebildet. Derselbe ist trocken, zähe, die Contouren fein gebuchtet. Bei durchfallendem Licht scheint die Mitte aus fein granulirten Massen zu bestehen. Die Ränder sind durchsichtig, fein granulirt, bläulich schimmernd. Bei Loupenbetrachtung erscheint der ganze Belag grob gekörnt. Bei schw. Vergr. besteht das obere Ende des Striches aus kleinen gelbbraunen Colonien, welche im Inneren granulirt sind. Die Auflagerung hat an einigen Stellen dasselbe zottige Aussehen wie die Colonie auf der Wasserplatte.

**Stichcultur:** Nach 12 Stunden sieht man an der Oberfläche eine stecknadelkopfgrosse weissgraue trockene Auflagerung. Im Stichkanal sind weissgraue durchsichtige Massen, welche aus kleinen Körnchen oder Kugeln bestehen. Nach einigen Tagen wird die Oberflächenausbreitung grösser und reicht bis ans

Reagensglass. Die Wucherung bleibt trocken, zäh und zeigt geringe Faltenbildung.

II. Agar-Agar. Auf der Agarfläche entsteht eine glänzende weissgraue Auflagerung mit unregelmässigen Contouren, die Ränder sind durchscheinend, körnig. Bei schw. Vergr. sieht der Rand wie aus Körnern bestehend aus, welche zu grösseren Schollen zusammengetreten sind.

III. Kartoffel. Ein dicker Belag von schmutzig-grauer Farbe, der obere Theil des Striches ist blasig aufgetrieben, im unteren Theil sind die Blasen zusammengefallen und erscheint die Oberfläche deshalb gefältelt, Allmählig fallen auch die Blasen im oberen Theil ein und schliesslich hat die Oberfläche ein ziemlich glattes Aussehen.

IV. Blutserum. Ein schmaler nicht sehr saftiger, glänzender Belag mit glatter Oberfläche, Farbe weissgrau.

V. Bouillon. Die Bouillon trübt sich kaum, am Boden liegt ein häutiger weissgrauer Niederschlag.

Wachstum-  
stärke. Wächst ziemlich schnell.

Färbbarkeit. Färbt sich mit den gebräuchlichen Anilinfarben.

Alkali- oder  
Säurebildner. Alkalibildner 3,3%—4%.

**Nr. 5. Grauer Bacillus.**

- Fundort. Brunnen I und II.
- Wachsthum auf der Wasserp-  
platte. Kleine graue an der Oberfläche glän-  
zende Colonien mit ausgebuchteten Con-  
touren, welche die Gelatine nicht ver-  
flüssigen. Bei schw. Vergr. erscheint das  
Centrum dunkelgraubraun, die Periphe-  
rie ganz hell, fein granulirt. Die Mitte  
besteht aus einem Gemisch fein anein-  
andergestellter Streifen, welche sich zur  
Peripherie hin auflösen und mehr oder  
weniger radiär gestellt sind.
- Form, Anord- Im hängenden Tropfen: kurze  
nung. plumpe Stäbchen mit abgerundeten En-  
den auch Doppelstäbchen.  
Klatschcolonie: kurze ziemlich  
breite Stäbchen und Doppelstäbchen.
- Beweglichkeit. Lebhaft oscillirende Bewegung.
- Sporenbildung. Nicht nachweisbar.
- Wachsthum auf:  
I. Gelatine. Plattencultur: Auf Platte O und  
I zeigen sich nach einem Tage tieflie-  
gende Colonien von runder Gestalt und  
weisslicher Farbe, welche bei schw. Vergr.  
rund, gelbbraun und fein granulirt er-  
scheinen, doch lässt sich eine äussere  
Zone von einem Centrum noch nicht  
unterscheiden. Die oberflächlichen Colo-  
nien sind zum Theil rund, zum Theil  
haben sie gebuchtete Contouren, sie sind  
glänzend und von weissgrauer Farbe.

Bei Loupenbetrachtung erkennt man ein gelblichweisses, undurchsichtiges Centrum und eine dünne graue durchsichtige Peripherie. Bei schw. Vergr. ist das Centrum dunkelgelbbraun granulirt und die Peripherie wasserhell.

Strichcultur: Nach 24 Stunden hat sich ein schmaler Belag entwickelt, mattglänzend, grauweiss. Der Belag ist flach, die Ränder sind gebuchtet. Die Farbe ist bei durchfallendem Licht perlmutterglänzend, im auffallenden grauweiss. Bei schw. Vergr. besteht das oberste Ende aus kleinen weissen Kugeln, welche im Inneren granulirt sind, die Contouren sind unregelmässig gezackt.

Strichcultur: Nach 24 Stunden ist auf der Oberfläche eine schmale Ausbreitung sichtbar von grauweisser Farbe und unregelmässigen Rändern, im Stichkanal ein schleierartiges Häutchen, bestehend aus einer Menge kleiner Kugeln.

II. Agar-Agar. Auf Agar entwickelt sich ein grauer glänzender Belag mit unregelmässigen Rändern. In die Tiefe erstreckt sich eine dünne graue Wand. Die Oberfläche ist glatt. Nach 3 Tagen wird der Belag sehr dick.

III. Kartoffel. Ein nicht sehr dicker glänzender Belag, welcher sich fast über die ganze Impffläche der Kartoffel verbreitet hat.

Die Oberfläche ist stark gerunzelt, die Farbe schmutzig gelbbraun.

IV. Blutserum. Ein schmaler glänzender Belag mit glatter Oberfläche, Farbe grau.

V. Bouillon. Bouillon trübt sich stark, am Boden setzt sich eine weissgraue Masse ab.

Wachstum-  
stärke. Wächst ziemlich schnell.

Färbbarkeit. Mit Anilin gut färbbar.

Säure- oder  
Alkalibildner. Alkalibildner 1,5 %—2%.

---

## Nr. 6. Grau verflüssigender Bacillus.

Fundort. Brunnen I. II. und IV. b.

Wachstum auf der Wasserplatte. Runde Colonien von grauer Farbe, welche die Gelatine verflüssigen. Mit blossen Auge sieht man ein flüssiges undurchsichtiges Centrum von weissgrauer Farbe. An dieses Centrum schliesst sich eine hellere, durchsichtige periphere Zone an, welche bis an die Grenze der Verflüssigung reicht. Diese Zone ist bei einzelnen Colonien durchzogen von dunkelgrauen; undurchsichtigen Streifen, welche radiär angeordnet, theils das Centrum erreichen, theils nicht. Bei ganz kleinen Colonien sind diese Streifen nie zu sehen. Bei schw. Vergr. findet sich ein schmutziggraues fein granulirtes Centrum, in welchem Partien von hellerer Farbenschattirung mit solchen dunklerer unregelmässig abwechseln. Darauf folgt ein hellerer Hof, welchem einzelne dunkelpigmentirte Häufchen eingesprengt sind. Dieser Zone schliesst sich wieder nach aussen hin eine dunkelgraue, auch fein granulirte an, von welcher aus in den helleren Hof in einzelnen Fällen dunkle radiäre Streifen verlaufen. Der äusserste Rand der Colonie zeigt wieder einen helleren Farbenton.

Form, Anordnung. Im hängenden Tropfen gerade Stäbchen und Doppelstäbchen.

Im Bouillontropfen nach 24 Stunden schlanke gerade Stäbchen, meist Doppelstäbchen, auch längere Fäden.

Klatschpräparate schlanke Stäbchen. Einige von ihnen lassen im Inneren dunklere Punkte erkennen.

Beweglichkeit. Die Stäbchen sind sehr beweglich.

Sporenbildung. Sporenfärbung gelingt nicht.

Wachstum auf:  
I. Gelatine. Plattenculturen: Die Platte O. ist schon am Ende des ersten Tages verflüssigt. Auf Platte I finden sich kleine rundliche graue Colonien mit schalenförmiger Verflüssigung, deren Centrum durch einen Punkt markirt wird. Bei schw. Vergr. sieht man scharf umgrenzte tiefliegende runde Colonien von mehr gelbbrauner Farbe, welche im Inneren feine Granulationen aufweisen. Die oberflächlichen Colonien sind grösser, rund, im Inneren granulirt, nur sind die Granulationen regelmässiger angeordnet, indem sie vom Centrum aus in radiären Streifen zur Peripherie verlaufen.

Strichcultur: Schon nach 24. Stunden ist die graue, schmale Auflagerung abgeflossen, und die Gelatine theilweise verflüssigt; am Ende des Striches haben

sich graue flockige und wolkige Massen abgesetzt.

Stichkultur: Nach 24 Stunden findet sich an der Oberfläche eine Ausbreitung von hellgrauer Farbe. Ein Verflüssigungstrichter ist deutlich zu erkennen, derselbe erreicht nach 3—4 Tagen den Rand des Glases. In der Gelatine schwimmen grössere Flocken oder haben sich bereits am Boden abgesetzt.

- II. Agar-Agar. Eine dünne feuchtglänzende Auflagerung von rauchgrauer Farbe. Oberfläche glatt.
- III. Kartoffel. Es entwickelt sich ein reichlicher glänzender Belag mit glatter Oberfläche; Farbe schmutzig hellbraun.
- IV. Blutserum. Eine glänzende glatte Auflagerung von weissgrauer Farbe.
- V. Bouillon. Die Bouillon ist schwach getrübt, am Boden liegt ein wolkiger weisser Niederschlag.

Wachstum- stärke.	Wächst ziemlich schnell.
Färbbarkeit.	Mit Anilin gut färbbar.
Alkali- oder Säurebildner.	Alkalibildner 6,5 %—6,7 %.

---

**Nr. 7. Fluorescirender verflüssigender Bacillus.**  
 (Bacillus fluorescens liquefaciens). (cf. Zimmermann  
 pag. 22)

Fundort. Brunnen I. II. und IV. b.

Wachsthum auf der Wasserplatte. Grosse, runde, grünlich verfärbte Colonien welche die Gelatine verflüssigen. Mit blossem Auge lässt sich ein ziemlich durchsichtiges verflüssigtes Centrum von einer peripheren festen Zone unterscheiden. Am Rande der Verflüssigung haben sich wolkige grünlichweisse Massen angesetzt. Vom äusseren Rande der peripheren Zone gehen radiäre Streifen von weissgrauer Farbe bis zum Verflüssigungstrichter. Bei schw. Vergr. erkennt man eine scharf contourirte Colonie. Dieselbe besteht aus einem grünen granulirten Centrum und aus einer peripheren Zone, welche mehr zum Verflüssigungstrichter hin aus dedritusähnlichen Massen von schmutzig grauer Farbe besteht, während die äusserste Randzone dunkler gehalten und fein granulirt ist. Die radiären Streifen bestehen aus deutlich körnigen Massen. Nach einigen Tagen schreitet die Verflüssigung weiter, die radiären Streifen fliessen ins Centrum ab und bilden dort eine wolkige Trübung, während die Peripherie heller und durchsichtiger wird.

Form, Anordnung. Im hängenden Tropfen schlanke Stäbchen und Doppelstäbchen mit abgerundeten Enden.

Klatschpräparate zeigen denselben Befund.

Beweglichkeit. Die Stäbchen bewegen sich sehr lebhaft.

Sporenbildung. Sporen konnten nicht gefunden werden.

Wachstum auf:  
I. Gelatine. Plattenculturen: Nach 12 Stunden sieht man tiefliegende gelbbraune im Inneren granulierte Colonien; die oberflächlichen sind grösser, rund, von grauer Farbe, und bestehen aus körnigen Massen, ohne dass sich centrale Partien von peripheren unterscheiden lassen. Am 2. Tage ist die Gelatine bereits im Centrum verflüssigt, die Farbe der Colonie wird grünlich und ihr Aussehen der ursprünglich gefundenen gleich.

Strichkultur: Nach 1. Tage ist eine schmale glänzende Auflagerung von grauer Farbe gewachsen; dieselbe ist am 2. Tage abgeflossen. Am Ende des Striches haben sich die abgeflossenen Partien in Form wolkiger weissgrünlicher Massen abgesetzt. Die verflüssigte Gelatine sieht grünlich aus.

Stichkultur: Nach 12 Stunden hat sich ein Verflüssigungstrichter gebildet, an dessen Grunde weissgraue wolkige Massen liegen.

Im Stichkanal bemerkt man eine schwach entwickelte spinnwebartige

graue Zeichnung, welche bei microscopischer Betrachtung sich aus kleinen grauen Kugeln zusammengesetzt erweist. Am 3. Tage färbt sich die Gelatine grün.

II. Agar-Agar. Ein schmaler mattglänzender hellgrauer Belag mit wenig von der geraden Linie abweichenden Contouren. Bei schw. Vergr. sieht man am obersten Ende des Striches sehr wenige weisse durchscheinende Kugeln. Der Agar färbt sich am 3. Tage grünlich.

III. Kartoffel. Ein glänzender sich nicht über die Kartoffel erhebender Belag, dessen Oberfläche wellig erscheint. Die Farbe ist anfangs gelbgrau, später in den dickeren Partien dunkelbraun.

IV. Blutserum. Eine glänzende, saftige, glatte, weissgraue Auflagerung, Ränder regelmässig.

V. Bouillon. Die Flüssigkeit trübt sich stark, am Boden liegt ein grauer Niederschlag, an der Oberfläche bildet sich ein weissgraues, anfangs schleierartiges Häutchen von grauer Farbe. Dieses haftet später fest an den Rand des Glases an, ist gerunzelt und hat einen grünlichen Schimmer.

Wachstum-  
stärke. Wächst sehr schnell.

Färbbarkeit. Mit den gebräuchlichen Anilinfarben gut färbbar.

Alkali- oder  
Säurebildner. Alkalibildner 3,5%—5%.

### Nr. 8. Citrongelber Micrococcus.

Fundort.	Brunnen IV b.
Wachsthum auf der Was- serplatte.	Kleine stecknadelkopfgrosse glän- zende Colonien von gelblich weisser Farbe, mit runden Contouren, knopfartig erhaben, die Gelatine wird nicht ver- flüssigt. Bei schw. Vergr. erkennt man mehr oder weniger runde Colonien von gelblicher Farbe, granulirt, ohne be- stimmte innere Zeichnung.
Form, Anord- nung.	Im hängenden Tropfen: Runde Coccen, meist Diplococcen. Klatschcolonie: Runde Coccen, sowohl einzelnstehend, als auch zu grö- seren Haufen angeordnet in Traubenform.
Beweglichkeit.	
Sporenbildung.	Plattenculturen: Nach 24 Stun- den sind kleine, tiefliegende, runde Co- lonien von gelblicher Farbe, im Inneren granulirt, zu sehen. Am 3. Tage erkennt man oberflächliche Colonien von gelb- licher Farbe, glänzend, rund, die Gelatine knopfartig überragend. Bei schw. Vergr. stellt sich die Colonie dar als eine scharf umgrenzte kreisrunde Scheibe von gelb- grünlicher Farbe, welche bis auf eine sehr schmale periphere Zone im Inneren granulirt ist. Stichkultur: Am 2. Tage ist ein schmaler gelblich weisser Belag mit un- regelmässigen Rändern gewachsen, der-

selbe fließt am 3. Tage ab und setzt sich am Boden als eine gelbliche, körnige Masse ab.

Stichkultur: Es entsteht an der Oberfläche eine kleine glänzende Auflagerung von gelber Farbe mit gebuchteten Rändern. Im Stichkanal macht sich eine rauchige Wucherung bemerkbar. Unter der Loupe zerfällt dieselbe in körnchenartige Colonien, die später zusammenfließen.

- II. Agar-Agar. Ein dicker, saftiger, glänzender, nicht sehr breiter Belag mit glatter Oberfläche und geraden Rändern. Die Farbe ist schmutzig citronengelb.
- III. Kartoffel. Die Schnittfläche wird überzogen von einer glänzenden sich wenig erhebenden Auflagerung. Die Oberfläche ist unregelmässig, die Farbe schmutzig citronengelb.
- IV. Blutserum. Ein schmaler, saftiger Belag von citronengelber Farbe, die Oberfläche ist glatt.
- V. Bouillon. Bouillon trübt sich leicht, in der Flüssigkeit schwimmen einzelne wolkige Massen, am Boden liegt ein gelblicher Niederschlag.
- Wachstumstärke. Wächst sehr schnell.
- Färbbarkeit. Gut färbbar mit Anilinfarben.
- Alkali- oder Säurebildner. Alkalibildner 3,9%—4,5%.

**Nr. 9. Milchweisser Micrococcus.**

(Micrococcus candidaus) (cf. Zimmermann pag. 80).

Fundort. Brunnen I, II und IV b.

Wachsthum auf der Wasserplatte. Runde, weisse, rahmige Stecknadelkopfgrosse Colonien mit glänzender Oberfläche, die Gelatine wird nicht verflüssigt. Bei schw. Vergr. sehen die Colonien rund, gelblichgrau, granulirt aus, eine besondere charakteristische Zeichnung ist nicht wahrzunehmen.

Form, Anordnung. Im hängenden Tropfen: Coccen von verschiedener Grösse, bis zu 5 zusammen.

Im Bouillontropfen nach 24 Stunden: Menge von einzelnen Coccen, Diplococcen, doch meist mehr Individuen (10—15) zusammen zur Traubenform getreten.

Klatschpräparate: Coccen, Diplococcen auch Haufen von 4—5 Individuen.

Beweglichkeit.

Sporenbildung.

Wachsthum auf I. Gelatine. Plattencultur: Nach 24 Stunden sind kleine weisse Colonien gewachsen, die tiefer gelegenen erscheinen rund, ohne dass sich ein inneres Gefüge erkennen lässt. Die oberflächlichen Colonien sind rundlich, der äussere Saum erscheint wie mit kleinen Stacheln besetzt, das Innere ist von gelbbrauner Farbe und fein granulirt.

Strichcultur: Nach 2 Tagen hat sich ein schmaler milchweisser glänzender Belag entwickelt, welcher schon am 3. Tage nach unten abfließt. Die abgeflossenen Massen zeigen auch eine milchweisse Farbe.

Sticheultur: Am zweiten Tage bildet sich an der Oberfläche eine geringe unregelmässig gestaltete Auflagerung von weissgrauer Farbe, im Stichcanal ist das Wachstum sehr gering. Am 3. Tage erscheint an der Oberfläche ein kleiner Verflüssigungstrichter.

- II. Agar-Agar. Auf Agar findet sich ein dicker, saftiger, milchweisser Belag.
- III. Kartoffel. Ein glänzender, dünner Belag mit runzlicher Oberfläche und grauweisser Farbe.
- IV. Blutserum. Eine glänzende, saftige Auflagerung mit glatter Oberfläche, Farbe weiss, die Ränder sind glatt.
- V. Bouillon. Die Bouillon ist stark getrübt, mit wolkigen Massen durchsetzt, am Boden setzt sich eine fadenartige weisse Bacterienmasse nieder.
- Wachstumstärke. Wächst sehr langsam.
- Färbbarkeit. Mit Anilinfarben gut färbbar.
- Alkali- oder Säurebildner. Säurebildner 2,8%—5,45%.

## Nr. 10. Kreideweisser verflüssigender Micrococcus.

Fundort.

Brunnen IV b.

Wachstum  
auf der Was-  
serplatte.

Schmutzig kreidig weisse Colonie mit unregelmässigen Rändern, die Gelatine wird verflüssigt. Man kann ein verflüssigtes, mit körnigen Massen angefülltes Centrum von einer nicht verflüssigten weissen peripheren Zone unterscheiden. Bei schw. Vergr. sieht das Centrum grau granulirt aus, die Peripherie weiss.

Form, Anord-  
nung.

Im hängenden Tropfen: Coccen, meist Diplococcen, dieselben sind oft zu grösseren oder kleineren Haufen zusammengesetzt.

Klatschpräparate: Coccenhaufen ohne besondere Anordnung.

Beweglichkeit.

Sporenbildung.

Wachstum  
auf I. Gelatine.

Plattencultur: Man bemerkt nach 12 Stunden kleine weisse Colonien, die tiefen rund, die oberflächlichen unregelmässig gestaltet, die Gelatine wird verflüssigt. Die Ränder des Verflüssigungstrichters sind fetzig. Der nicht verflüssigte Rand ist kreidigweiss, matt, seine Ränder unregelmässig. Der Verflüssigungstrichter ist mit weissen körnigen Massen angefüllt. In der Umge-

bung der oberflächlichen Colonien hat sich ein Hof von grützartigen Massen (Schwärmosporen) gebildet. An einigen Stellen sind sie so dicht, dass die einzelnen Körnchen nicht erkannt werden können. Bei schw. Vergr. trifft man ganz an der Oberfläche detritusähnliche Massen. Die am tiefsten gelegenen Colonien sind rund und haben glatte Contouren, letztere werden bei höher gelegenen Colonien fetzig. Je näher die Colonien zur Oberfläche gelangen, desto grösserem Verfall sind sie ausgesetzt. Zuerst bildet sich in der Mitte der Colonie ein Riss, allmählig erweitert sich derselbe, die Colonie wird immer durchsichtiger und ganz an der Oberfläche zerfällt sie endlich in grützartige Massen, welche sich mehr und mehr ausbreiten.

Strichcultur: Am 2. Tage entwickelt sich um den Strich eine Auflagerung von schmutzig weisser Farbe, die Ränder sind unregelmässig gekerbt. Die Gelatine wird langsam verflüssigt. Bei schw. Vergr. erscheint der Strich zusammengesetzt aus Kugeln, welche im oberen Theil isolirt dastehen.

Stichcultur: Am 2. Tage findet man an der Oberfläche ein schmutzig weisses Häutchen, dessen unregelmässig gestalteten Ränder dem Glase anhaften. Im Stichkanal finden sich detritusähn-

liche Massen, besonders im oberen Theil, welcher erweitert erscheint. Die Gelatine an der Oberfläche verflüssigt sich am Ende des 2. Tages, indem sich oben ein kleiner Trichter bildet, die Verflüssigung schreitet langsam in die Tiefe fort, der Grund derselben ist mit weissen körnigen Massen bedeckt. Bei Loupenbetrachtung bildet der Stichkanal ein zierliches Gewebe, bestehend aus kleinen weissen Kugeln.

II. Agar-Agar. Auf Agar wächst ein Belag aus Kugeln zusammengesetzt, zu dessen beiden Seiten sich eine dünne weissgraue Auflagerung ausbreitet. Nach ein paar Tagen fliessen die Kugeln zusammen und bilden eine schmutzig weissgraue Fläche.

III. Kartoffel. Trockner, nicht sehr dicker Belag von kreidig weisser Farbe, die Oberfläche sieht körnig aus.

IV. Blutserum. Ein trockner, dünner Belag von kreidig weisser Farbe, die Ränder sind feingekerbt, die Oberfläche sieht körnig aus.

V. Bouillon. Die Bouillon trübt sich stark, an der Oberfläche hat sich ein weisser krümliger Belag gebildet, am Boden ein weisser Niederschlag.

Wachsthum-  
stärke. Wächst langsam.

Färbbarkeit. Sehr gut.

Alkali- oder  
Säurebildner. Säurebildner 3,0 %—3,1 %.

---

# Thesen.

---

- 1) Die Anlagen von Brunnen sollten nur nach sanitäts polizeilicher Bewilligung gestattet werden.
  - 2) Kesselbrunnen sind als gesundheitsschädlich zu verwerfen.
  - 3) Das Auftreten einzelner Bacterienarten ist an die Jahreszeit gebunden.
  - 4) Auf die Beschreibung von Bacterien ist mehr Sorgfalt zu verwenden.
  - 5) Unter den Mitteln zur Behandlung des Keuchhustens bei Kindern verdient das Bromoform die grösste Beachtung.
  - 6) Bei der Therapie der Verdauungsstörungen kleiner Kinder spielt die Regulirung der Diät eine Hauptrolle.
  - 7) Die Behandlung der Empyeme kann nur eine operative sein.
  - 8) Der Verkauf von Brillen soll nur Optikern nach ärztlicher Verordnung gestattet sein.
-